

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE APOYO A RESIDENTE DE  
OBRA EN MONZA 23, EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE LA CONSTRUCTORA  
INACAR S.A. EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.**

**MIKE EDWIN MONROY ZAMORA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2018**

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE APOYO A RESIDENTE DE  
OBRA EN MONZA 23, EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE LA CONSTRUCTORA  
INACAR S.A. EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.**

**MIKE EDWIN MONROY ZAMORA**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director**

**WILFREDO DEL TORO RODRIGUEZ**

**Ingeniero Civil, M.Sc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**BUCARAMANGA**

**2018**

## **DEDICATORIA**

*A Dios, a su hijo Jesucristo quien ha sido y será el fundamento para mi vida y mi sabiduría, dándome poder para perseverar todas las metas de la vida en Él.*

*A mis amados padres Daniel y Sandra, quienes me han apoyado sin cesar con sus ejemplos de vida, consejos de firmeza y de empeño para mi alma y mi ser.*

*A mi bello hermano Sergio, que fue y será siempre mi amigo de alma y vida que Dios me dio como un gran soldado de batallas.*

*A mi abuela Sofía, por brindarme apoyo incondicional y ser tan amorosa.*

*A toda mi familia Monroy y Zamora.*

**MIKE EDWIN MONROY ZAMORA**

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	16
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	17
2. DESARROLLO.....	18
2.1 Planeación Técnica de Construcción y de Calidad .....	18
2.2 Implementación de la Planeación Técnica de Construcción y de Calidad ...	18
2.3 Generalidades del proyecto .....	20
2.3.1 Ubicación.....	21
2.4 Principales actividades realizadas durante la práctica. ....	24
2.4.1 Programación semanal de Concreto. ....	24
2.4.2 Toma de asentamiento de concreto o prueba del cono de abrams.....	24

2.4.3	Registro y control diario de concreto. ....	25
2.4.4	Control de muestras de concreto en obra. ....	25
2.4.5	Supervisión en la calidad e instalación del acero y control de requerimientos de diseño estructural.....	26
2.4.6	Supervisión de instalaciones de redes eléctricas, hidrosanitarias y gas. ...	27
2.4.7	Seguimiento y control de pruebas de presión de tubería: .....	29
2.4.8	Seguimiento y control de pruebas de estanqueidad.....	32
2.4.9	Control de planos. ....	33
2.4.10	Solicitudes de contratación, ajuste de cantidades de contratos y ampliación de fecha.....	33
2.4.11	Seguimiento y control en el proceso constructivo de la mampostería .....	33
2.4.12	Productos no conformes.....	34
2.4.13	Actividades adicionales durante la práctica para el cumplimiento con el plan de calidad Gestión Técnica: .....	34
	-Iniciar obra y actividades.....	34

-Planificación de actividades semanales .....	34
-Realizar cortes de obra y solicitar pago al contratista .....	35
-Verificar equipos de medición flexómetros.....	35
2.5 Desarrollo proceso constructivo y controles de calidad estructura, mampostería y zona social .....	35
2.5.1 Estructura .....	35
- Ensayo de tracción con probeta normalizada .....	35
- Propiedades mecánicas .....	38
2.5.2 Muros estructurales y columnas.....	38
2.5.3 Armado de formaleta.....	42
2.5.4 Fundida de elementos estructurales en concreto.....	43
2.5.5 Importancia de las muestras de concreto ensayos destructivos y no destructivos .....	46
2.5.6 Seguimiento y control instalación de mampostería .....	49
2.5.7 Seguimiento y control de calidad al desarrollo de procesos constructivos zona social .....	51
- Terminación en la estructura zona social .....	55

2.5.8 Apoyo administrativo en obra como ingeniero auxiliar .....	59
3. CONCLUSIONES .....	61
REFERENCIAS .....	62
BIBLIOGRAFIA .....	63

## LISTA DE IMÁGENES

	<b>Pag.</b>
Figura 1 Ubicación del proyecto. Fuente: [1] .....	21
Figura 2 Ubicación precisa del proyecto. ....	22
Figura 3 Planta Arquitectónica Lobby N+0,00.....	22
Figura 4 Planta Arquitectónica Zona Social N+53.50 y N+54.80. ....	23
Figura 5 <i>Ensayo cono de Abrams</i> .....	24
Figura 6 <i>Toma de asentamiento en pulgadas</i> .....	25
Figura 7 Supervisión en el armado del acero. Fuente: Supervisión técnica independiente. ....	27
Figura 8 Supervisión en la instalación de redes sanitarias en placa.....	28
Figura 9 Supervisión en la instalación de redes eléctricas e hidrosanitarias N+15,80. ....	28
Figura 10 Registro fotográfico del seguimiento y control de la prueba hidráulica de presión antes de la fundida. ....	29
Figura 11 Registro fotográfico del seguimiento y control de la prueba hidráulica de presión después de la fundida. ....	30
Figura 12 Registro fotográfico del seguimiento y control prueba hidráulica apartamentos. ....	31
Figura 13 Registro fotográfico seguimiento y control prueba de presión de red de gas apartamento, punto fijo y acometida vertical. Fuente: Supervisión técnica independiente. ....	31
Figura 14 Registro fotográfico del seguimiento y control de la prueba de estanqueidad. ....	32

Figura 15 Diagrama esfuerzo-deformación de una barra de acero. Fuente: [5]. ...	37
Figura 16 Despiece de muros estructurales MURO C2-B2. ....	39
Figura 17 Despiece de intersección muros estructurales foso ascensor. ....	40
Figura 18 Despiece de columna de 0,50x1,20m COLUMNA 4A.....	41
Figura 19 Armada de formaleta Encofrado de muro estructural y columna. ....	42
Figura 20 Distanciadores para garantizar el recubrimiento.....	43
Figura 21 Registro del proceso de encofrado de una columna con sus distanciadores y corbatas. ....	44
Figura 22 Curado de cilindros de concreto con fechas y números de muestra. ....	45
Figura 23 Escaneo del acero en muro estructural ensayo no destructivo de esclerometría. ....	47
Figura 24 Ejecución del ensayo no destructivo de esclerometría con un ángulo de 0° con la horizontal y en zonas excluyentes de acero. ....	48
Figura 25 Lectura de índice de rebote del esclerómetro. ....	48
Figura 26 Gráfica de índice de rebote vs. Resistencia a compresión MPa. Fuente: ASTM C805 / C805M-13a [6].....	49
Figura 27 Avance en el replanteo y construcción de muros de mampostería correspondientes al apartamento 706.....	50
Figura 28 Avance en el proceso de mampostería correspondiente al apartamento 903. Se verifica dovelas, plomos y alineación de los muros. ....	50
Figura 29 Avance en el proceso de mampostería de vacío interno correspondiente al punto fijo comprendido entre ejes B-C y 2-3 del piso 6.....	51
Figura 30 Avance en el proceso armado de acero cubierta gimnasio placa aligerada. ....	52

Figura 31 Avance en el proceso mampostería confinada y armado de acero placa maciza zonas húmedas. ....	52
Figura 32 Avance en el proceso de drenaje para la hidropiscina.....	53
Figura 33 Avance en el proceso de mampostería confinada de la hidropiscina. ...	54
Figura 34 Avance en instalación de concreto pobre para confinar el colchón de arena.....	54
Figura 35 Avance en el proceso estructural cubierta gimnasio, sobre recorrido ascensores y cubierta ascensores.....	55
Figura 36 Avance en el proceso de armado de placa maciza e instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.....	55
Figura 37 Avance en el proceso de fundida de la placa maciza de las zonas húmedas concreto impermeabilizado de 7” de asentamiento 3000psi. ....	56
Figura 38 Avance en el proceso de instalación estructura metálica ascensores. ...	56
Figura 39 Avance en el proceso de instalación mampostería en limpio BBQ zona social, muro con vigueta. ....	57
Figura 40 Avance en el proceso de instalación bloque de cemento, bordillo de cubierta. ....	58
Figura 41 Avance en el proceso de instalación de mortero en la cubierta del gimnasio, y el bordillo con bloque de cemento. ....	58
Figura 42 Carteleras de seguimiento en el avance de obra por contratistas. ....	59
Figura 43 Carteleras de seguimiento en el avance de obra en apartamentos.....	60

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1</b> Requisitos de tracción. ....	38

## RESUMEN

**TITULO:** PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE APOYO A RESIDENTE DE OBRA EN MONZA 23, EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE LA CONSTRUCTORA INACAR S.A. EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.

**AUTOR:** MIKE EDWIN MONROY ZAMORA\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Planeación técnica y construcción, supervisión, ensayos, registros de verificaciones de control, plan de contratación, PSA (programación semanal de actividades), sistema estructural combinado.

### **DESCRIPCIÓN:**

Al realizar los procedimientos técnicos constructivos o gestión técnica constructiva en una obra civil, se requiere un óptimo seguimiento y control indispensable que permita garantizar el cumplimiento de las metas del proyecto, la finalidad es gestionar la documentación y formatos de apoyo técnicos constructivos en coexistencia con el plan de calidad de construcción como el control de planos y documentos técnicos para revisión, solicitando aclaraciones o ajustes para dar inicio a actividades, seguimiento y control de concreto, acero y demás materiales de construcción, archivar documentación técnica, registros de verificaciones de control durante la ejecución, soportes de aprobación como licencias de construcción, actas de vecindad, solicitudes de pedidos, solicitudes de contratación, control constructivo de calidad, actas para cortes de obra, entradas y salidas de almacén, planes de calidad entre otros y apoyar en la gestión administrativa en obra.

En el siguiente artículo se pretende manifestar lo desarrollado como auxiliar de ingeniería civil de obra en apoyo a ingeniero residente de obra, en varias de las etapas del proyecto MONZA 23 edificio multifamiliar llevado a cabo por INACAR S.A., siguiendo las normas técnicas, legales, de urbanismo y lineamientos del sistema de gestión de calidad para la gestión técnica constructiva en la constructora INACAR S.A. con certificación al cumplimiento de los requisitos ISO 9001:2008.

---

\*Trabajo de Grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Wilfredo del Toro Rodríguez Ingeniero Civil, M.Sc.

## ABSTRACT

**TITLE:** BUSINESS PRACTICE AS SUPPORT ASSISTANT FOR CONSTRUCTION SITE RESIDENTS IN MONZA 23, MULTIFAMILY BUILDING OF THE CONSTRUCTION COMPANY INACAR S.A. IN THE CITY OF BUCARAMANGA.

**AUTHOR:** MIKE EDWIN MONROY ZAMORA\*\*

**KEY WORDS:** Technical planning and construction, supervision, testing, registers of control verifications, contracting plan, PSA (weekly programming of activities), combined structural system.

### **DESCRIPTION:**

When carrying out the technical construction procedures or technical construction management in a civil work, an optimum monitoring and control is required to ensure compliance with the goals of the project, the purpose is to manage the documentation and formats of constructive technical support in coexistence with the construction quality plan as the control of plans and technical documents for review, requesting clarifications or adjustments to start activities, monitoring and control of concrete, steel and other construction materials, filing technical documentation, records of control checks during execution, approval supports such as construction permits, neighborhood reports, order requests, contract requests, constructive quality control, minutes for work stoppages, entries and exits from storage, quality plans among others and support in the administrative management on site.

In the following article we intend to show what has been developed as a civil engineering assistant in support of the resident engineer, in several of the stages of the MONZA 23 multifamily building project carried out by INACAR S.A., following the technical, legal, urban planning and quality management system guidelines for the technical management of construction at the construction company INACAR S.A., certified to comply with the requirements of ISO 9001:2008.

---

\*Bachelor Thesis

\*\*Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil, Director: Wilfredo del Toro Rodríguez Ingeniero Civil, M.Sc.

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil tiene un gran impacto en la nación y por lo tanto es de suma importancia para la sociedad Santandereana seguir mejorando la planeación técnica de calidad y de construcción en infraestructuras y obras civiles, especialmente en los proyectos multifamiliares en la zona metropolitana de Bucaramanga y desempeñar la correcta implementación en planear, ejecutar, gestionar, supervisar y entregar dichos proyectos, siguiendo todas las normas técnicas legales, de urbanismo y demás normas competentes y así contribuir debidamente en el desarrollo de la nación y en la calidad de vida de la población con alto estándar de excelencia técnica constructiva.

Con el propósito de contribuir, apoyar y adquirir competencias laborales en la construcción de edificaciones para uso residencial, haciendo uso de los conocimientos académicos adquiridos en la universidad, se busca apoyar en el desarrollo del control constructivo de calidad del proyecto el cual está a cargo del residente de obra y director de obra, por medio de la modalidad de práctica empresarial en el proyecto Monza 23 a cargo de la constructora INACAR S.A.

En este artículo se muestran los resultados en el sector de gestión técnica y construcción de un proyecto residencial, mediante la planeación, gestión, ejecución y seguimiento de las actividades en obra por medio de la gestión de calidad constructiva, verificando que se ejecuten adecuadamente con procesos requeridos por normativas colombianas y formatos suministrados por la constructora, esta práctica como auxiliar de apoyo a residente de obra se enfocó en implementar, equipar y proveer el sistema de gestión en construcción de calidad a edificaciones para uso residencial y se ofreció apoyo en la supervisión y prevención documentada de forma adecuada y garantizada para el avance de las actividades proyectadas, se utilizaron maquinarias y materiales estipulados con los estándares establecidos por INACAR S.A. y la normatividad competente.

## **1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

INACAR S.A. fundada en 1990 como una sociedad anónima, es una empresa de diseño, construcción y gestión de soluciones inmobiliarias para la industria, el comercio y el desarrollo de vivienda generando urbanizaciones y proyectos residenciales en sus diferentes sucursales regional centro, regional norte y regional occidente, con alto margen de calidad y ceñimiento a las normas legales técnicas y urbanísticas competentes colombianas.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1 Planeación Técnica de Construcción y de Calidad**

Es un conjunto de procesos y herramientas que sirven como guía para proyectar y coordinar los diseños y documentación de entrada para ejecutar actividades paralelas y secuenciales para tener como objetivo la correcta ejecución administrativa y operativa y finalizando con el acta de cierre de un proyecto.

### **2.2 Implementación de la Planeación Técnica de Construcción y de Calidad**

La planeación técnica de construcción y el plan de calidad están conjuntamente y se implementan en base a todas las actividades de construcción que se tengan previstas, considerando los diseños preliminares y las especificaciones técnicas entregadas para la construcción del proyecto, garantizándose por medio de la planificación, seguimiento y control de obra de principio a fin, ejecutándose por los ingenieros auxiliar, residente y con apoyo del maestro general y los supervisores.

La planeación técnica y construcción y de calidad se implementan en las siguientes actividades constructivas de un proyecto residencial:

- Revisar la información del diseño y especificaciones técnicas.
- Replanteo localización topográfica.
- Adecuación de terrenos
- Excavaciones y movimientos de tierra.
- Sistemas de contención, Muros de contención.
- Alcantarillado.
- Estructura: Cimentación, vigas, columnas, muros estructurales, placas aligeradas y placas macizas, (sistema estructural combinado).

- Instalaciones hidrosanitarias.
- Instalaciones eléctricas.
- Mampostería.
- Instalación de red de gas.
- Frisos internos y de fachada.
- Afinado de pisos (mortero).
- Estuco y pintura.
- Lavado de mampostería.
- Enchape.
- Carpintería de madera, carpintería metálica.
- Carpintería de aluminio y ventanería.
- Impermeabilización.

El plan de calidad se gestiona en cada una de las actividades anteriormente mencionadas, el cual se describe a continuación:

- Actas de Inicio de Obra y documentación de entrada para construcción.
- Planoteca actualizada.
- Planeación semanal de actividades
- Formatos técnicos de control de actividades (Solicitud de contratación, seguimiento y control del concreto, acero, ladrillo, seguimiento y control de muestras, Requerimiento de insumos, registro de actividades de topografía en obra, gestión de cortes de obra actas de obra, adiciones al contrato, verificación de equipos de medición, solicitud cambio de diseño en obra, entre otros.)
- Formatos libres (Seguimiento y control de actividades, verificación de cantidades y especificaciones técnicas).

### 2.3 Generalidades del proyecto

El sistema estructural del proyecto EDIFICIO MONZA 23, ubicado en la carrera 23 # 35-54 barrio Antonia santos centro en la ciudad de Bucaramanga, departamento de Santander, es un sistema combinado, en el cual las cargas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos, esencialmente completo, combinado con muros estructurales, y que no cumplen los requisitos de un sistema dual.

La estructura se encuentra conformada por 9 ejes estructurales en la dirección X (a lo ancho) y 7 en la dirección Y (en profundidad), cuenta con un sistema de contención de pantallas ancladas, su cimentación cuenta con vigas zarpa, vigas de amarre, zapatas aisladas, losa de cimentación y vigas de cimentación. Cuenta con una placa aligerada de espesor de 60cm y 21 placas aligeradas de 50cm y 2 placas macizas de 20cm y de 15cm respectivamente, la estructura cuenta con columnas de variadas dimensiones, y vigas de 50x50 y 50x70 cm en su mayoría, la placa de entrepiso es una placa aligerada con torta inferior con viguetas de 15 y 12 cm en su mayoría y casetón de 90 cm. La estructura del proyecto MONZA 23 se encuentra ubicada en una zona de amenaza sísmica ALTA, siguiendo las normas del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, ley 400 de 1997 – modificada ley 1229 de 2008, decreto 19 de marzo de 2010, decreto 092 del 17 de enero de 2011.

Los materiales de diseño se establecieron de la siguiente manera:

Concreto:

- |                        |         |
|------------------------|---------|
| ▪ Solados              | 13,7MPa |
| ▪ Ciclópeo             | 17,2MPa |
| ▪ Cimentación          | 28MPa   |
| ▪ Columnas y pantallas | 28MPa   |
| ▪ Vigas y placas       | 21MPa   |

- Rampas y escaleras 21MPa

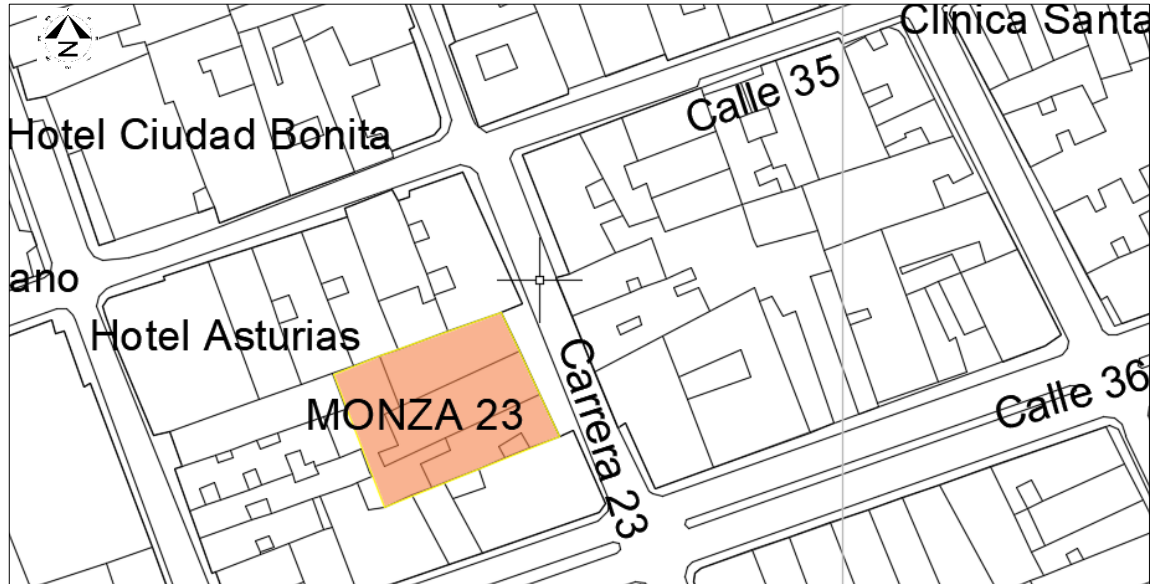
Concreto con agregados de peso normal, tamaño máximo de agregado grueso  $\frac{3}{4}$ " (19mm), tamiz que pasa el agregado grueso según NTC-144 (ASTM C33). Acero de refuerzo corrugado y que cumpla con la norma NTC-2289, barras de refuerzo y refuerzo electrosoldado de alambre (Malla electrosoldada) de 420MPa.

### 2.3.1 Ubicación

Figura 1 Ubicación del proyecto. Fuente: [1]

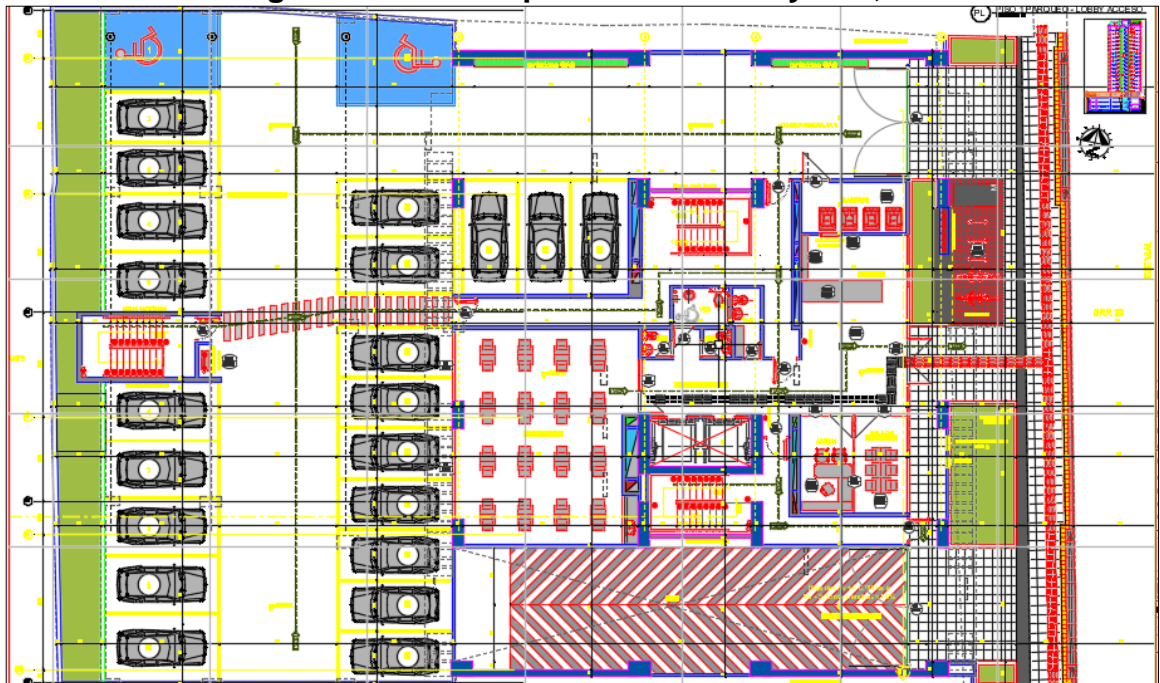


**Figura 2 Ubicación precisa del proyecto.**



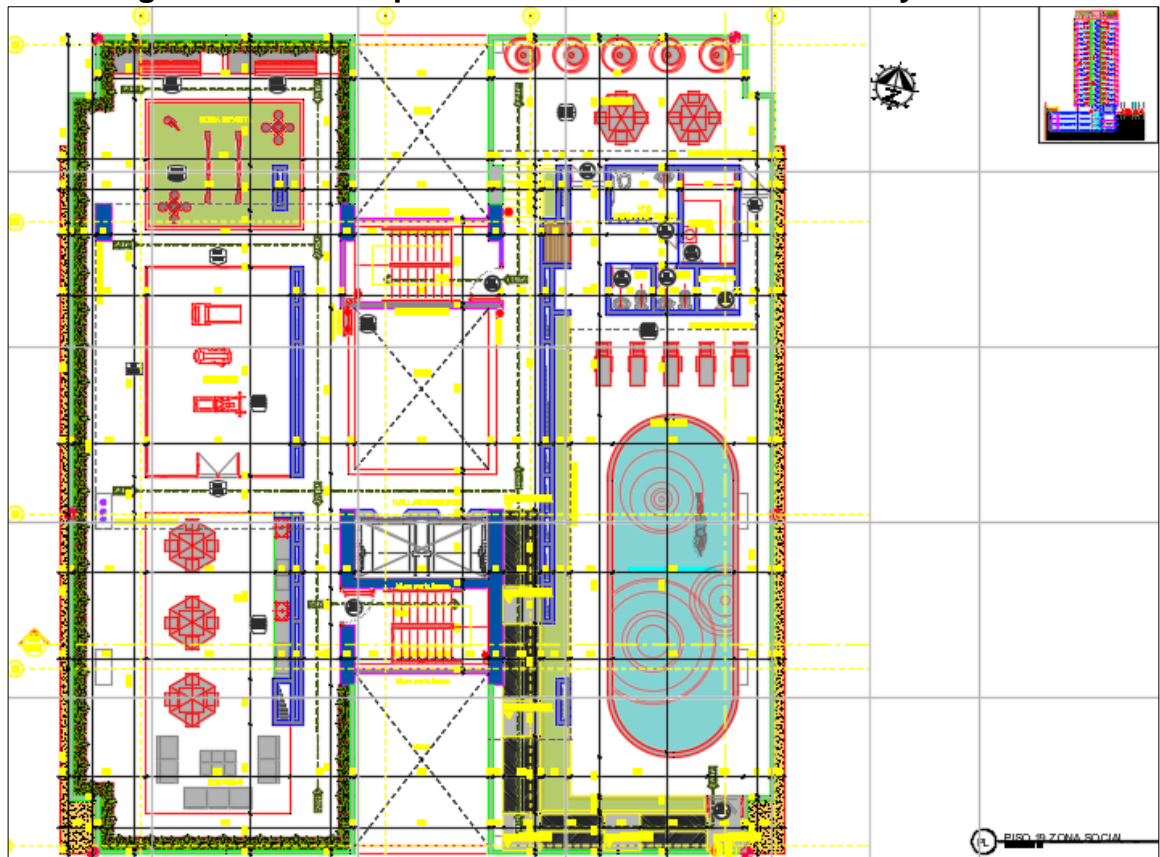
El proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de Bucaramanga, en la carrera 23 # 35 – 54 barrio Antonia Santos.

**Figura 3 Planta Arquitectónica Lobby N+0,00.**



El Proyecto MONZA 23 está desarrollado en un área bruta de lote de 1249 m<sup>2</sup>, es un Edificio Multifamiliar de 102 apartamentos, con áreas desde 66.00 m<sup>2</sup> – 69.37 m<sup>2</sup> de 2 habitaciones y 75.00 m<sup>2</sup> – 79.40 m<sup>2</sup> de 3 habitaciones, consta de un Primer piso de acceso, zona social y parqueaderos, 17 pisos de vivienda, de los cuales cada uno se componen 6 apartamentos, un último piso de zonas sociales y 3 sótanos.

**Figura 4 Planta Arquitectónica Zona Social N+53.50 y N+54.80.**



## 2.4 Principales actividades realizadas durante la práctica.

**2.4.1 Programación semanal de Concreto:** Se programa cada jueves con líder de maquinaria y planta de concreto, diligenciando y enviando por correo un formato técnico conformado por los días para fundida, volumen proyectado y volumen real en [m<sup>3</sup>] para cada día, resistencia en [psi], hora de llegada, asentamiento, elemento a fundir, bombeado (si o no) y observaciones.

**2.4.2 Toma de asentamiento de concreto o prueba del cono de abrams:** Se toma una muestra de concreto fresco a cada viaje de concreto de cada mixer que llegue a obra, el cual se le realiza el ensayo de asentamiento de concreto o prueba del cono de Abrams según la norma NTC-396, se corrobora el asentamiento con respecto al que se obtuvo a la salida de la planta de concreto, cumpliendo con el control de calidad y obteniendo la consistencia del concreto. [2].

**Figura 5 Ensayo cono de Abrams.**



**Figura 6 Toma de asentamiento en pulgadas.**



**2.4.3 Registro y control diario de concreto:** Se diligencia la debida recepción de concreto en obra llevando el registro de todos los ítems requeridos en el formato FR-GT-1706-11 *SEGUIMIENTO Y CONTROL CONCRETO* como No de viaje, fecha, proveedor, tipología, resistencia, bombeo, volumen, No de remisión, destino, ítem de PPTO, No de muestra y asentamiento.

**2.4.4 Control de muestras de concreto en obra:** Se realiza seguimiento y control de la resistencia a la compresión de cuatro cilindros de concreto a los 7, 14 y 28 días respectivamente y con una frecuencia entre muestras de cada 40 m<sup>3</sup>, llevándose registro en el formato FR-GT-1706-11 *SEGUIMIENTO Y CONTROL CONCRETO* con sus respectivos números de informes de ensayo de resistencia a la compresión de muestras de cilindros de concreto según NTC 454 *Ingeniería Civil y Arquitectura* [3], se controla si hay cumplimiento con la resistencia requerida, de lo contrario si no hay cumplimiento se envía a ensayo de resistencia a compresión dos cilindros conservados en obra sumergidos en una pila con agua correspondientes a

la muestra que presenta el no cumplimiento, fallándolos a 56 días (muestra TESTIGO).

**2.4.5 Supervisión en la calidad e instalación del acero y control de requerimientos de diseño estructural:** Se verifica las propiedades mecánicas del acero, composición química y las características geométricas del material según el certificado de calidad del proveedor (*Diacó S.A.*).

Se manda a realizar con *GEOLAB csp.* prueba de tracción para el acero por medio del ensayo de tensión en barras corrugadas para refuerzo en concreto según (NTC-2289 y NTC 3353), con una frecuencia según la cantidad suministrada a obra, cada 100 toneladas. [4].

Se verifica la instalación del acero en columnas, muros estructurales, vigas, viguetas, riostras y demás elementos estructurales, coincidiendo con las cantidades y tipos de barras requeridas en el despiece de los elementos como el refuerzo longitudinal y transversal, el diámetro de las barras, la separación entre barras y la descripción de barras en las filas, las dimensiones en los traslapes y la ubicación de los mismos fuera de las zonas de confinamiento, llevándose registro y control con formato.

**Figura 7 Supervisión en el armado del acero. Fuente: Supervisión técnica independiente.**



**2.4.6 Supervisión de instalaciones de redes eléctricas, hidrosanitarias y gas:** Se realiza seguimiento y control a las instalaciones de las redes eléctricas, hidrosanitarias y de gas según especificaciones establecidas por el diseñador, supervisando los procesos constructivos en los debidos formatos de calidad, registrando la ubicación, las cantidades de obra, los materiales y la terminación de la actividad o producto, así se evita el indebido proceso de ejecución de instalación de redes de tuberías entre la estructura y la mampostería.

**Figura 8 Supervisión en la instalación de redes sanitarias en placa.**



**Figura 9 Supervisión en la instalación de redes eléctricas e hidrosanitarias N+15,80.**



#### 2.4.7 Seguimiento y control de pruebas de presión de tubería:

- Prueba de presión en placa

Se realiza seguimiento, control y registro a la prueba de presión de tubería a la red de agua potable antes de la fundida de la placa para la primera lectura transcurridas 2 horas, durante la fundida de la placa para la segunda lectura y después de la fundida de la placa para la tercera y última lectura transcurrido 2 horas con unos 150 psi registrados en el manómetro, si el manómetro registra una medida menor a 148 psi se debe buscar la fuga, reparar y nuevamente realizar la prueba de presión.

**Figura 10 Registro fotográfico del seguimiento y control de la prueba hidráulica de presión antes de la fundida.**



**Figura 11 Registro fotográfico del seguimiento y control de la prueba hidráulica de presión después de la fundida.**



- Prueba de presión de red hidráulica y de gas en mortero

La prueba de presión de tubería en apartamentos se realiza antes y después de la fundida de mortero, se revisa conjuntamente con el encargado que todos los puntos de agua potable estén sellados con tapón, se supervisa que la tubería esté cargada con 150 *psi* en el manómetro, una vez contabilizada dos horas se registra la carga en *psi* de la medida del manómetro, luego una vez esté endurecido el mortero en cada apartamento se registra nuevamente la medida de libras por pulgada cuadrada *psi* del manómetro y se cerciora que no se presenten fugas, de lo contrario se busca qué problemas presenta la red de la tubería hidráulica llenando las observaciones encontradas en el formato, se le comunica al encargado para que se repare y así realizar nuevamente la prueba.

**Figura 12 Registro fotográfico del seguimiento y control prueba hidráulica apartamentos.**



Se realiza la misma operación con la red de gas antes y después de la fundida de mortero y de nuevo en las acometidas verticales.

**Figura 13 Registro fotográfico seguimiento y control prueba de presión de red de gas apartamento, punto fijo y acometida vertical. Fuente: Supervisión técnica independiente.**



**2.4.8 Seguimiento y control de pruebas de estanqueidad:** La prueba de estanqueidad a las redes sanitarias se realiza cuando haya transcurrido ya la fundida de la placa y esta esté fraguada, se supervisa que tengan tapones en los bajantes en la parte inferior y en los puntos sanitarios dejando sin tapones la parte superior de los bajantes de aguas negras y aguas lluvias, se llenan de agua, se registra en el debido formato el nivel del llenado y transcurridas dos horas se verifica el nivel y se compara con la primera lectura cerciorándonos que no se presenten fugas o filtraciones completando los requerimientos con soporte en el formato, de lo contrario se le indica al encargado que busque la fisura, se repara y se realiza de nuevo la prueba.

**Figura 14 Registro fotográfico del seguimiento y control de la prueba de estanqueidad.**



**2.4.9 Control de planos:** Se verifica periódicamente que los planos que se encuentren en obra sean los planos vigentes según el plano ceros con la versión actualizada, si existe algún cambio se notifica a todo el grupo de trabajo y se envía un correo a la dirección técnica y a diseño con el listado de planos desactualizados para que hagan llegar a obra los planos actualizados con sus respectivas firmas de aprobación, luego se organiza la planoteca y se hace acompañamiento a los contratistas especificando los posibles cambios que puedan presentarse en los diseños.

**2.4.10 Solicitudes de contratación, ajuste de cantidades de contratos y ampliación de fecha:** Según el plan de contratación y la programación de obra se realiza anticipadamente la solicitud de contratación en formato técnico (FR-GCP-1706-10), donde se especifican las actividades a contratar con las respectivas memorias de cálculo, se especifica también cada actividad si es mano de obra, todo costo, mantenimiento o alquiler, se describe la actividad con su localización en obra y por último se registra en la solicitud el ítem y el insumo que corresponde a la actividad a contratar. Para el ajuste de contrato se diligencia en el mismo formato *SOLICITUD DE CONTRATACION* (FR-GCP-1706-10) especificando que es un otrosí al contrato diligenciando completamente lo requerido por el formato, y se anexa en las hojas de cálculo de la solicitud el ajuste de cantidades positivas o negativas de las actividades, si se necesita adicionar una o varias actividades se especifican en líneas nuevas.

**2.4.11 Seguimiento y control en el proceso constructivo de la mampostería:** Se verifica el correcto proceso constructivo y las especificaciones de los planos arquitectónicos y estructurales, se registra en el formato la numeración del muro, la cantidad de dovelas, la rectificación de la malla RAM a cada número específico de hiladas de ladrillo según planos, el

espesor de la pega, el plomo del muro y la escuadra de cada muro, en las observaciones se registra la tolerancia para cada enunciado.

**2.4.12 Productos no conformes:** Se lleva un estricto seguimiento a las pruebas, ensayos y procesos que no resulten satisfactorios, con el objetivo de corregirlos especificando posibles causas y acciones tomadas para evitarlos, una muestra de concreto que no alcance su resistencia de diseño  $f'c$  a 28 días de curado se genera una alerta general tomando la decisión de esperar 28 días más para ensayar cilindros a los 56 día de curado, en situaciones más drásticas donde no cumple la resistencia de diseño  $f'c$  ni a los 56 días se recurre a realizar una esclerometría y/o extracción de núcleos, para un caso extremo se debe realizar la demolición de los elementos fundidos que correspondan con dicha muestra.

**2.4.13 Actividades adicionales durante la práctica para el cumplimiento con el plan de calidad Gestión Técnica:**

**-Iniciar obra y actividades:** Se debe tener diligenciado y archivado en obra las actas de inicio de obra de cada contratista formato (FR-GT-1705-03) donde se especifica la ubicación de la obra donde se ejecutarán los trabajos objetos del contrato, el estado óptimo del lugar en donde se realizará la obra, la programación, registro del nombre del contrato con el número de contrato de obra y los números de pólizas.

**-Planificación de actividades semanales:** Se definen las actividades a realizar en la semana por contratista las cuales se consignan en un formato técnico (FR-GT-1705-04) como soporte para las actas de comité y estas deben estar diligenciadas y archivadas digitalmente y físicamente

**-Realizar cortes de obra y solicitar pago al contratista:** Se genera acta de obra anexando memoria de obra y planilla control de pagos parafiscales y seguridad social y se dejan copias archivadas en obra del acta y la factura, se registran en el *FORMATO PLANILA RELACIÓN DE CORTES Y CONTROL DE FACTURAS* (FR-GCP-1706-15).

**-Verificar equipos de medición flexómetros:** Se realiza control de flexómetros usados por los trabajadores de la obra teniendo como verificador la regla patrón certificada para comparar la exactitud de los flexómetros y también se supervisa el estado de preservación de los mismos, con el objetivo de garantizar que las ejecuciones de las actividades se realicen con altos estándares de medición, los flexómetros que se encontraban en mal estado es decir que la cinta métrica no tuviese la exactitud requerida o no tenga legibilidad en la medición.

## **2.5 Desarrollo proceso constructivo y controles de calidad estructura, mampostería y zona social.**

**2.5.1 Estructura:** Se realiza seguimiento y control a las actividades liberadas para el contratista de estructura coordinando en los procesos constructivos para suministrar los materiales elementales y necesarios, se gestionan los pedidos de acero, programación de concreto y demás, se registra los cumplimientos según especificaciones de diseño estructural y arquitectónico en el momento de ejecutado cada proceso, se supervisa diariamente los informes de las pruebas con respecto a las especificaciones mecánicas de los materiales, se verifica y se lleva registro por medio de los ensayos al acero corrugado y a los diferentes tipos de concreto.

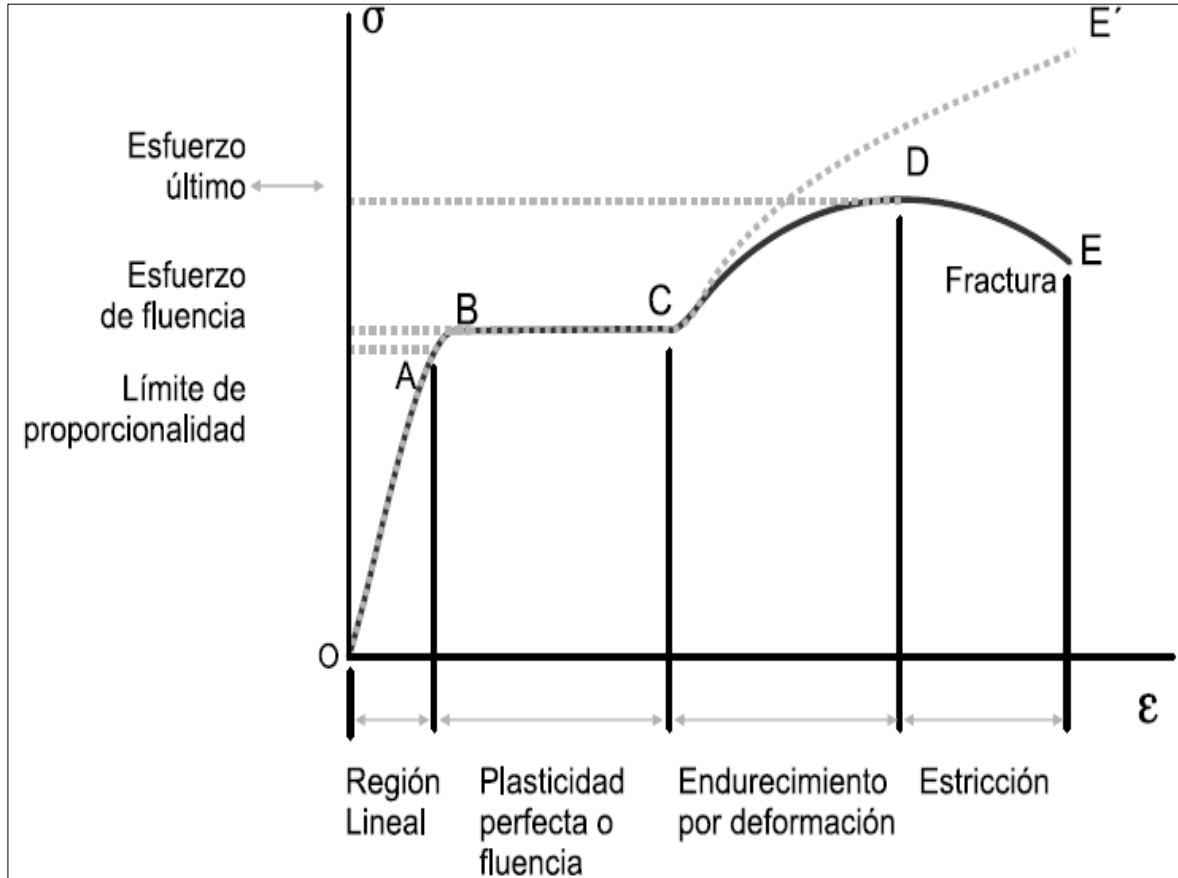
**- Ensayo de tracción con probeta normalizada:** Por medio de esta prueba realizada por *GEOLAB csp.*, se ensaya una varilla de acero

corrugado en la maquina universal a un esfuerzo de tracción hasta producir la rotura, se pueden establecer los aspectos mecánicos del material como:

- Módulo de elasticidad (E): es la relación entre la carga (tracción) y la deformación que ella produce, donde esta medición sólo es válida dentro del rango elástico del material.
- Coeficiente de Poissons: es el que establece la relación entre las deformaciones longitudinales que sufre el material en sentido perpendicular a la carga (tracción) aplicada y las deformaciones longitudinales en dirección de la carga aplicada sobre el material.
- Límite de fluencia: corresponde al límite hasta el cual la deformación es proporcional a la carga aplicada.
- Estricción: magnitud de la reducción de la sección recta que se efectúa en la zona de rotura.
- Límite elástico ( $f_y$ ).
- Resistencia a la tracción ( $f_r$ ).
- Alargamiento de rotura.

Por medio de esta prueba, se obtiene la curva de esfuerzo-deformación, observándose cuatro zonas con características bien definidas.

Figura 15 Diagrama esfuerzo-deformación de una barra de acero. Fuente: [5].



Se lleva seguimiento y control de calidad archivándose los informes enviados de ensayo de tracción por parte del contratista encargado, cumpliendo con el plan de calidad del diseño estructural del material y así ceñirse a los requerimientos técnicos de construcción, se debe comparar los resultados de la prueba con los requisitos establecidos por norma técnica colombiana.

## - Propiedades mecánicas

**Tabla 1** Requisitos de tracción. Fuente: NTC 2289 Tabla A.2

PROPIEDADES MECANICAS	Mpa	kgf/mm2	psi
Resistencia a la tracción (mínima)	550	56	80000
Resistencia a la fluencia (mínima)	420	42	60000
Resistencia a la fluencia (máxima)	540	55	78000

**2.5.2 Muros estructurales y columnas:** Se lleva a cabo el plan de control en la realización de las actividades estructurales, se establece con el contratista las acciones a ejecutar y se lleva registro con la ubicación sobre ejes estructurales, los diámetros, la cantidad, los distanciadores y las especificaciones técnicas generales.

En el diseño estructural del proyecto se evidencian columnas rectangulares y muros estructurales de 50 *cm* de lado en su mayoría, con refuerzo longitudinal de 12 barras de acero No. 6 y de longitud de 6,50 *m* como se muestra en el despiece de uno de los muros estructurales de las escaleras contra incendio y del foso del ascensor para este caso.

Figura 16 Despiece de muros estructurales MURO C2-B2.

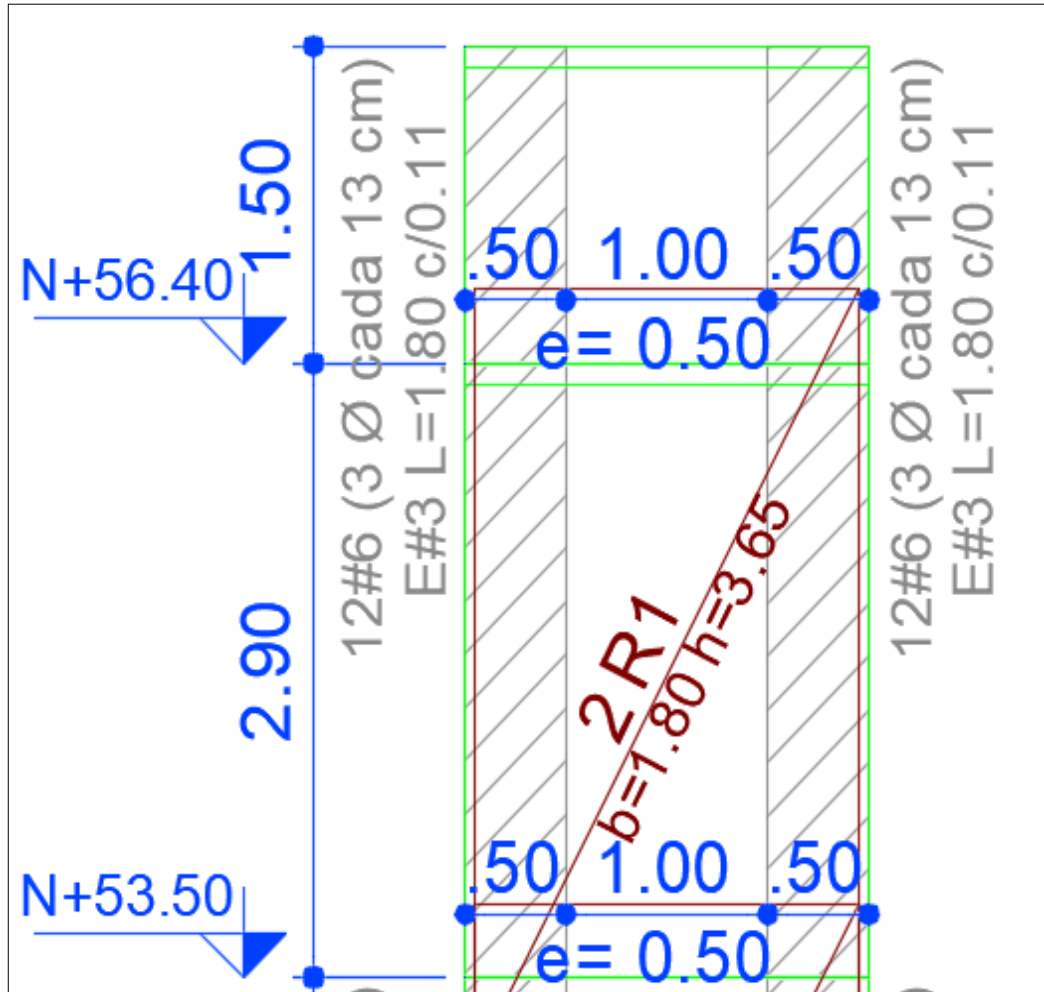
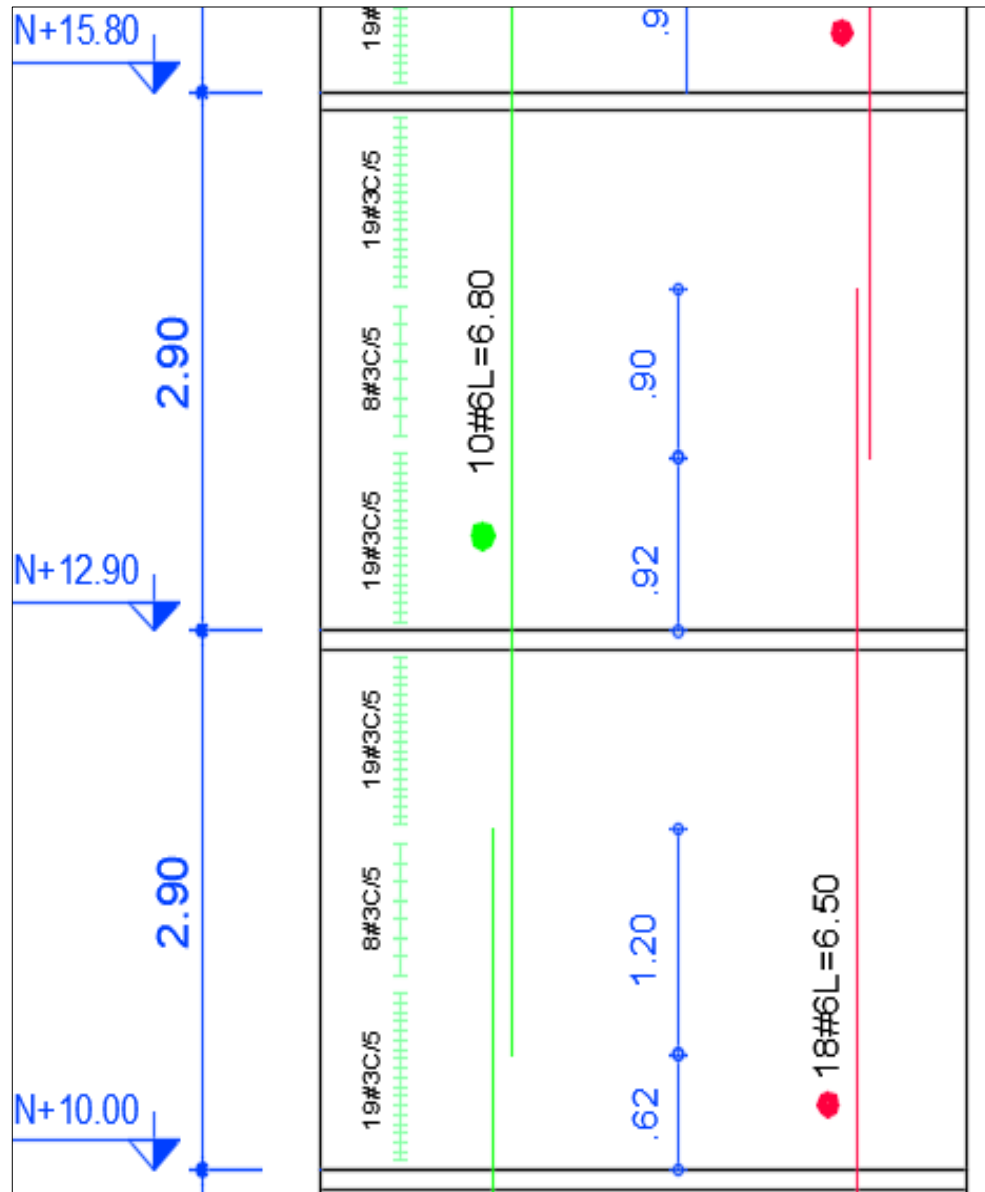
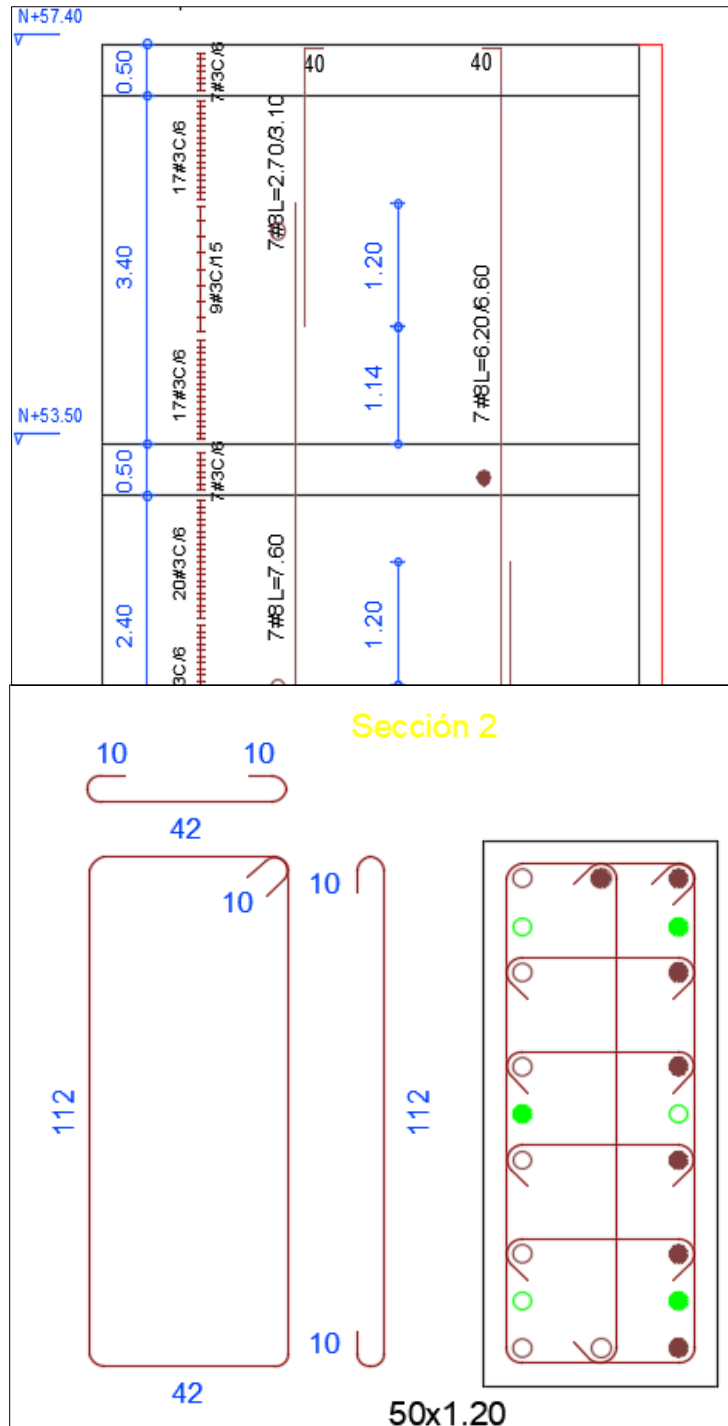


Figura 17 Despiece de intersección muros estructurales foso ascensor.



**Figura 18 Despiece de columna de 0,50x1,20m  
COLUMNA 4A.**



**2.5.3 Armado de formaleta:** Antes de la instalación de la formaleta, es primordial cerciorarse de la uniformidad en la cara interna de los tableros para obtener un buen acabado, se debe alistar o aplicar en la superficie interna del tablero con desmoldante, el cual evita la adherencia de la formaleta al concreto fraguado.

En este proceso se debe verificar la fijación de los elementos, los tableros deben permanecer fijos y debidamente soportados mediante parales metálicos proporcionando la estabilidad a los elementos, estos ayudan a una resistencia a las cargas y presiones generadas en el momento de la fundida del concreto.

**Figura 19 Armada de formaleta Encofrado de muro estructural y columna.**



**2.5.4 Fundida de elementos estructurales en concreto:** Las especificaciones del concreto a utilizar según especificaciones de diseño, es de 28 MPa (4000 psi) para las columnas y muros estructurales con un tamaño máximo de agregado grueso de  $\frac{3}{4}$ " del espaciamiento libre mínimo entre las barras (19 mm) según la NTC-174 (ASTM C33), y con un asentamiento en obra de  $6" \pm 1"$ . Con respecto a las dimensiones de recubrimiento se realiza control y verificación para cada elemento según la *NSR 10 capítulo c.7.7 Protección de concreto para el refuerzo*, el cual nos recomienda un recubrimiento mínimo de 40 mm para columnas y vigas, y un recubrimiento mínimo de 20 mm a muros estructurales, losas y viguetas que contengan barras de diámetro No 11 y menores.

Durante toda la fundida debe garantizarse el vibrado requerido permitiendo que los agregados pasen entre las separaciones entre barras y entre la formaleta evitándose hormigueros o cavidades sin fundirse adecuadamente, mejora la resistencia a la compresión e incrementa la unión entre el concreto y las barras de refuerzo.

**Figura 20 Distanciadores para garantizar el recubrimiento.**



**Figura 21 Registro del proceso de encofrado de una columna con sus distanciadores y corbatas.**



Se extrae de la mixer una muestra antes de comenzar con la fundida de los elementos, con la muestra se elaboran los especímenes cilíndricos de concreto según ensayo de resistencia a la compresión estipulado en la *NTC 673*, con el objetivo de verificar que la resistencia del concreto suministrado cumpla con las especificaciones del diseño estructural.

Para la elaboración de los cilindros de concreto se debe disponer una superficie nivelada y regirse de los procedimientos descritos en la *NTC 454*, los cilindros deben ser protegidos de la intemperie, como lo son la exposición al sol y a la lluvia afectando el fraguado.

Las muestras son desencofradas después de 24 horas de la elaboración, son marcadas y almacenadas en una pila de curado, según el *ACI 308 R* por sus siglas en inglés (American Concrete Institute), especificando el proceso por el cual el concreto madura y endurece debidamente con la exposición a la hidratación continua y de temperatura adecuada.

**Figura 22 Curado de cilindros de concreto con fechas y números de muestra.**



**2.5.5 Importancia de las muestras de concreto ensayos destructivos y no destructivos:** Se enfatiza con gran relevancia al seguimiento, control y registro que se realiza para el concreto, garantizando la resistencia que debe presentar según el diseño, se relacionan los resultados en documentos físicos y digitales especificando detalladamente a qué elementos estructurales corresponde siguiendo los parámetros a la gestión técnica constructiva y plan de calidad.

Un ejemplo específico del seguimiento de calidad en la construcción, son los elementos fundidos correspondientes a la muestra de concreto No. 82 para la obra MONZA 23 con una resistencia teórica de 4000 *psi*, la cual se enlaza con la siguiente ubicación: *columnas 3D-2A y muro estructural B2 (desde N+0,00 a N+4,20)*.

De acuerdo a resultados entregados del laboratorio encargado a realizar el ensayo a compresión *GEOLAB CSP.*, dos cilindros fallados a 7 días de curado obtuvieron una resistencia de 2687 *psi* correspondiendo al 64,68% de *f'c* de diseño, generándose la alarma de no cumplimiento del 65% a los 7 días, y se esperan resultados a 28 días de curado, los cuales alcanzaron una resistencia de 3716 *psi* correspondiendo al 92,9% de *f'c* de diseño, dando no cumplimiento con la muestra designada y solicitando cilindro de concreto de testigo a 56 días de curado en obra en condiciones óptimas, dando como resultado una resistencia de 3815 *psi* correspondiendo al 95,38% de *f'c* de diseño.

Al generarse la alerta por el ensayo a compresión, se realiza la prueba de esclerometría a los elementos que pertenecen a dicha muestra por parte de *KER Ingeniería SAS*, el cual determina una comparación in situ no destructiva, que mediante un índice de rebote contra el material establece una relación entre los elementos de los cuales están en duda su

resistencia, basándose en otros elementos cuya muestra cilíndrica haya dado como satisfactoria siendo de la misma resistencia  $f_c$  de diseño de este modo se constituye la diferencia significativa en el índice de rebote obtenido con el esclerómetro (*diferencia en la lectura del esclerómetro entre los elementos cuyas muestras dieron a satisfacción la resistencia esperada a la edad de curado en el ensayo a compresión*).

Luego se determina el estado de los elementos estructurales comprometidos con el ensayo no destructivo teniendo en cuenta el procedimiento para las tomas de índice de rebote, se realiza el impacto al material con un ángulo de  $90^\circ$  y se registra el ángulo con la horizontal del martillo de Schmidt o esclerómetro, arrojándonos resultados en medida *índice de rebote*, se ejecutan 30 veces y se registra el resultado promedio, se utiliza la gráfica para esclerómetro a  $0^\circ$  con la horizontal para nuestro caso, arrojando en  $N/mm^2$  o MPa. en la tabla representativa para el resultado de esclerometría.

**Figura 23 Escaneo del acero en muro estructural ensayo no destructivo de esclerometría.**



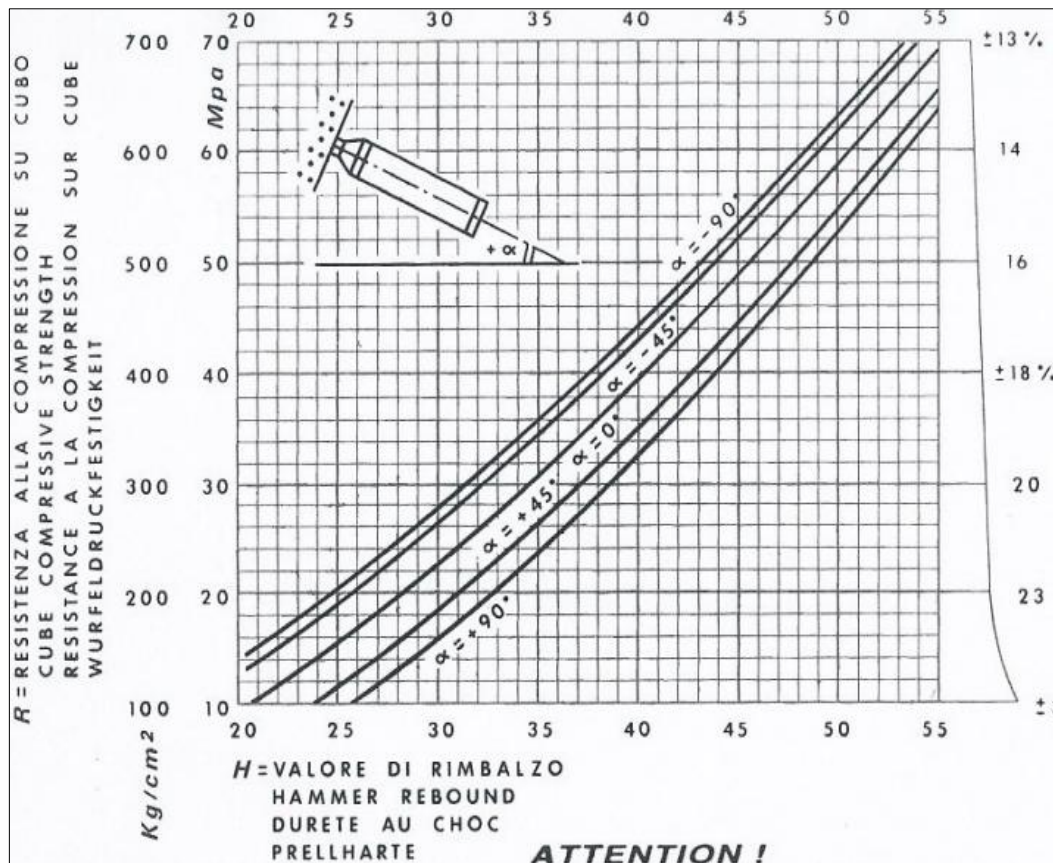
**Figura 24 Ejecución del ensayo no destructivo de esclerometría con un ángulo de 0° con la horizontal y en zonas excluyentes de acero.**



**Figura 25 Lectura de índice de rebote del esclerómetro.**



**Figura 26 Gráfica de índice de rebote vs. Resistencia a compresión MPa.**  
**Fuente: ASTM C805 / C805M-13a [6].**



**2.5.6 Seguimiento y control instalación de mampostería:** Se proyecta las liberaciones de las actividades correspondientes a mampostería, se suministra planos a los encargados y acompañamiento para satisfacer dimensiones y demás especificaciones establecidas por el diseñador.

Se registra el avance y el proceso de mampostería con formato libre, correspondiente a cada apartamento revisando dovelas, plomos, malla RAM, escuadra y alineación de los muros para cumplimiento de los planos. Se lleva registro y control a las prolongaciones de redes de tubería eléctrica e hidrosanitarias dentro de la mampostería.

**Figura 27 Avance en el replanteo y construcción de muros de mampostería correspondientes al apartamento 706.**



**Figura 28 Avance en el proceso de mampostería correspondiente al apartamento 903. Se verifica dovelas, plomos y alineación de los muros.**



**Figura 29 Avance en el proceso de mampostería de vacío interno correspondiente al punto fijo comprendido entre ejes B-C y 2-3 del piso 6.**



**2.5.7 Seguimiento y control de calidad al desarrollo de procesos constructivos zona social:** La zona social del proyecto MONZA 23 está ubicada en el piso 19 (N+53,50 y N+54,70) y consta de BBQ, gimnasio, zona infantil, terraza, hidropiscina, solárium, baños y sauna. Se realiza acompañamiento para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos por el diseñador, se supervisa el proceso constructivo de la estructura y la mampostería, se utilizó concreto impermeabilizado de 3000 *psi* para la placa aligerada, la placa maciza y para las cubiertas aligeradas y maciza.

**Figura 30 Avance en el proceso armado de acero cubierta gimnasio placa aligerada.**

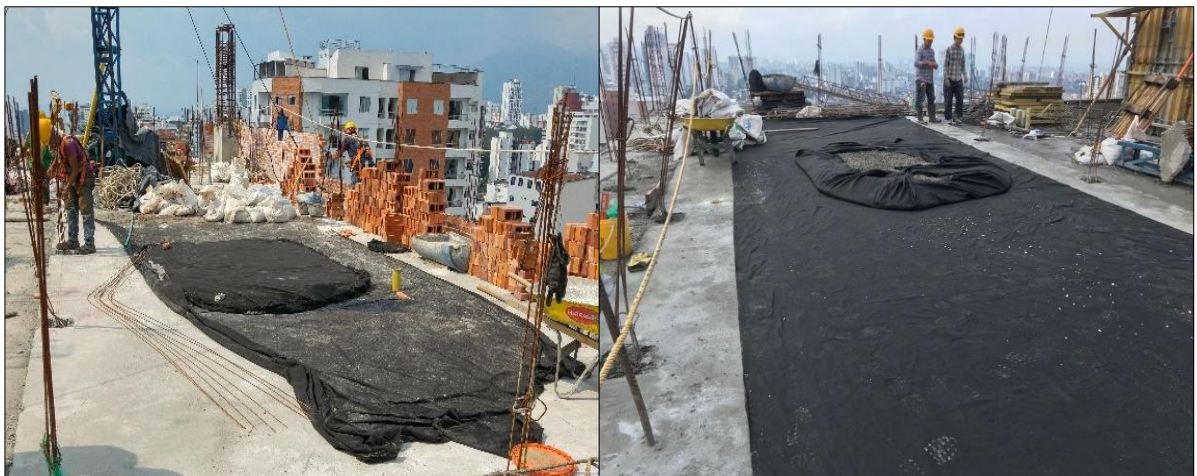


**Figura 31 Avance en el proceso mampostería confinada y armado de acero placa maciza zonas húmedas.**



Para la construcción del soporte de la hidropiscina prefabricada en fibra de vidrio y para la placa maciza que remata por debajo a la altura de la pestaña de la hidropiscina, se requirió mampostería confinada según especificaciones técnicas del diseñador, con columnetas, vigas cinta y vigas descolgadas, confinando la mampostería bloque de arcilla tradicional con perforación horizontal de 15cm de ancho, para asentar la piscina en su lugar se preparó mortero impermeabilizado de 6cm a 4cm con pendiente a su centro para drenaje, encima del sifón de 3" se instaló grava de ¾" confinado con geotextil ocupando 1/3 del área de asentamiento de la hidropiscina para impedir taponamiento por arenas y finos, para finalizar se colocó arena con espesor de 8cm a nivel.

**Figura 32 Avance en el proceso de drenaje para la hidropiscina.**



Una vez ubicada la hidropiscina y asentada, se levantaron los muros en mampostería teniendo en cuenta los puntos hidráulicos, eléctricos y sanitarios, se procedió a instalar muros perpendiculares a la pared de la hidropiscina y debajo de las bancadas y escalas distanciándolas cada 70cm para dar mayor estabilidad y soporte, se realizó seguimiento y control

verificándose según especificaciones determinadas por el manual del proveedor de la hidropiscina.

Luego de levantar la mampostería alrededor de la hidropiscina se confinó la arena de esta rellenándose de cemento pobre en los laterales para evitar asentamientos por pérdida de arena.

**Figura 33 Avance en el proceso de mampostería confinada de la hidropiscina.**



**Figura 34 Avance en instalación de concreto pobre para confinar el colchón de arena.**



- Terminación en la estructura zona social: Registro fotográfico.

**Figura 35 Avance en el proceso estructural cubierta gimnasio, sobre recorrido ascensores y cubierta ascensores.**



**Figura 36 Avance en el proceso de armado de placa maciza e instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.**



**Figura 37 Avance en el proceso de fundida de la placa maciza de las zonas húmedas concreto impermeabilizado de 7" de asentamiento 3000psi.**



**Figura 38 Avance en el proceso de instalación estructura metálica ascensores.**



**Figura 39 Avance en el proceso de instalación mampostería en limpio BBQ zona social, muro con vigueta.**



**Figura 40 Avance en el proceso de instalación bloque de cemento, bordillo de cubierta.**



**Figura 41 Avance en el proceso de instalación de mortero en la cubierta del gimnasio, y el bordillo con bloque de cemento.**



**2.5.8 Apoyo administrativo en obra como ingeniero auxiliar:** Con el objetivo de regirse al plan de calidad en obra, se registra, se junta en actas, en informes técnicos con registros fotográficos Se apoya en la realización de actas de comité semanal en base al planeamiento de actividades semanales gestionado con el equipo profesional de obra como el residente de obra, auxiliar de obra junto con los encargados en obra de cada contratista, con el propósito de programar actividades liberadas para la siguiente semana y evaluar el estado de avance de obra y buscar soluciones para mitigar los procesos que se encuentren como ruta crítica.

El seguimiento y registro en la realización de las actividades en obra por contratista es indispensable para obtener orden y control de entregas formales, donde también se evidencia los atrasos según la meta semanal de cada actividad y se determina la calificación de cada contratista registrándose en la planificación semanal de actividades *formato técnico (FR-GT-1705-04)*, dando cumplimiento al plan de calidad en las actas de comité de obra (*FR-GT-1705-02*) para cada comité semanal.

**Figura 42 Cartelera de seguimiento en el avance de obra por contratistas.**





### 3. CONCLUSIONES

- Realizar una práctica empresarial como modalidad de proyecto de grado, permite adquirir experiencia constructiva con un desarrollo amplio, útil y apropiado para complementar el conocimiento académico, como supervisar y controlar las actividades técnicas de construcción, los materiales empleados, mecanismos de calidad en los procesos, acercamiento a las diferentes ramas de la construcción, mayor conocimiento en detalles normativos técnicos, etc. La experiencia en campo permite afianzar el conocimiento adquirido durante el pregrado.
- Es de suma importancia realizar acompañamiento, seguimiento y control para validar los registros de verificaciones durante las ejecuciones de los procesos constructivos, apoyándose íntegramente en el plan de calidad, lo cual permite evitar no conformidades en los procesos.
- Se debe evitar trabajos adicionales y costos no presupuestados, utilizando la programación de obra y el sistema de control de calidad para la gestión técnica de construcción.
- Tener una relación óptima con los contratistas ayuda a tener una comunicación asertiva y una correcta ejecución de actividades, alineándose siempre con el plan de control de recursos y realización del producto, para ejecutar, liberar y controlar actividades en obra.

## REFERENCIAS

- [1] Localización Edificio Monza 23. Disponible en: <http://inacar.co/propiedad/monza-23-bucaramanga/> [Citado 28 de febrero de 2018].
- [2] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – ICONTEC. Ensayo de asentamiento del concreto. NTC-396, Bogotá D.C. [Citado 28 de febrero 2018].
- [3] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – ICONTEC. Concreto fresco toma de muestras. NTC-454, Bogotá D.C. [Citado 28 de febrero 2018].
- [4] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – ICONTEC. SIDERURGIA. DEFINICIONES Y MÉTODOS PARA LOS ENSAYOS MECÁNICOS DE PRODUCTOS DE ACERO. NTC-3353, Bogotá D.C. [Citado 28 de febrero 2018].
- [5] Manual del acero Gerdau Diaco, para construcciones sismoresistente, disponible en: <https://www.gerdau.com.co/Portals/0/Manual%20Sismoresistencia%202012.pdf> [Citado 28 de febrero 2018].
- [6] Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete ASTM C805 / C805M – 13a, [Citado 28 de febrero 2018].

## BIBLIOGRAFIA

INACAR. (2017). Procedimiento e instructivo para control y verificación de equipos de medición P-GT-016 Vr. 7, p.1-5, Bucaramanga, Santander.

INACAR. (2017). Procedimiento e instructivo planeación técnica y construcción P-GT-002 Vr. 12, p.1-28, Bucaramanga, Santander.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – INCONTEC. Concreto fresco toma de muestras. NTC-454, Bogotá D.C.: Citado 28 de febrero de 2018.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN INCONTEC. Ensayo de asentamiento del concreto. NTC-396, Bogotá D.C.: Citado 28 de febrero de 2018.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – INCONTEC. SIDERURGIA. DEFINICIONES Y MÉTODOS PARA LOS ENSAYOS MECÁNICOS DE PRODUCTOS DE ACERO. NTC-3353, Bogotá D.C.: Citado 28 de febrero de 2018.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN INCONTEC. Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto En Obra NTC-3353, Bogotá D.C.: Citado 28 de febrero de 2018.

Manual del acero Gerdau Diaco, para construcciones sismoresistente, disponible en:

<https://www.gerdau.com.co/Portals/0/Manual%20Sismoresistencia%202012.pdf>:

Citado 28 de febrero de 2018.

Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete ASTM C805 /  
C805M – 13a: Citado 28 de febrero de 2018.