

APOYO EN LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE OBRA DE VIVIENDA DE  
INTERÉS SOCIAL EN ALFREDO AMAYA H CIA LTDA

Presentado por:  
DIEGO ENRIQUE DÍAZ ARCINIEGAS

Docente supervisor:  
ING. GUSTAVO ANDRÉS OSPINA IDARRAGA

Supervisor de práctica:  
ING. NAZLY JULLYETH GALINDO ORTIZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
2016

*A mi madre.*

## CONTENIDO

CONTENIDO.....	3
LISTA DE TABLAS .....	5
LISTA DE FIGURAS .....	6
GLOSARIO .....	8
INTRODUCCIÓN .....	1
1. LA EMPRESA ALFREDO AMAYA H .....	4
1.1. HISTORIA.....	4
1.2. SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD .....	4
1.2.1. Objetivos de la calidad .....	5
1.2.2. Misión.....	5
1.2.3. Visión .....	5
2. EL PROYECTO CIUDELA VALLE DE BARROBLANCO: CONJUNTO TRAPICHE .....	7
3. OBJETIVOS DE LA PRACTICA.....	12
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	12
4. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PRACTICANTE .....	13
4.2. FUNCIONES .....	13

4.3. RESPONSABILIDADES .....	14
5. REPORTE DE ACTIVIDADES .....	15
5.1. CANTIDADES ESTANDAR POR VIVIENDA.....	15
5.2. CIMENTACIÓN.....	17
5.2.1. Localización topográfica.....	18
5.2.2. Excavación.....	18
5.2.3. Mortero de limpieza .....	20
5.2.4. Colocación del refuerzo .....	20
5.2.5. Fundida de la cimentación .....	22
5.2.6. Relleno sobre la zarpa .....	23
5.3. ESTRUCTURA TIPO TUNEL .....	23
5.3.1. Malla electrosoldada .....	23
5.2.2. Placas aligeradas.....	25
5.2.3. Muros estructurales.....	41
5.3. CONTROL DE CALIDAD POR PARTE DE LOS CONTRATISTAS ..	47
6. CONCLUSIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA .....	50

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica del proyecto.....	11
Tabla 2. Formato (parcial) de requisición .....	16
Tabla 3. Comparativo entre la excavación con maquinaria y manual .....	19
Tabla 4. Dosificación expresada en unidades métricas .....	35
Tabla 5. Dosificación expresada en términos de operación .....	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Logo de la empresa .....	4
Figura 2. Ubicación del proyecto en mapa metropolitano .....	8
Figura 3. Imagen satelital de la ubicación del proyecto.....	9
Figura 4. Ubicación del proyecto con punto de referencia .....	10
Figura 5. Panorámica de la excavación realizada.....	19
Figura 6. Paneles cilíndricos de 7 centímetros.....	21
Figura 7. Malla electrosoldada en obra .....	25
Figura 9. Panorámica de dos placas y un puntofijo sin fundir. ....	26
Figura 10. Viga decolgada de la placa maciza del puntofijo. ....	27
Figura 11. Placa con instalacion de las redes electricas y sanitarias.....	28
Figura 13. Bomba de concreto.....	30
Figura 14. Carmix.....	30
Figura 15. Fundida y corte de placa en proceso .....	31
Figura 16. Muestras de concreto frescas, tomadas en obra .....	32
Figura 17. Esclerómetro calibrado de la empresa Geolab .....	34
Figura 18. Muros de mampostería aplomados y desaplomados.....	38
Figura 19. Casetones instalados en la placa .....	39
Figura 20. Muros estructurales fundidos (parte inferior) y refuerzo de elementos verticales (parte superior).....	41
Figura 21. Fundida de muros en proceso (izquierda) siguiente módulo a la espera de ser fundido (derecha) .....	42

Figura 22. Acero de refuerzo de los elementos verticales de los muros .....	43
Figura 23. Acopio de formaleta en obra .....	44
Figura 24. Encofrado de formaleta para antepechos .....	45
Figura 25. Formaleta para muros con entablado para el desplazamiento de los obreros .....	45
Figura 26. Chapeta, pin o cucaracha .....	46
Figura 27. Corbata .....	46
Figura 28. Pines .....	46

## GLOSARIO

**ACELERANTE:** Aditivo que acelera el proceso de endurecimiento del concreto, para obtener mejores resistencias a temprana edad.

**ADITIVO:** Producto químico que se adiciona en baja proporción a la mezcla de concreto con el fin de modificar alguna de sus propiedades y adecuarlo al fin que se destine.

**AGREGADO:** Conjunto de partículas interés, naturales o artificiales apropiados para la fabricación del hormigón. [22]

**AGREGADO FINO:** Para una mezcla de concreto son las partículas cuyo diámetro es inferior a 5 mm (arena).

**AGREGADO GRUESO:** Para una mezcla de concreto son las partículas cuyo diámetro es mayor a 5 mm y su tamaño máximo es de ½ pulgada (piedra triturada).

**ALINEADOR:** Elemento que se utiliza para rectificar vertical y horizontalmente los acoples entre tableros. También se utilizan a manera de pasamanos en los andamios y palomeras.

**ANTEPISO:** Placa de contrapiso.

**AYUDANTE:** Obrero raso, que está para asistir al oficial en lo que necesite y también trabaja con el ánimo de aprender la labor por medio de la experiencia.

**BOMBA DE CONCRETO:** Maquinaria que se utiliza para bombear el concreto hasta su destino final a través de una tubería.

**BUITRÓN:** Espacio dentro de una edificación destinado a la conducción de tuberías verticales (montante de la red hidráulica, bajantes de aguas negras y lluvias, red eléctrica y de comunicaciones, etc.)

**CEMENTO PORTLAND:** Es el reactivo o ligante hidráulico, el reactivo principal de un mortero. Es un cemento producido con Clinker portland y yeso natural.

**CHAPETA:** Elemento que acopla los paneles de una formaleta.

**CIMENTACIÓN:** Parte de la estructura encargada de transmitir y distribuir al suelo las cargas totales de una edificación.

**CIMENTACIÓN CORRIDA:** Cimentación cuya relación ancho-longitud es despreciable por lo cual se idealiza que transmite carga lineal al suelo.

**CON-TECH:** Es un sistema constructivo *in situ* desarrollado en Estados Unidos de amplio uso en el contexto internacional. Emplea formaleta, concreto y acero de refuerzo. Para la construcción se funden muros de concreto empleando formaletas de aluminio que permiten obtener un buen terminado con un notable rendimiento de construcción puesto que las instalaciones del refuerzo resultan de fácil colocación en la obra. [23]

**CONCRETO:** Mezcla de cemento Portland como sustancia aglutinadora, agregado fino (arena), agregado grueso (triturado) y agua. Algunos autores también incluyen el aire entre las sustancias que conforman el concreto, ya que la cantidad de aire entre las sustancias que conforman el concreto, ya que la cantidad de aire incluida en la mezcla debe ser controlada para garantizar la resistencia o propiedades requeridas.

**CONCRETO ARMADO:** Concreto reforzado

**CONCRETO BOMBEADO O BOMBEABLE:** Concreto que es transportado y colocado en el sitio a través de una manguera o tubo por medio de una bomba. Este concreto debe ser un concreto con una plasticidad mayor para que pueda fluir sin dificultades a través de la tubería.

**CONCRETO DE LIMPIEZA:** Mortero de limpieza.

**CONCRETO DE SOLADO:** Mortero de limpieza.

**CONCRETO PREMEZCLADO:** Concreto que es dosificado y mezclado fuera del sitio de la obra y es entregado en el área de construcción en estado fresco y sin endurecer.

**CONCRETO REFORZADO:** Concreto cuyas capacidades de resistencia estructural son optimizadas con el uso de refuerzo de acero estructural.

**CONTRAMAESTRO:** Persona de confianza que vigila la labor de los demás oficiales y obreros.

**CONTRATISTA:** Persona que por contrato es la responsable de la ejecución de una obra material o de proveer algún servicio para alguna corporación.

**CORBATA:** Elemento utilizado para determinar el espesor de los muros con formaleta.

**DESGRAFILAR:** Quitar grafileras de una malla electro soldada.

**DINTEL:** Elemento estructural que descuelga de alguna altura. Se podría decir que es lo opuesto a un antepecho.

**ENCOFRADO:** Proceso de ensamblado de formaleta.

**ESCLERÓMETRO:** Es un aparato que tiene un martillo metálico de rebote utilizado para hallar de manera aproximada y no destructiva la resistencia del concreto,

midiendo el número de rebotes del martillo luego de ser disparado contra una superficie de concreto endurecido.

**ESTRIBO:** Refuerzo utilizado para resistir el esfuerzo a cortante y para mantener amarrado el refuerzo longitudinal de un elemento estructural.

**FIGURADO:** Proceso de corte y modelamiento de las varillas de refuerzo para obtener la forma de los estribos especificada en planos estructurales.

**FLEJE:** Estribo.

**FORMALETA:** Elemento que hace la función de molde de elementos estructurales de edificaciones, dentro del cual se vacía el concreto.

**FRAGUADO:** Cambio del estado fluido al estado rígido de una pasta de cemento, mortero o concreto que implica pérdida de elasticidad.

**GANCHO:** Doblez que se le hace a una barra de refuerzo para que al ser embebida dentro del concreto haga las veces de anclaje dentro del elemento o nudo de apoyo.

**GRAFIL:** Diámetro de una varilla de refuerzo de diámetro milimétrico. En el medio de la construcción también se utiliza este término para referirse a las varillas de refuerzo de diámetro milimétrico.

**HIERRO:** Término utilizado comúnmente para referirse a las varillas de refuerzo que vienen en pulgadas, ya que anteriormente se utilizaba el hierro como principal material para el refuerzo de estructuras, pero debido a que su tipo de rotura no es suficientemente dúctil, las investigaciones de aleaciones con carbono llevaron a la utilización del acero como material indispensable para el reforzamiento de estructuras.

**HORMIGÓN:** Concreto.

ISO: *International Organization for Standardization*. Significa en inglés: Organización Internacional para Estandarización, y es la organización líder en el mundo del desarrollo de estándares internacionales, los cuales son aplicables a cualquier lugar del planeta tierra.

JUNTA DE CONSTRUCCIÓN: Interrupción de la colocación del concreto, ya sea temporal, de construcción, o permanente. [1]

MALLA ELECTROSOLDADA: Malla formada por varillas de diámetro milimétrico unidas entre sí formando ángulos rectos, mediante un proceso de electro soldado, con espaciamentos exactamente definidos. La electrosoldadura se usa como el refuerzo por temperatura en el sistema tradicional o como refuerzo principal en el sistema túnel.

MIXER: Significa “mezcladora” el inglés y es un término muy utilizado en el medio para referirse al camión mezclador.

MOCHETA: Muro saliente de longitud corta, que sale de otra pared.

MORTERO: Mezcla de cemento, agregado fino y agua.

MORTERO DE LIMPIEZA: Capa de mortero que se coloca sobre el suelo de cimentación para asegurar una superficie uniforme sobre la cual se va a colocar la cimentación.

MORTERO DE SOLADO: Mortero de limpieza.

MURO: Elemento cuyo espesor es mucho menor en relación a sus otras dos dimensiones, usualmente vertical, utilizado para delimitar espacios.

MURO ESTRUCTURAL: Son muros que se dimensionan y diseñan para que resistan la combinación de fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales inducidas por cargas verticales y horizontales. Un muro de cortante es un muro estructural.

NEGATIVO: Vano o espacio dejado libre de concreto dentro de un elemento fundido.

OFICIAL: Persona que trabaja en un oficio manual, con un proceso de aprendizaje culminado, pero sin ser maestro aún.

PANELA: Elemento fabricado de mortero utilizado para asegurar el recubrimiento de cualquier elemento embebido.

PASE: Negativo que se deja en una placa o muro con un tubo de diámetro mayor para posteriormente pasar un tubo a través del hueco que queda.

PELO: Parte de la varilla de grafil de una malla electro soldada que quedan salientes alrededor del perímetro de la malla.

PIN: Pedazo corto de varilla 3/8 liza que se utiliza para fijar las corbatas en su lugar.

PLACA DE CONTRAPISO: Placa de concreto fundida directamente sobre el suelo.

SISTEMA TRADICIONAL: Sistema constructivo *in situ* en el cual los principales elementos estructurales son columnas, vigas y placas aligeradas.

SISTEMA TIPO TUNEL: Sistema constructivo industrializado *in situ* en el cual los principales elementos estructurales son muros de concreto y placas macizas reforzadas con malla electro soldada.

SUBCONTRATISTA: Persona contratada por un contratista para delegar la ejecución de la actividad asignada por la entidad contratante.

TORRE GRÚA: Máquina de gran altura utilizada para cargar grandes cantidades de cualquier tipo de material.

TRITURADO: Agregado grueso del concreto.

TROMPO: Termino utilizado comúnmente para referirse a la unidad mezcladora de un camión mezclador.

VANO: Luz o espacio dejado para una ventana, puerta o elemento similar.

VIGA DE AMARRE: Viga descolgada destinada para amarrar la cimentación de una estructura y NO para recibir carga vertical.

VIGA DE CIMENTACIÓN: Viga apta para recibir carga vertical, y que hace parte del sistema de cimentación de una estructura.

VIGA DESCOLGADA: Viga que en la parte superior de su sección transversal se encuentra insertada dentro de una placa estructural.

ZARPA: Tacón de la zapata; parte de la viga T invertida que hace las veces de zapata del sistema de cimentación.

## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** APOYO EN LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE OBRA EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA EN ALFREDO AMAYA H CIA. LTDA.

**AUTOR(ES):** DÍAZ ARCINIEGAS, Diego Enrique

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** PhD. Gustavo Andrés Ospina Idarraga

### RESUMEN

Es importante aprovechar al máximo los recursos disponibles, es decir, obtener una alta eficiencia sin descuidar la calidad. Este proyecto acompañó en la planeación, evaluó el control y la calidad en obra de los materiales críticos de una construcción en sistema tunel: el proyecto Conjunto Trapiche. Este proyecto se limita a los procesos relacionados con el concreto; la estructura propia del sistema. Para el control de calidad de obra se siguió el procedimiento del S.G.C. de Alfredo Amaya H Cia. Ltda., que abarca la planeación, solicitud de materiales, control de reformas, revisión de obra y entrega de viviendas. También se cuantificó la cantidad de desperdicio de concreto en las diferentes actividades de la estructura túnel, siendo la cimentación la que más produjo debido a que en esta no se utilizó formaleta. La calidad en obra y los materiales críticos utilizados fueron satisfactorios. La eficiencia de construcción con formaleta (sistema Con-tech), permite rapidez al momento de fundir elementos y el transporte de la misma se da con relativa facilidad por su tamaño y peso moderado. Sin embargo el desperdicio que este sistema genera sigue siendo un tema de alto impacto.

### PALABRAS CLAVES:

Planeación, Control, Calidad, Concreto, Desperdicio, Formaleta, Sistema tunel

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

## GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TITLE:** PLANNING SUPPORT AND WORK CONTROL IN HOUSING CONSTRUCTION PROJECTS IN ALFREDO AMAYA H CIA. LTDA.

**AUTHOR(S):** DÍAZ ARCINIEGAS, Diego Enrique

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** PhD. Gustavo Andrés Ospina Idarraga

### ABSTRACT

It is important to make the most of available resources, achieve high efficiency without sacrificing quality. This project accompanied in planning, control and evaluate the quality work of critical materials in tunnel construction system: the Joint Trapiche project. This project is limited to the processes related to the concrete; the structure of the system. For quality control of work the procedure followed was the C. G. S. Alfredo Amaya H Cia. Ltda., covering the planning, application materials, control reforms, review of work and housing delivery. The amount of waste concrete was also quantified in the different activities of the tunnel structure, being the foundation the most produced because this was not used in formwork. Quality work and critical materials used were satisfactory. The efficiency of construction formwork (Con-tech system), allows quickly when melt and transport elements thereof occurs relatively easily in size and moderate weight. However this system generates waste that remains an issue of high impact.

### KEYWORDS:

Planning , Control, Quality, Concrete, Waste, Formwork , Tunnel system

### V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

## INTRODUCCIÓN

La construcción es indudablemente un sector muy importante de cada país, pero a pesar de su importancia, es una de las industrias que funciona con menor grado de desarrollo en Latinoamérica, caracterizada por grandes deficiencias y falta de efectividad.

Vivo ejemplo de ello es que a una obra entran constantemente camiones llenos de materiales de construcción para las diferentes actividades que en ella se realizan y salen volquetas llenas con material denominado como escombros. Una actividad en la cual la cantidad de material útil es bastante menor que la cantidad designada para tal actividad, es una actividad con utilización pobre de recursos, es decir, ineficiente. Este es el caso de la construcción tradicional en nuestro medio, ya que aún no se ha visto la necesidad obligatoria de optimizar el manejo de los materiales en obra debido a que todavía se cree que se cuentan con grandes reservas de recursos naturales y a la falta de conciencia y cultura ambiental.

Los sistemas constructivos industrializados se están convirtiendo cada vez más en la opción para aumentar la eficiencia en la construcción. La industrialización de la construcción puede ser prefabricada o *in situ*. El sistema túnel es un tipo de construcción realizada *in situ*; el gran éxito de este sistema es la gran velocidad de la construcción que aumenta el rendimiento y disminuye los costos del proyecto.

El presente trabajo pretende, aprovechando la oportunidad brindada para hacer la práctica empresarial en la obra Ciudadela Valle de Barroblanco: Conjunto Trapiche, evaluar la calidad de la construcción en sistema tipo túnel y hacer un estudio de la eficiencia del sistema. Para esto se plasmaron los siguientes objetivos en el plan de trabajo:

Evaluar el avance de obra y de urbanismo de la construcción Ciudadela Valle de Barroblanco: Conjunto Trapiche durante el periodo de realización de la práctica.

Evaluar la calidad de los materiales críticos utilizados en la obra Ciudadela Valle de Barroblanco: Conjunto Trapiche.

Identificar los procesos constructivos menos eficientes del sistema túnel cuantificando la cantidad de desperdicio producido en la obra Ciudadela Valle de Barroblanco: Conjunto Trapiche.

La identificación de los procesos constructivos menos eficientes se limita a los procesos relacionados con el concreto que se lleven a cabo durante el periodo de realización de la práctica. Al final de la práctica, se presentó a la empresa Alfredo Amaya H Cia. Ltda. un informe con toda la información recopilada, para su estudio y aplicación en adelante.

Para el control de calidad en obra, se tuvieron presentes los procesos del Sistema de Gestión de Calidad de Alfredo Amaya H Cia. Ltda., con el fin de actual acorde a las normas internas de la empresa.

El contenido principal del libro se dividió en 5 capítulos: en la primera y segunda parte del libro se habla de la empresa y del proyecto, respectivamente; y

en cada uno de los tres capítulos siguientes se tratan por separado temas de cada objetivo. El último de estos tres, es decir, el capítulo 5, es el tema correspondiente al aporte de la práctica empresarial.

## 1. LA EMPRESA ALFREDO AMAYA H

### 1.1. HISTORIA

Alfredo Amaya H Cia. Ltda. Es una empresa comprometida a cimentar, diseñar y construir vivienda con compromiso constante y calidad certificada. Cumpliendo los requisitos de sus clientes, legales y reglamentarios; asegurando la entrega de los proyectos a la fecha establecida y la mejora continua de la organización mediante la rentabilidad y permanencia en el mercado. [16]

*Figura 1. Logo de la empresa*



*Fuente: Página web de Alfredo Amaya H [www.amayacia.com]*

### 1.2. SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

El fin último de un sistema de gestión de calidad en cualquier empresa es el de lograr satisfacer las necesidades y las respectivas del cliente, en todos los aspectos, pues el cliente es la razón por la cual trabajan las empresas; es el ser que hace que una empresa se mueva y un Sistema de Gestión de Calidad se enfoca en el cliente y en la importancia imperiosa que merece.

### **1.2.1. Objetivos de la calidad**

- ✓ Cumplir con las fechas de entrega pactadas con el cliente y en general, cualquier acuerdo pactado en un margen de tiempo.
- ✓ Lograr la mayor eficacia y eficiencia en los procesos organizacionales y constructivos.
- ✓ Aumentar el nivel de competencia del personal para el buen desarrollo de sus labores.

La compañía Alfredo Amaya H. y Cia. establece en sus estatutos legales, la siguiente misión y visión corporativa. [16]

### **1.2.2. Misión**

En Alfredo Amaya H Cia. Ltda., permanentemente: cimentamos, diseñamos y construimos vivienda con compromiso constante y calidad certificada.

### **1.2.3. Visión**

Seremos reconocidos en el año 2018 como el líder de la industria de la construcción de vivienda en el departamento de Santander, contando con un equipo de trabajo comprometido con la calidad del desarrollo de los proyectos, introduciendo conceptos de auto sostenibilidad, el uso de recursos controlados y el crecimiento continuo que permitan la obtención de rentabilidad; en pro de garantizar la entrega oportuna de la obra y el incremento de la satisfacción del cliente, quien compartirá el deseo de seguir eligiendo nuestros proyectos.

En la misión y la visión de la empresa se destaca su compromiso con la calidad de sus proyectos terminados y como esta es el camino a transitar para lograr el reconocimiento regional en Santander.

## **2. EL PROYECTO CIUDADELA VALLE DE BARROBLANCO: CONJUNTO TRAPICHE**

En el municipio de Piedecuesta, en la vereda de Barroblanco; se construye el macro proyecto Ciudadela Valle de Barroblanco. Compuesta inicialmente por 4 conjuntos residenciales: Matecaña, Trapiche, La Molienda y Cerro de la Cantera.

El macro proyecto continúa con la construcción del segundo conjunto residencial denominado Trapiche, conformado por dos torres de apartamentos con 320 cada una; diseñados en 4 tipologías, además está cuenta con un amplio hall de punto fijo con 3 ascensores por torre y una escalera de servicio.

En el primer piso existen parqueaderos dispuestos a lo largo del recorrido que las torres conforman, generando de esa manera facilidad en el desplazamiento desde los apartamentos hasta el sitio de parqueo. Existe también una garita de control (portería) independiente para cada conjunto, adicionales de la general de la ciudadela.

Los parqueaderos están dispuestos en 3 sótanos, con un cupo de 16 parqueaderos para visitantes y 113 parqueos privados a disposición de los interesados.

El conjunto Trapiche cuenta con una zona de recreación con juegos infantiles, bancas de descanso en todo el recorrido del caminódromo que sirve también como ciclo ruta. En el acceso principal general de la ciudadela, se dispuso una zona



En la figura 2 se observa la localización del proyecto en el municipio de Piedecuesta.

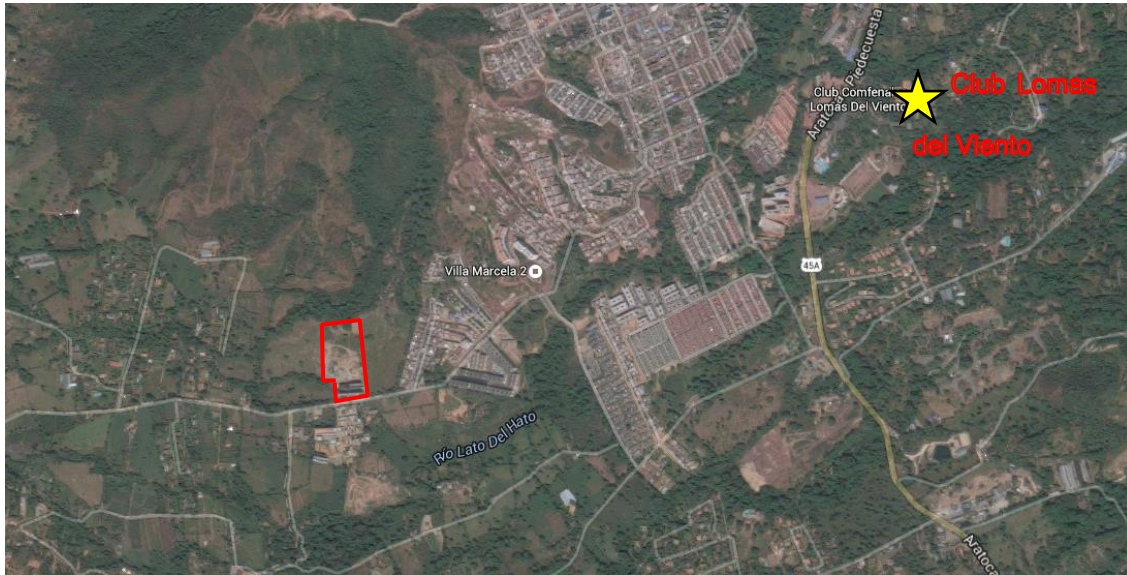
*Figura 3. Imagen satelital de la ubicación del proyecto*



*Fuente: Google Maps [www.google.com.co]*

En la figura 3 se aprecia de manera más clara el tamaño del lote de lo que es la obra en construcción Trapiche y el conjunto ya habitado Matecaña.

Figura 4. Ubicación del proyecto con punto de referencia



Fuente: Google Maps [[www.google.com.co](http://www.google.com.co)]

En la figura 4 se toma como referencia el club lomas del viento para dar una noción sobre la ruta a seguir para llegar a la ciudadela Valle de Barroblanco.

Debido a la magnitud del proyecto y a que el sistema constructivo es un sistema industrializado, la velocidad de avance de la obra es muy rápida y por ende el trabajo en la obra es muy dinámico. En la figura 5, se puede observar una muestra de lo anterior, en un día típico de trabajo, en donde se ven en una misma imagen 5 frentes de trabajo de solo estructura.

El diseño arquitectónico del proyecto lo llevó acabo el Arq. Luis Gabriel Díaz Cobos y el diseño estructural lo hizo Wilmar José Araujo Maestre. El estudio de suelos corrió por cuenta de Construsuelos de Colombia S.A.S. El proyecto es propiedad de la constructora Alfredo Amaya H Cia. Ltda. En la tabla se encuentra la ficha técnica del proyecto.

Tabla 1. Ficha técnica del proyecto

Nombre del proyecto	Conjunto Trapiche
Gerencia y construcción del proyecto	Alfredo Amaya H Cia. Ltda.
Diseño arquitectónico	Arq. Luis Gabriel Díaz Codos
Diseño estructural	Ing. Wilmar José Araujo Maestre
Asesoría de suelos	Construsuelos de Colombia S.A.S.
Diseño hidráulico	Ing. Richard A. Cedeño Velasco
Diseño e instalación eléctrica y de redes de comunicación	Ing. Edwar José Navas García
Sistema constructivo	Tipo túnel
Área del predio	4.56 Ha
Área de construcción	7600 m <sup>2</sup>
Tiempo estimado de ejecución	14 meses
Número de viviendas	320 apartamentos
Estrato	3

Para el desarrollo de la obra se cuenta con el siguiente personal:

- ✓ Coordinador de obra
- ✓ Coordinador de calidad en obra
- ✓ Ingeniero residente de obra
- ✓ Maestro general
- ✓ Ingeniero residente de obra auxiliar
- ✓ Inspector HSEQ
- ✓ Auxiliar administrativo de obra
- ✓ Almacenista
- ✓ Auxiliar de maquinaria
- ✓ Auxiliar de almacén
- ✓ Contratistas, obreros de mano de obra y trabajos a todo costo

### **3. OBJETIVOS DE LA PRACTICA**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Apoyar en la planeación, operación, calidad y control del óptimo desarrollo del proyecto de construcción de vivienda.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Lograr eficiencia y resultados positivos en los procesos de dosificación, mezclado y toma de muestras del concreto mezclado en obra.
- ✓ Identificar y corregir a tiempo posibles inconvenientes que puedan presentarse a lo largo de todo el proceso de los elementos estructurales del proyecto.
- ✓ Verificar y agilizar la realización de los cortes de obra a los contratistas mediante reportes diarios de las actividades realizadas.
- ✓ Apoyar en todos los ámbitos operativos que involucre la realización del proyecto para que su tiempo de ejecución sea menor o igual al pactado en la programación.

## 4. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PRACTICANTE

### 4.2. FUNCIONES

- ✓ Conocer a profundidad las funciones establecidas para el cargo, lo que permitirá cumplirlas a cabalidad y garantizar un excelente resultado en las evaluaciones de desempeño.
- ✓ Apoyar de forma oportuna en la elaboración de la programación de obra y su ejecución.
- ✓ Apoyar al ingeniero residente en la verificación de actividades a contratistas en obra, además de supervisar puntualmente cada labor a ejecutar antes y después de realizada para prever los lineamientos a seguir en la obra con los planos, especificaciones y la programación existente y que se cumplan las especificaciones de calidad requeridas.
- ✓ Apoyar en la verificación del consumo de los materiales de obra para disminuir el desperdicio y en eventos tan importantes como las fundidas de concreto velar por la correcta utilización del material, cualquier inconveniente informar al director de obra e ingeniero residente.
- ✓ Conocer, revisar y verificar las memorias de cálculo del diseño estructural, y en caso de encontrar alguna inconsistencia, realizar las observaciones pertinentes avisando a su jefe inmediato.
- ✓ Apoyar en la actualización de la bitácora de obra teniendo en cuenta la importancia de este documento en el proyecto.

- ✓ Apoyar en la elaboración del informe de muestras de concreto al jefe inmediato en la coordinación con HSEQ, elaborar las acciones correctivas a que haya lugar.
- ✓ Apoyar en el seguimiento del concreto y todas las mezclas que tengan que ver con la resistencia (pañete, mortero de mampostería, etc.). Cualquier anomalía informar inmediatamente al director de obra e ingeniero residente.
- ✓ Las demás funciones inherentes al cargo que le puedan ser asignadas por el jefe inmediato, propuestas y aceptadas de común acuerdo entre las partes.

#### **4.3. RESPONSABILIDADES**

- ✓ Apoyar para que se cumplan los compromisos establecidos con la gerencia y la dirección de obra en los comités, y de tiempos establecidos para el desarrollo del proyecto.
- ✓ Apoyar de forma oportuna la programación de obra y de acuerdo a los lineamientos de calidad, seguridad y aso establecidos.
- ✓ Apoyar en la presentación de forma oportuna los informes de avance de obra semanal, los indicadores de cumplimiento y reportar de forma ágil cualquier anomalía que deba ser tramitada y resuelta en conjunto con la dirección de obra y residencia de obra.

## **5. REPORTE DE ACTIVIDADES**

El control de calidad en obra abarca todos los procesos de planeación y construcción del proyecto de vivienda y urbanismo. El practicante de ingeniería de la obra Trapiche estuvo a cargo de la dosificación, mezclado y toma de muestras de concreto, y estuvo presente principalmente en las actividades de construcción de las torres A y B, así como en las diferentes obras de urbanismo del proyecto (salones sociales, locales comerciales, zonas húmedas, tanques subterráneos, vías vehiculares, entre muchas otras).

### **5.1. CANTIDADES ESTANDAR POR VIVIENDA**

El proceso de adquirir los materiales necesarios en la obra comienza con el cálculo de las cantidades de obra en el momento oportuno teniendo en cuenta la programación del proyecto, actividad que realiza el ingeniero residente de obra, el ingeniero auxiliar y los contratistas. Para el caso específico de los apartamentos se definen las cantidades de material estándar por tipo de vivienda. Estas cantidades ya estaban calculadas desde un principio a partir de planos y especificaciones técnicas del proyecto, pero durante el avance de la obra, son ajustadas a los valores reales utilizados. Esto se hace en el formato de requisición de materiales y servicios el cual se visualiza parcialmente en la tabla.

Tabla 2. Formato (parcial) de requisición

Ítem	Material y/o servicio requerido	Actividad a realizar	Unidad	Cantidad requerida	Fecha de despacho	Aprobación		Observaciones
						Si	No	

La tabla anterior es una reproducción parcial de un formato utilizado por el personal administrativo de la obra y los contratistas para solicitar materiales, los cuales serán utilizados para las diferentes actividades que se desarrollan en la obra.

A su vez, este formato es un archivo pdf que generado por la plataforma Coadsoft (sistema integrado de la empresa para múltiples labores) el cual es el que permite realizar solicitudes como la anterior, revisar pendientes, y que el departamento de compras revisa y se encarga de hacer los contratos y/o compras. Los materiales y/o insumos deben llegar directamente a la obra.

En la columna “Material y/o servicio requerido” se ingresa el material con especificaciones claras, para esto Alfredo Amaya H maneja una codificación interna para cada insumo, por lo cual solo es necesario introducir el código del insumo en la columna “Ítem”. En la casilla de “Actividad a realizar” se ingresa una descripción clara del propósito con el que se pretende utilizar el material solicitado, “Unidad” corresponde como su nombre lo indica, a la unidad en la que este material es distribuido. “Cantidad” corresponde como su nombre lo indica a la cantidad que se requiere de dicho material, “Fecha de despacho” corresponde a la fecha en la que

este insumo se espera llegue a la obra y finalmente las observaciones corresponden a cualquier particularidad que el insumo pueda tener o necesitar para el momento de su despacho.

## **5.2. CIMENTACIÓN**

La cimentación de las torres es una cimentación superficial corrida, compuesta principalmente por vigas de sección T invertidas donde descansan los muros estructurales y por vigas de amarre.

Para los muros estructurales exteriores de las torres, en los cuales la separación de la edificación es de solo 5 cm entre ellas, se utilizan vigas de sección L, que funcionan como zapatas excéntricas corridas.

El proceso de la cimentación está dividido en varias actividades:

- ✓ Localización topográfica.
- ✓ Excavación.
- ✓ Mortero de limpieza.
- ✓ Colocación del refuerzo.
- ✓ Fundida de la cimentación.
- ✓ Relleno sobre la zarpa.

### **5.2.1. Localización topográfica**

La primera tarea a realizar en el momento de iniciar el proceso de la cimentación es la de marcar en el terreno la localización de las vigas de cimentación y las vigas de amarre. Esto se hace con equipos topográficos especializados.

Esta demarcación es revisada por el coordinador de obra y es dirigida por el residente de obra, todo según los planos de cimentación.

### **5.2.2. Excavación**

La excavación para la cimentación se va haciendo a medida que va quedando su localización aprobada en el terreno.

El nivel aprobado por el coordinador de obra, luego de revisado el estudio de suelos es de 1.20 metros desde el nivel de la fibra superior de la placa de contrapiso, el cual es el nivel actual del suelo. Esta excavación fue realizada de dos formas diferentes en la obra Trapiche: (1) con mano de obra a pica y pala y (2) debido a que la cimentación de los muros del sistema túnel es una cimentación corrida, la excavación se presta para ser ejecutada con retroexcavadora obteniendo grandes rendimientos, con lo cual se hacía la excavación de la cimentación de una torre completa en menos de un día, restando solo retirar el material sobrante y replantear el suelo de cimentación.

Figura 5. Panorámica de la excavación realizada



Fuente: El autor

En la figura se observa la magnitud de la excavación realizada para dar inicio con la cimentación del proyecto, con 3 sótanos subterráneos adicionalmente de lo requerido para cimentar.

Tabla 3. Comparativo entre la excavación con maquinaria y manual

Tipo de excavación	Ventajas	Desventajas
Excavación con retroexcavadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor rendimiento.</li> <li>• No requiere cantidad de mano de obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor costo.</li> <li>• Sobre-excavación a lo ancho producto del ancho de la cuchara.</li> <li>• Depende de la eficiencia y la habilidad del operador de la máquina.</li> </ul>
Excavación a pica y pala	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor costo.</li> <li>• No se requiere mano de obra especializada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor rendimiento.</li> <li>• El personal corre peligro debido a deslizamientos repentinos.</li> </ul>

El control de calidad que se realiza en esta etapa consiste en verificar los niveles y las dimensiones de la excavación con las dimensiones de la cimentación según los planos estructurales, ya que en esta obra no se utilizó formaleta para la cimentación y una sobre-excavación requeriría el uso de esta para no producir un gasto excesivo de concreto, y una disminución en el ancho de la excavación significa igualmente una disminución en la sección transversal de las vigas de cimentación lo cual no se puede permitir de ninguna manera para ningún elemento estructural sin autorización previa del calculista de la estructura.

### **5.2.3. Mortero de limpieza**

El mortero de limpieza o solado, es una capa de mortero o concreto pobre que se coloca sobre el suelo de cimentación para asegurar una superficie uniforme sobre la cual se va a colocar la cimentación y también para garantizar un recubrimiento inferior completo para la armadura.

Este mortero fue mezclado *in situ* y su resistencia específica es de 1500 psi.

### **5.2.4. Colocación del refuerzo**

En la colocación del refuerzo, se debe asegurar el recubrimiento necesario. Para esto se fabrican las 'panelas' de la altura necesaria para asegurar el recubrimiento especificado en planos y exigido por la Norma Sismo-Resistente (NSR-10).

Figura 6. Panelas cilíndricas de 7 centímetros



Fuente: El autor

Estas panelas se fabrican con mortero, en tubos sanitarios PVC de retal, y se les incrusta alambre dulce con el cual son amarradas al refuerzo según corresponda.

Para el control de la calidad en esta etapa de cimentación se debe revisar:

- ✓ Correcta colocación de las panelas para que la armadura completa tenga el recubrimiento suficiente.
- ✓ Longitud de los refuerzos según planos estructurales.
- ✓ Longitud de los ganchos según planos estructurales y la norma.
- ✓ Longitud de los traslapes de los refuerzos longitudinales según planos estructurales y la norma.
- ✓ Espaciamiento entre varillas según la norma.
- ✓ Diámetro del refuerzo según planos estructurales.
- ✓ Cantidad de varillas según planos estructurales.
- ✓ Espaciamiento entre estribos según planos estructurales.

- ✓ Dimensiones de los estribos teniendo presente las dimensiones de la viga y los recubrimientos mínimos exigidos por la norma.

### **5.2.5. Fundida de la cimentación**

La fundida de la cimentación se puede dividir en dos partes: primero, la fundida de la zarpa y luego la fundida del alma de la viga. Esto con el fin de ahorrar formaleta y tiempo en su colocación.

Una vez el concreto de la zarpa esté endurecido, se comienza a colocar la formaleta sobre esta para completar la parte superior de las vigas de cimentación. El tiempo entre esas dos fundidas debe ser el menor posible ya que se debe procurar que los concretos no tengan resistencias muy diferentes ni periodos de endurecimiento muy distanciados.

Durante la fundida de la cimentación, se comprueba por medio de la observación:

- ✓ La manipulación y el vaciado del concreto el cual debe ser óptimo para minimizar desperdicio de material.
- ✓ Que se esté vibrando el concreto.
- ✓ El tamaño máximo del agregado del concreto, el cual debe ser menor o igual al especificado y que esté pasando entre el espaciamiento de las barras de refuerzo.
- ✓ La plasticidad de la mezcla.

Luego de la allanada de la zarpa, se revisan los niveles de la fibra superior de la zarpa para controlar la altura del elemento de acuerdo a los planos estructurales de la cimentación.

#### **5.2.6. Relleno sobre la zarpa**

Luego de la fundida de la cimentación, se debe rellenar el espacio que queda sobre la zarpa con tierra que dependiendo de sus condiciones puede ser la misma que previamente fue excavada del lugar.

### **5.3. ESTRUCTURA TIPO TUNEL**

La estructura de una edificación en sistema túnel, está conformada principalmente por muros y placas de espesores pequeños. También se aprovechan algunos dinteles como vigas descolgadas para complementar el sistema estructural.

#### **5.3.1. Malla electrosoldada**

El primer paso en el proceso de calidad de la construcción de una edificación en sistema tipo túnel, una vez se tiene fijada la fecha aproximada de iniciación de la estructura de una torre, es hacer el pedido de la malla electro soldada con programación de llegada, de tal manera que la construcción no se detenga por falta de malla ni tampoco el espacio necesario se reduzca considerablemente por una gran cantidad de malla acopiada.

Para hacer el pedido de la malla, es necesario hacer una distribución de mallas, de acuerdo al diseño estructural y a las dimensiones máximas de una malla: 6.00 x 2.40 metros. El ancho de 2.40 metros se debe a que este es el ancho de los planchones en los cuales el proveedor transporta la malla desde su lugar de fabricación, y la otra dimensión, de 6.00 corresponde a la medida máxima estándar en la que la varilla de diámetros milimétricos es comercializada.

En cuanto al diseño estructural se debe tener en cuenta:

- ✓ Separación entre varillas en ambas direcciones
- ✓ Diámetros de las varillas en ambas direcciones
- ✓ Cantidad de mallas paralelas por tipos de muros
- ✓ Longitudes de traslapes en ambas direcciones
- ✓ Longitud de los 'pelos'
- ✓ Detalles especiales especificados en los planos

Lo ideal es que la malla electro soldada llegue a la obra con las medidas exactas para que en el momento de ser instalada en la estructura solo sea necesario el transporte de la misma a su sitio final, sin necesidad de ser recortada ni desgrafilada, pero también se deben evitar grandes cantidades porque su acopio requiere de mucho espacio. El acopio de la malla debe hacerse ordenado, no se deben mezclar los calibres unos con otros porque la malla se debe poder coger fácilmente por un obrero para no interferir con el ritmo del trabajo del sistema; además de que para sacar una malla que se encuentra debajo de una pila de mallas resulta prácticamente imposible por el peso.

Figura 7. Malla electrosoldada en obra



Fuente: El autor

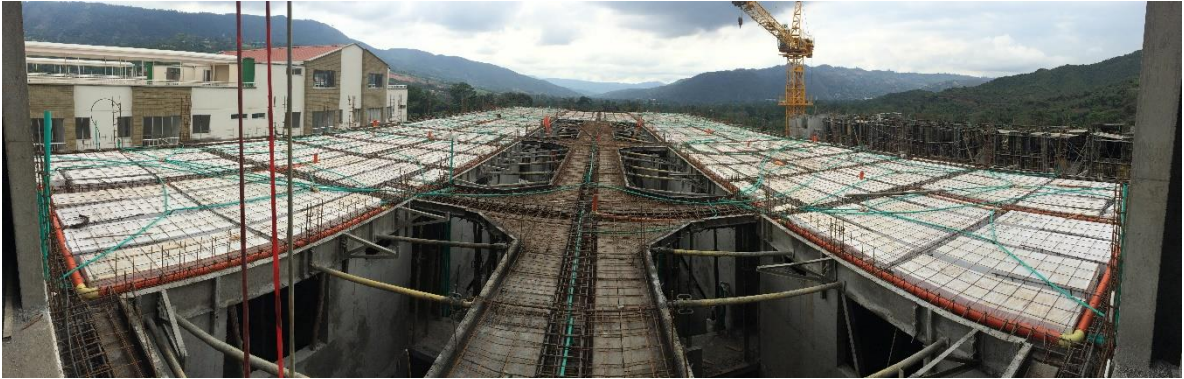
En la figura 7 se aprecia la forma como se acopia la malla en la obra, separada por referencia que son M098 y L094, y tamaño.

### 5.2.2. Placas aligeradas

Para la construcción de los muros y placas reforzados con malla electro soldada, se le entregó al contratista de estructura, una copia de los planos con la distribución de la malla, diferenciando los diferentes tipos de mallas con colores, para su fácil interpretación, y también se le entregaron las cantidades totales de mallas por piso y tipos de mallas que debe sacar del almacén para placa o muros según sea el caso.

- ✓ Espesores de las placas: Para la construcción de las placas, lo primero que se hace es la colocación de la formaleta, y luego la nivelación teniendo en cuenta los espesores de las placas. En Trapiche las placas son aligeradas de 30 cms.

Figura 8. Panorámica de dos placas y un puntofijo sin fundir.



Fuente: El autor

En la imagen se aprecian lo que serán dos placas (izquierda y derecha) con sus respectivos casetones y redes instaladas. Igualmente (al centro) el puntofijo que es una placa maciza con vigas descolgadas.

- ✓ Enmallado: Las placas de las torres, fueron diseñadas con enmallado doble, es decir, una malla sobre la formaleta de la placa con un recubrimiento de 2.5 centímetros y una malla sobre los casetones que sirven de amarre para las instalaciones eléctricas e hidráulicas.
- ✓ Vigas y viguetas: Son elementos estructurales dispuestos de manera horizontal, apoyadas sobre columnas, pantallas o cualquier otro elemento estructuralmente diseñado para soportar cargas, las cuales reciben cargas longitudinales inducidas por la placa.

Las vigas descolgadas (ver figura 10) reciben este nombre porque sobresalen parcialmente de la placa que conforman.

Figura 9. Viga decolgada de la placa maciza del puntofijo.



*Fuente: El autor*

En la imagen se observan las vigas descolgadas del puntofijo que se apoyan sobre las columnas circulares.

Tuberías: Se debe verificar que las tuberías hidráulicas y eléctricas no sean colocadas en el centro de las luces ya que este punto es la zona de momento máximo y la tubería le reduce espesor a la sección transversal en ese lugar. Además, se revisa que la tubería eléctrica se coloque siguiendo trayectorias curvas, esto con el fin de evitar que la placa se fisure a lo largo del eje de la tubería, ya que la tubería al estar embebida dentro de la placa de concreto, ocupa un espacio del

espesor de la placa que significa una disminución de la sección transversal de la placa, lo cual puede inducir el fisuramiento siguiendo trayectorias rectas.

Cuando las tuberías hidráulicas atraviesan un elemento estructural, se deben colocar dentro de un tubo de mayor diámetro en ese tramo, a manera de túnel, para que la tubería no reciba la carga del elemento. Las tuberías no deben atravesar muros estructurales ni columnas.

Las cajas eléctricas se deben rellenar bien con papel o algún material similar para evitar que se llenen de concreto, y deben ser amarradas firmemente a la malla electro soldada para que no sean movidas por el flujo de concreto dentro de la formaleta y que estas queden a ras de la superficie plana.

*Figura 10. Placa con instalacion de las redes electricas y sanitarias.*



*Fuente: El autor*

En la imagen se observa lo que será una placa, con sus casetones instalados y asegurados en su lugar con malla, acero de refuerzo de las vigas y viguetas, instalaciones eléctricas y sanitarias.

- ✓ Negativos: Para la conducción de las tuberías de desagüe y montantes de gas, red de consumo, tuberías eléctricas y redes de comunicaciones, se deben dejar los espacios necesarios dentro de la placa para la continuidad de los buitrones. Esto se hace con casetones de menor tamaño.
- ✓ Fundida de placa: El concreto utilizado en la fundida de las placas es un concreto de 3000 psi con un tamaño máximo de agregado de  $\frac{3}{4}$  de pulgada mezclado *in situ*. En el momento de la fundida se revisa que el concreto sea manejable, que se esté vibrando el concreto, especialmente dentro de los dinteles, y además que se esté dejando el espesor indicado para no tener grandes desperdicios ni espesores variables a lo largo y ancho de la placa.

En Trapiche se tiene a disponibilidad 2 torre grúas y una bomba de concreto para la fundida de todos los elementos estructurales que la obra requiere.

Figura 11. Bomba de concreto.



Fuente: El autor

Figura 12. Carmix.



Fuente: El autor

En las figuras 13 y 14 se observan dos de las máquinas con las que se realizan las fundidas en el proyecto, la bomba que impulsa el concreto hasta su destino final a través de una tubería y el Carmix, que es la mezcladora del concreto.

*Figura 13. Fundida y corte de placa en proceso*



*Fuente: El autor*

En la imagen se observa el proceso de la fundida y como se debe realizar el corte del concreto para que este quede al nivel requerido según planos estructurales.

✓ Muestras de concreto: Según la Norma Sismo-Resistente un concreto se considera conforme cuando se cumplen las dos condiciones siguientes del numeral C.5.6.2.3.:

- a) Que los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia igualen o excedan el valor nominal especificado para  $f'c$ .
- b) Que ningún resultado individual de los ensayos de resistencia, tenga una resistencia inferior en 500 psi, o más, a  $f'c$ .

*Figura 14. Muestras de concreto frescas, tomadas en obra*



*Fuente: El autor*

En la imagen se observan 5 cilindros de concreto recién elaborados para ser posteriormente enviados al laboratorio para realizar las pruebas pertinentes.

En el instructivo del Sistema de Gestión de Calidad de Alfredo Amaya H, especifica que un concreto conforme es aquel que obtiene una resistencia a la compresión a los 28 días igual o superior al  $f'c$  especificado en planos. Cuando el resultado a los 28 días no cumple con este requisito, se solicita a la empresa contratada para los ensayos de compresión de las muestras hacer pruebas de esclerómetro en todos los elementos fundidos con ese mismo concreto para analizar la resistencia de estos.

La prueba del esclerómetro es un método no destructivo utilizado para medir de manera aproximada la resistencia del concreto, de acuerdo al número de rebotes del aparato luego de liberar cierta energía con un golpe sobre algún elemento en concreto. El método es normalizado por la ASTM.

Figura 15. Esclerómetro calibrado de la empresa Geolab



Fuente: El autor

Las muestras de concreto realizadas en obra estuvieron presentando resultados inaceptables según el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa y este fue uno de los motivos por lo que se le dio la oportunidad al practicante de formar parte de las labores de apoyo en la obra.

La forma como se realizaron los correctivos para normalizar los resultados de las muestras fue, inicialmente, revisar la dosificación aprobada por la empresa, la cual se realizó para una cantidad máxima de 2.8 m<sup>3</sup> puesto que esta cantidad es la máxima permisible para los vehículos que realizan el mezclado en obra.

Según la dosificación para 2.8 m<sup>3</sup> de concreto de 3000 psi es de:

*Tabla 4. Dosificación expresada en unidades métricas*

Cemento [Kg]	Arena [m <sup>3</sup> ]	Triturado [m <sup>3</sup> ]	Agua [Litros]	Aditivo [Litros]
720	2.025	2.025	-	2.16

El agua no es posible aplicarla con exactitud porque la arena y el triturado están expuestos a las inclemencias del clima, más precisamente del sol y la lluvia, de manera que estos en ocasiones están muy húmedos o, por el contrario, muy secos.

Esta dosificación como tal no dice mucho, puesto que debe ser expresada en términos que puedan ser cuantificados con los vehículos “Carmix” que son los empleados para la mezcla del concreto. Según la ficha técnica que proporciona el fabricante de los vehículos, la cuchara cargadora de estos es de 540 Litros para los modelos 3.5 TT y 3.5 T4 que son los que hay a disposición en la obra.

De igual manera, la dosificación del cemento se hace desde un silo, a través de una manga/cajón el cual tiene una capacidad de 240 Kg.

Según lo anterior, la dosificación expresada en términos de operación es:

*Tabla 5. Dosificación expresada en términos de operación*

Cemento [Cajones]	Arena [Cucharadas]	Triturado [Cucharadas]	Agua [Litros]	Aditivo [Litros]
3	3 3/4	3 3/4	-	2.16

Teniendo claridad en la dosificación y como esta se maneja, lo siguiente es verificar que se despache lo especificado, realizando controles. Se encontró que en la manga/cajón del silo se acumulaba cemento con cada descarga, el cual se comprobó que alcanzaba un peso de 40 Kg. La corrección inicial a este problema fue realizar un barrido con una escoba dentro de la manga/cajón y ubicar una batea inmediatamente debajo de la misma para que en esta se depositara cualquier cantidad considerable de cemento que pudiera no caer directamente a la cuchara del vehículo mezclador.

La solución permanente más viable propuesta, fue la instalación de un dispositivo vibrador localizado debajo de la manga/cajón el cual ayude al descenso del cemento.

En materia de la arena y el triturado no se realizaron mayores correctivos más allá de recordarles a los operadores que los vehículos mezcladores nunca cargar en vehículo sin que el ayudante dé el visto bueno a la cantidad cargada en la cuchara.

Como fue especificado anteriormente, el agua es el elemento del concreto con el que más cuidado se debe tener, su dosificación se reguló principalmente teniendo en cuenta el comportamiento climático del día anterior (o actual) del día en que se van a realizar mezclas y mediante inspecciones visuales a la mezcla, que el concreto no se vea seco, ni por el contrario con exceso de agua.

El ensayo de asentamiento y la toma de muestras del concreto se realizan diariamente y siguiendo el procedimiento establecido en las normas NTC 396 y NTC

454 respectivamente. Las muestras son puestas a curar en un tanque de agua el cual contiene cal, tal y como se especifica en la norma NTC 550.

- ✓ Desencofrado: La construcción en sistema túnel está planeada y diseñada para que al amanecer del día siguiente sea posible desencofrar, tras un periodo mínimo de endurecimiento del concreto de 14 horas. Esta es la razón por la cual se necesita de un concreto que adquiera altas resistencias iniciales.

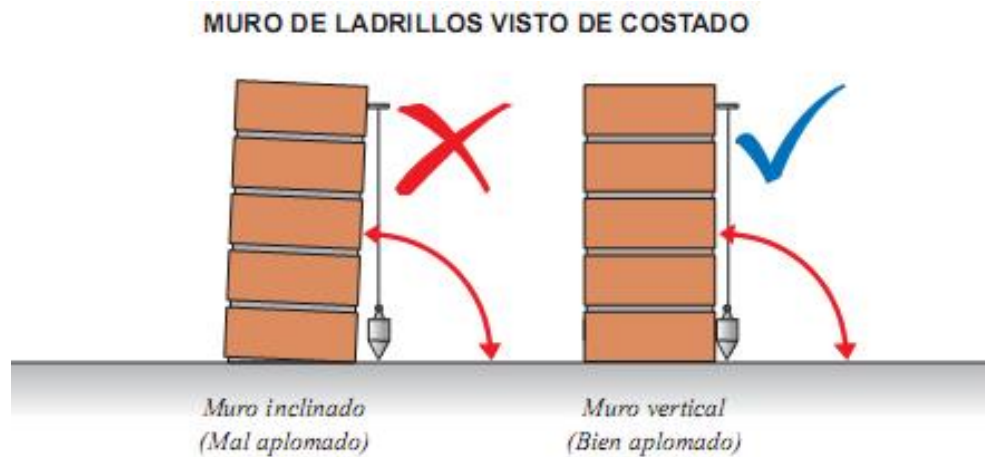
La desencofrada se hace en el mismo orden en que fueron fundidos los elementos. Al momento de quitar los tableros, las flacas son retrancadas con parales y cerchas en el medio de la luz o en los dos tercios de la luz si esta es grande, hasta que la estructura avance 3 pisos más, es decir, si se construye con un rendimiento ideal de 1.5 pisos por semana, los parales de una placa fundida hoy se estarían quitando 2 semanas después, tiempo suficiente en el cual un concreto ha alcanzado una resistencia aceptable.

Control de calidad de muros y placas antes y después de fundidos.

La calidad de los elementos fundidos se revisa inicialmente midiendo que la formaleta se encuentre bien ubicada dentro de la cimbra y con la plomada.

Plomada: Sirve para colocar o verificar que un elemento se encuentre en posición vertical. La manera de comprobar esto es midiendo la distancia de un punto alto del elemento a aplomar, a la plomada y repetir el proceso en un punto bajo. Cuando las distancias antes mencionadas son iguales, se comprueba que el elemento está completamente vertical.

Figura 16. Muros de mampostería aplomados y desaplomados



Trazado de ejes: Los ejes son una parte muy importante de la construcción, son los que marcan la localización de los elementos estructurales, un error en la cimbra representa que la estructura sea erigida de forma incorrecta lo cual puede acarrear sobrecostos en reparaciones, inclusive demolición si el problema es severo.

Marcación de niveles: Los niveles se marcan para identificar la altura a la cual debe ir la placa, de igual forma este nivel es la pauta de la distancia de entrepisos y cualquier falla puede ocasionar serios problemas en el desarrollo de la obra.

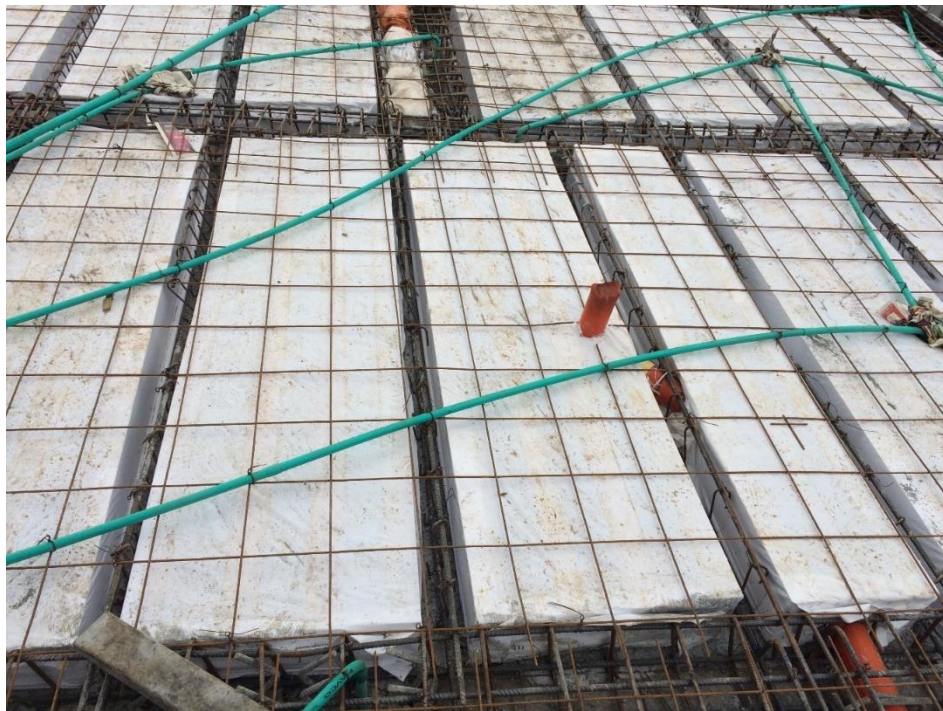
Los problemas más frecuentes presentados en lo que anteriormente se menciona se dan luego de fundidos los elementos, cuando el peso del concreto imposibilita cualquier tipo de correcciones en la formaleta bien sea de muros o de placas.

Lo anterior mencionado es solo una pequeña parte del proceso de revisión de calidad que conlleva la construcción.

La inspección del acero de refuerzo placas es importante, se debe verificar que la cantidad de varillas sea la correcta, que el figurado de los elementos sea el indicado en los planos y que todo esto en conjunto se ubique en el lugar preciso y que el acero sea amarrado de manera correcta (sin estribos o varillas torcidas)

Cuando se habla de placas aligeradas se esperan ver casetones, sea cual sea su material, los casetones deben ser dispuestos correctamente sobre la placa, bien alineados y sin dejar espacios vacíos en la misma, un espacio vacío implica que la placa no es, como tal, aligerada. Problemas comúnmente vistos en la práctica son los huecos en los casetones, por los cuales se puede filtrar el concreto.

*Figura 17. Casetones instalados en la placa*



*Fuente: El autor*

En la imagen se observan apenas unos cuantos casetones de la placa, son estos casetones los que le confieren la propiedad de aligeramiento a la placa y a su vez los que dan confinamiento a las vigas y viguetas de la placa.

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias son de mucho cuidado, puesto que la falla de las mismas, luego de fraguada la placa, puede ser motivo de correcciones que involucren demoliciones parciales o completas de las placas, se debe verificar el correcto pegue de las tuberías y que las arañas sanitarias cumplan con la pendiente adecuada para el buen desagüe de las aguas negras.

Las instalaciones eléctricas requieren de revisión porque su delgado calibre las hace las más vulnerables a daños cuando se están fundiendo los elementos en los cuales estos están embebidos.

La placa debe recibir capas de antisol, químico que protege las placas de las inclemencias del clima y evita cualquier agrietamiento. Las placas se desencofran a los 3 días de su fundida.

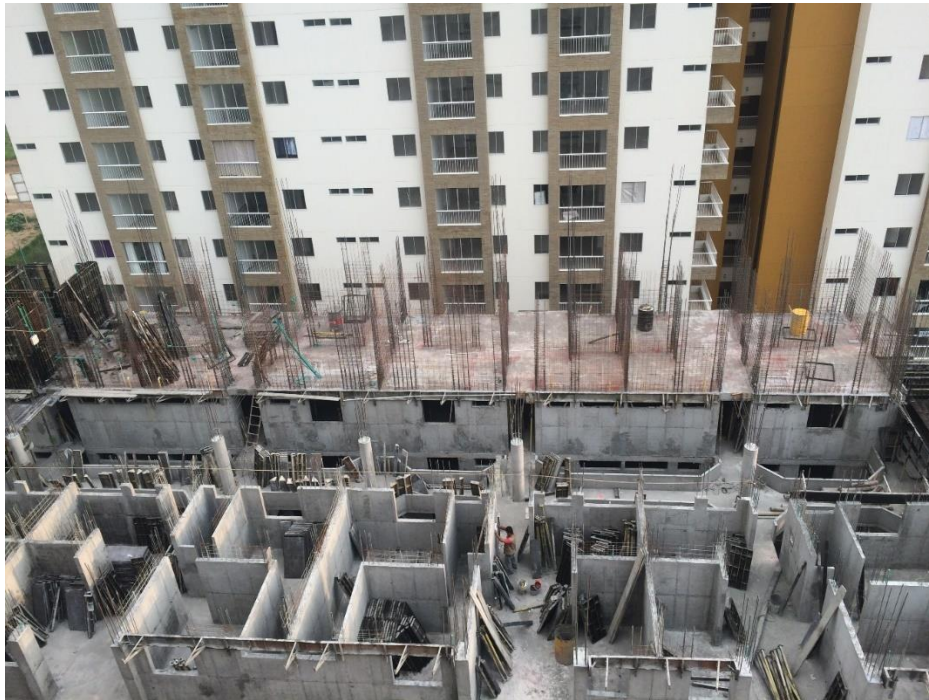
En resumen, para la construcción de placas se verifican los siguientes aspectos:

- ✓ Espesor de la placa.
- ✓ Dinteles.
- ✓ Distribución y colocación de las mallas electro soldadas y varillas de acero de refuerzo.
- ✓ Buitrones.
- ✓ Trayectoria y pendiente de las tuberías hidráulicas y sanitarias.
- ✓ Curvas de la instalación eléctrica y el relleno de todas las cajas.

### 5.2.3. Muros estructurales

Los muros estructurales de Trapiche con muros fundidos monolíticamente por conjuntos llamados módulos (Ver figura 20). Un piso normal se conforma por 5 módulos lo cuales a su vez completan un total de 4 apartamentos por torre. Estos muros dependiendo de su ubicación se funden ya sea por bomba de concreto o por torre grúa con góndola; estos muros de tienen doble refuerzo de malla electro soldada y los elementos de borde tienen varillas de acero de refuerzo.

*Figura 18. Muros estructurales fundidos (parte inferior) y refuerzo de elementos verticales (parte superior)*



*Fuente: El autor*

En la figura se aprecian la totalidad de los módulos fundidos todavía sin iniciar encofrado de la placa.

Es normal encontrarse que en un mismo día se estén fundiendo hasta 5 juegos de módulos al mismo tiempo, esto gracias a la capacidad que tiene la obra. Cabe mencionar que los punto fijos o también llamados pasillos son elementos que se funden de la misma forma que los muros y se contemplan los mismos chequeos de calidad que cualquier otro elemento estructural del proyecto, igualmente las escaleras y los halls de ascensores.

*Figura 19. Fundida de muros en proceso (izquierda) siguiente módulo a la espera de ser fundido (derecha)*



*Fuente: El autor*

Figura 20. Acero de refuerzo de los elementos verticales de los muros



Fuente: El autor

En la figura se observa el acopio del refuerzo de los muros antes de ser instalados en su destino final, estos elementos son movilizados por las torres grúas.

- ✓ Enmallado: Como se menciona anteriormente, la distribución de la malla es entregada con un esquema grafico que sea de fácil interpretación para el contratista. Una vez ubicada esta malla, se verifica que la malla instalada sea la que dicta el plano y que esté dispuesta de forma correcta en la estructura.

La malla es pedida de tal manera que se cumplan los traslapos horizontales y verticales especificados en planos, por ende, si la malla está ubicada correctamente, estas deben cumplir. Aun así, los traslapos de malla son verificados en sitio ya que es posible que es una hilera de varias mallas se deje

un traslapo mayor en un par de mallas, lo que significaría una aparente falta de malla en un muro.

- ✓ Separadores: Son separadores no son más que estribos figurados a medida y dispuestos entre las mallas para que estas siempre conserven la distancia adecuadas entre sí. Si no se utilizaran estos separadores entre las mallas, en el momento de la fundida de los muros podría suceder que la malla quede mal ubicada dentro del muro fundido hasta el punto en que una cara del muro termine con don mallas de refuerzo y el otro sin malla.
- ✓ En la obra Trapiche se utiliza un tipo de formaleta, que es la formaleta denominada Con-Tech.

*Figura 21. Acopio de formaleta en obra*



*Fuente: El autor*

Formaleta limpia y aceitada, lista para su uso.

Figura 22. Encofrado de formaleta para antepechos



Fuente: El autor

Formaleta instalada y modulada para la fundida de antepechos y muros de lo que será un local comercial. De fondo una torre grúa.

Figura 23. Formaleta para muros con entablado para el desplazamiento de los obreros



Fuente 1: El autor

En la figura se aprecia cómo se desplazan los obreros sobre los módulos para realizar la fundida del mismo.

La formaleta es elaborada por la empresa Alfredo Amaya H en las mismas instalaciones de la obra, se elabora en unidades de pulgada y se figuran según la necesidad

De la formaleta se revisa como antes ya se mencionó, su verticalidad, su alineación, fijación y que todos los pines y corbatas estén en su lugar.

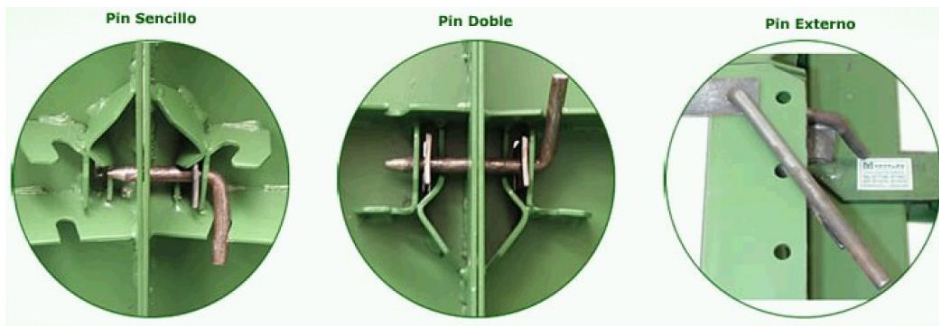
*Figura 24. Chapeta, pin o cucaracha*



*Figura 25. Corbata*



*Figura 26. Pines*



*Fuente: Página web de Metalex [www.metalex.com]*

Las figuras muestran los diferentes elementos utilizados para la fijación de la formaleta entre sí y conformar los módulos.

### **5.3. CONTROL DE CALIDAD POR PARTE DE LOS CONTRATISTAS**

El control de calidad que se ejerce en Alfredo Amaya H, no es solo por parte del ingeniero residente y del ingeniero residente auxiliar de la empresa. También se exige a los contratistas que revisen el trabajo de su personal, de acuerdo a unos formatos donde se especifican los aspectos a revisar para cada actividad. Este formato se revisa periódicamente a los contratistas para verificar que estén cumpliendo con su labor de ser también jueces de su propio trabajo y comprometerlos de esta manera con la calidad de la construcción.

## 6. CONCLUSIONES

Se aplicaron los procesos del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de Alfredo Amaya H para el control de calidad de la construcción en la obra Ciudadela Valle de Barroblanco: Trapiche.

El proceso de inspección de la estructura llevado a cabo en la obra Trapiche garantiza la calidad de la construcción, por lo cual se puede decir que el avance de la obra y en las estructuras de urbanismo durante el periodo de realización de la práctica son producto de construcción de calidad confiable.

Se comprobó el cumplimiento de la resistencia mínima exigida por la NSR-10 y el Sistema de Gestión de Calidad de Alfredo Amaya H para todas las muestras de concreto después de realizados los correctivos por parte del ingeniero residente de obra auxiliar. Por lo tanto, se puede decir que el concreto utilizado en la obra Trapiche es un concreto de calidad.

La actividad relacionada con el concreto que generó mayor desperdicio fue la cimentación de las torres, debido principalmente a que no se utilizó formaleta para la fundida de estos elementos; la superficie irregular de la excavación fue la que propició que no se pudiera cubicar de manera precisa.

Se aplicaron conocimientos teórico-prácticos de ingeniería civil durante el tiempo de realización de la práctica empresarial en la obra Trapiche como lo son la distancia mínima de luces entre elementos verticales, pendientes mínimas para instalación de las tuberías sanitarias, presión mínima de la red hidráulica en los aparatos

críticos, gerencia de proyectos y aprovechamiento de recursos, dosificación de los materiales según lo especificado por los planos estructurales.

Se logró mayor control sobre las actividades realizadas por los contratistas y de esta forma consolidar más rápidamente los cortes de obra, verificando lo hecho evitando así afectar la economía de la empresa.

La práctica empresarial es una excelente manera para complementar el conocimiento adquirido en la universidad, que permite que los estudiantes de último nivel adquieran experiencia para aplicar los conocimientos en situaciones de la vida real antes de ser profesionales, brindando la seguridad necesaria al recién egresado de sus propios conocimientos y por ende la competencia para la vida profesional que apenas comenzará a ejercer, abriéndole las puertas a su carreta.

Se cumplió satisfactoriamente con los objetivos planeados y con los 4 meses de trabajo en la empresa Alfredo Amaya H Cia. Ltda. con dedicación de tiempo completo, cumpliendo con los requisitos del proyecto de grado en la modalidad de práctica empresarial.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Tomo 2. Título C: Concreto estructural. Santa Fe de Bogotá: AIS, 1998. P. 5-11, 16-17, 30-32. (NSR-98)

[2] \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Tomo 4. Título I: Supervisión técnica. Santa Fe de Bogotá: AIS, 1998. 14 p. (NSR-98)

[3] ASTM. Standard test method for rebound number of hardened concrete. United States: ASTM, 1998 3 p. (C 805 – 97)

[4] BOTERO BOTERO, Luis Fernando y ALVAREZ VILLA, Martha Eugenia. Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento) En: REVISTA Universidad EAFIT. Vol. 40, No. 136 (2004); p. 50-64

[5] CASTANYER FIGUERAS, Francesc. Control de métodos y tiempos. Santa Fe de Bogotá: Alfaomega, 1999. P 18-19.

[6] CEMEX. Cemex Colombia [en línea]. Colombia: Cemex, 2005 [citada 01 Jul, 2016]. Disponible en internet: <http://cemex.com.co>

[7] DAS, Braja M. Principios de ingeniería de cimentación. 4 ed. México: Internacional Thomson, 2001. P. 156.

[8] GARCÍA BOTERO, Laura. Sostenibilidad de la disposición de escombros de construcción y demolición en Bogotá. Bogotá: Universidad de los Andes, 2003. 97 p.

[9] GARCÍA-HERREROS OCHOA, Vitelo. Sistema túnel. s.l.: ICPC – Escuela de arte y diseño de Arquitectura e ingeniería, 2004. 56 p.

[10] INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CONCRETO. Ensayos y normativa de estructuras de muros de concreto [Presentación en pdf]. s.l.: ICPC, 2003. 43 p.

[11] INCONCTEC. Norma técnica colombiana 454. Ensayo de asentamiento del concreto. 2010.

[13]INCONCTEC. Norma técnica colombiana 396. Toma de muestras en el concreto fresco. 2010.

[14]INCONCTEC. Norma técnica colombiana 550. Concretos. Elaboración y curado de especímenes. 2010.

[15]INCONCTEC. Norma técnica colombiana 3459. Concreto. Agua para la elaboración de concretos. 2010.

[16]ALFREDO AMAYA H CÍA LTDA. Constructora Alfredo Amaya H Cía. Ltda.  
[en línea] <http://amayacia.com>

[17]ALFREDO AMAYA H CIA. LTDA. Manual de funciones del ingeniero residente de obra auxiliar. (2013)

[18]\_\_\_\_\_. Muros de concreto: sistema túnel [Presentación en pdf] s.l.: ICP, 2003, 2004, 25 p.

[19]INSTITUTO DEL CONCRETO. Control estadístico de la calidad. s.l.: ASOCRETO, 2004. P. 161.173.

[20]ISO. ISO – International Organization for Standardization [en línea] s.l.: Livelink, 2005. Disponible en internet: <http://www.iso.org>

[21]LAMINADOS ANDINOS S.A. Laminados andinos S.A. [en línea]. Bogotá: LASA, 2005. Disponible en internet: <http://www.laminadosandinos.com>

[22]REY SOTO, Alvaro. Laboratorio de resistencia de materiales. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 1996. p. 72.

[23] UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Con-tech [en línea]. Bogotá: Uniandes, s.f. disponible en internet: <<http://micigc.uniandes.edu.co/VIS/inventario.htm>>