

**PARTICIPACIÓN COMO AUXILIAR EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE  
VIVIENDAS EN CONJUNTO CERRADO CONDOMINIO ALTOS DE TULCAN**



**INFORME FINAL DE PRACTICA PROFESIONAL (PASANTIA)  
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**CARLOS ALBERTO BENAVIDES PUCHANA**

**Código: 04041149**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA  
POPAYÁN**

**2010**

**PARTICIPACIÓN COMO AUXILIAR EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE  
VIVIENDAS EN CONJUNTO CERRADO CONDOMINIO ALTOS DE TULCAN**



**CARLOS ALBERTO BENAVIDES PUCHANA**  
**Código: 04041149**

**DIRECTORA DE PASANTIA**  
**INGENIERA JULIA RUIZ ESTRADA**

**JEFE DE DEPARTAMENTO**  
**INGENIERO EUGENIO CHAVARRO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**POPAYAN**

**2010**

## Nota de aceptación

El director y jurado de la pasantía de participación como auxiliar en procesos constructivos de viviendas en conjunto cerrado condominio altos de Tulcán realizado por **CARLOS ALBERTO BENAVIDES PUCHANA**, una vez realizado el escrito final y aprobada la sustentación del mismo, autoriza para que realicen gestiones administrativas correspondientes a su título profesional

Comentarios:

---

---

---

---

---

---

---

---

**JURADO**

---

**DIRECTOR**

Fecha:

---

---

## **DEDICATORIA**

A Dios por iluminarme y darme la vida y quien es artífice de todos mis triunfos.

A mis padres quienes han creído en mí y me han ofrecido todo su apoyo incondicionalmente a lo largo de toda mi carrera, quienes con todo su esfuerzo me alentaron a seguir adelante para cumplir mis sueños.

A mis hermanos por brindarme toda su confianza y aliento para lograr mi formación como profesional.

A mis Familiares (abuelos, tíos, tías, primos, primas) quienes siempre han estado a mi lado brindándome su apoyo moral y espiritual.

A mis profesores por ofrecer lo mejor de su conocimiento para mi formación como profesional.

Y a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a mi formación como profesional.

A todas estas personas gracias y que Dios lo bendiga por siempre.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	TITULO DE PASANTÍA.	1
2.	INTRODUCCIÓN	1
3.	INFORMACIÓN GENERAL.	2
3.1.	Información del proyecto	2
3.2.	Información de la empresa receptora	9
3.3.	Información pasantía	12
4.	RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ESPECÍFICAS	12
4.1	Presentación de las actividades realizadas	12
4.2	Desarrollo de la pasantía	14
5.	RELACIÓN DE LOS ASPECTOS	65
5.1	Aspectos aprendidos teóricamente en la FIC	65
5.2	Nuevos aspectos	66
6.	ANÁLISIS DEL LOGRO LOS OBJETIVOS	67
6.1	Objetivos Generales.	67
6.2	Objetivos Específicos.	67
6.3	Objetivos logrados	68
6.4	Solicitud de aprobación de la pasantía	68
7.	CONCLUSIONES	68
8.	RECOMENDACIONES.	71
9.	BIBLIOGRAFÍA.	72
	Anexo OFICIO DE LA EMPRESA	73

## 1. TITULO DE PASANTÍA

AUXILIAR EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE VIVIENDAS EN CONJUNTO CERRADO “CONDOMINIO ALTOS DE TULCAN” Popayán Cauca.



Figura No.1 Condominio Altos De Tulcán

## 2. INTRODUCCIÓN

Para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad del Cauca, el Concejo Superior Universitario con el acuerdo No. 051 de 2001 estableció como requisito la realización del trabajo de grado. El concejo de Facultad de Ingeniería Civil con la resolución No. 281 del 10 de junio de 2005. Selecciono 3 alternativas de trabajo de grado entre ellas otorga la posibilidad al estudiante participar con una entidad constructora realizando una práctica profesional como pasante, modalidad a la que se refiere este proyecto.

La participación en el proyecto como pasante permitió; fortalecer y complementar los conocimientos adquiridos en la formación estudiantil en la Universidad del Cauca. Con la práctica se aprende a resolver situaciones que surgen en una

construcción. Como también a plantear posibles soluciones a problemas que se presenten, para así poder garantizar la estabilidad y el continuo desarrollo de la obra, contribuyendo en la búsqueda de soluciones acertadas, obteniendo una perspectiva más detallada y amplia de las diferentes situaciones a lo largo de la ejecución de un proyecto de construcción.

Debido a que el tiempo dedicado en el plan de estudios a procesos constructivos es relativamente cortó, la realización de la pasantía ayudo a complementar lo visto en las clases y a relacionar la teoría con la aplicación en construcción de obras civiles y particularmente con la construcción de una urbanización conformada por viviendas unifamiliares de dos plantas

El desarrollo, construcción y control de las obras del proyecto fueron a cargo de La Directora del proyecto ingeniera CECILIA FARINANGO, con amplia experiencia en este campo

### **3. INFORMACIÓN GENERAL**

#### **3.1 Información del proyecto:**

##### **Localización geográfica del proyecto**

Localizado al oriente de la ciudad de Popayán (Cauca), Calle 16AN carrera 2ª#0-93 en el sector de Pomona, el área total del lote corresponde a 49828m<sup>2</sup>

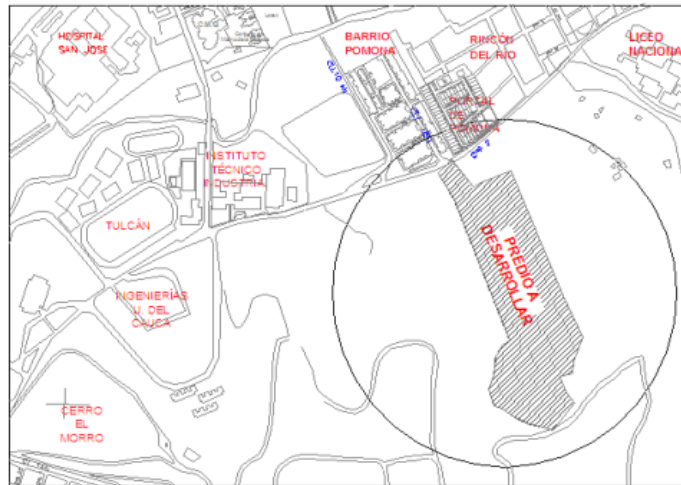


Figura No.2 Localización



Figura No.3 Planta Urbanística

El proyecto comprende la construcción de una urbanización de 140 viviendas unifamiliares de 2 pisos localizado al oriente de la ciudad de Popayán en el sector de Pomona, el área total del lote corresponde a  $49828\text{m}^2$  que se distribuirán de la siguiente manera; casas con una área de ( $112\text{m}^2$  --  $122\text{m}^2$  --  $128\text{m}^2$ ), área vía vehicular y andenes  $5185\text{m}^2$  (área de vías de  $3766.40\text{m}^2$ , área andenes de  $1418.80\text{m}^2$ ), áreas comunales  $18017.40\text{m}^2$  (parque visitantes 14 unidades con área de  $93.20\text{m}^2$ , salón comunal con  $34.60\text{m}^2$ , área de piscina  $38.90\text{m}^2$ , zona de juegos niños  $162.50\text{m}^2$ , portería-bodega  $14.70\text{m}^2$ , zona verde  $17637.50\text{m}^2$ ), área que se reservan los propietarios  $15238\text{m}^2$ .



El proyecto se encuentra ubicado en una zona prácticamente plana al pie de una formación montañosa el sitio no presenta problemas de deslizamientos, en la parte nororiental del lote existe una zona con características típicas de un antiguo pantano nivel freático alto y suelos muy blandos

Entre los estudios para el diseño urbanístico y de las soluciones de viviendas se destacan los siguientes:

### Diseño Arquitectónico

La descripción de las casas es la siguiente.

Casas Tipo I (112 m<sup>2</sup>); Primera planta: garaje, sala, comedor, cocina, jardín interior, patio de ropas y baño social, Segunda planta: alcoba principal con baño, dos alcobas más y baño general.

Casas Tipo II (122 m<sup>2</sup>); Primera planta: garaje, sala, comedor, cocina, jardín interior, patio de ropas y baño social, Segunda planta: alcoba principal con baño, dos alcobas más estudio y baño general.

Casas Tipo III (128 m<sup>2</sup>); Primera planta: garaje, sala, comedor, cocina, jardín interior, patio de ropas y baño social, Segunda planta: alcoba principal con baño, dos alcobas con baño, dos alcobas más estudio y baño general



PLANTA PRIMER PISO

Figura No.4 Planta primer piso



PLANTA SEGUNDO PISO

Figura No.5 Planta segundo piso



Figura No.6 cubierta



Figura No.7 Fachada

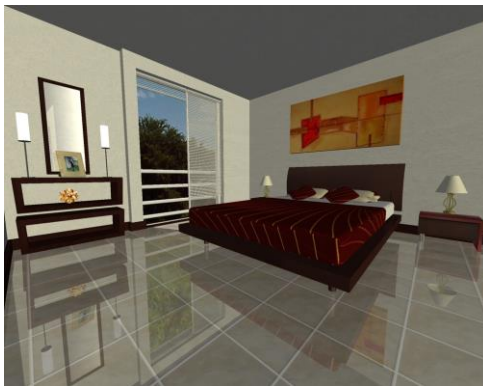


Figura No.8 Vista sala-comedor



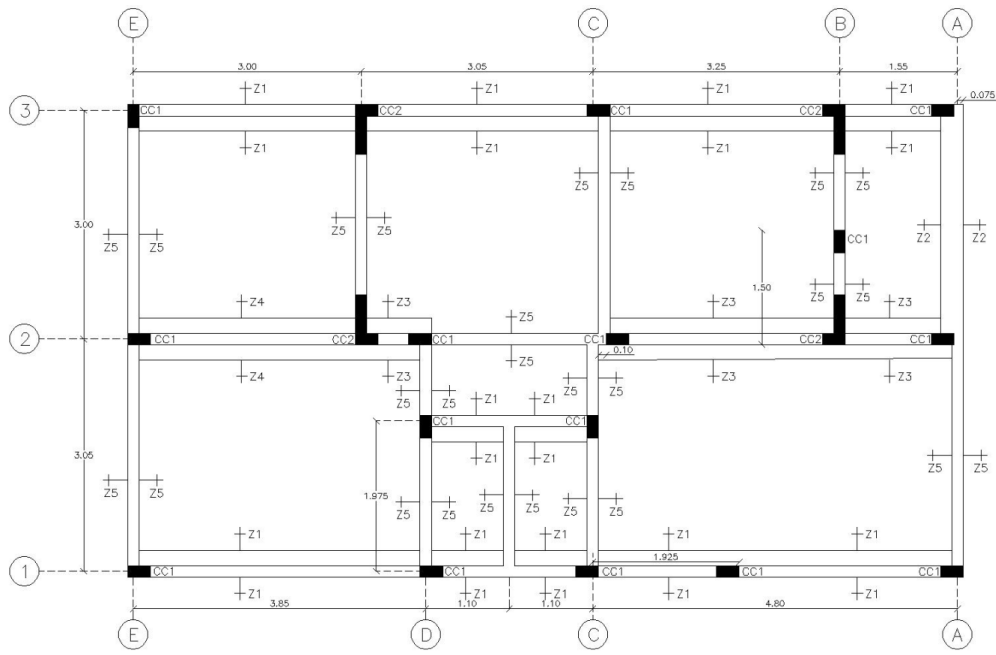
Figura No.9 Vista alcoba principal



Figura No.10 Fachada principal

### **Cimentación de la estructura**

Según las propiedades físicas y mecánicas del suelo encontradas en el sitio se diseño una cimentación del tipo: Zapatas corridas cimentadas a una profundidad mínima de desplante de 0.40m contados a partir del nivel del piso



PLANTA DE MUROS ESTRUCTURALES 1er PISO  
 ESC 1:50

Figura No.11 Plano estructural de cimentación

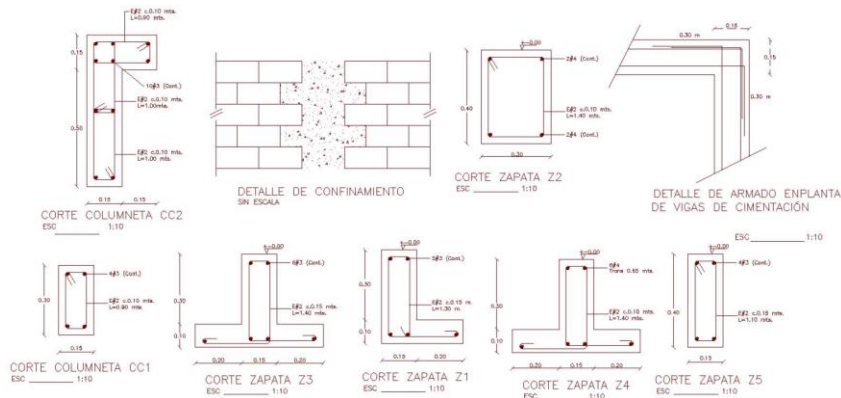


Figura No.12 Plano estructural detalles de cimentación

### El Diseño estructural

Constituido por una estructura en mampostería confinada, las losas de entrepiso serán en concreto reforzado y del tipo aligeradas, La estructura del techo será de madera y la cubierta tendrá teja de asbesto cemento los materiales de la estructura serán:

Acero  $F_y = 420 \text{ Mpa}$

Concreto  $f'_c = 21 \text{ Mpa}$

Mampostería  $f'_m = 7.0 \text{ Mpa}$

Mortero de pega  $f'_{cp} = 12.5 \text{ Mpa}$  (tipo s)

Unidad de Mampostería (arcilla)  $f'_{cu} = 15.0 \text{ Mpa}$

Espesor de la placa es de 5cm

Espesor de la losa es de 30cm

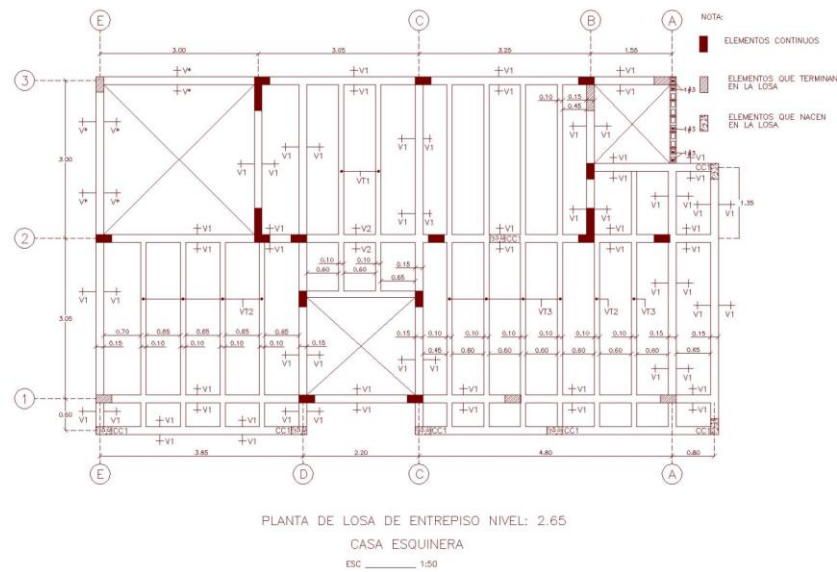


Figura No.13 Plano estructural de losa de entrepiso

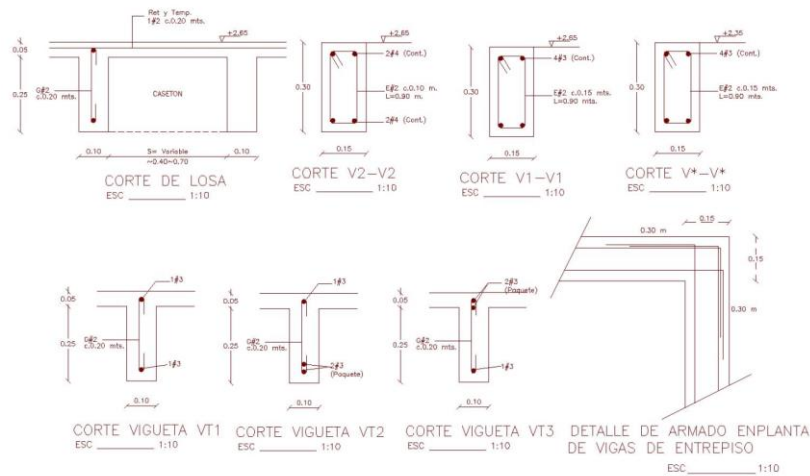


Figura No.13 Figura No.14 Plano estructural detalles de losa de entrepiso

### **Estructura de pavimento**

Pavimento rígido con la siguiente estructura: losas de 14cm de concreto simple de modulo de rotura:  $38 \text{ Kg/Cm}^2$ , 15cm de sub-base granular, sobre una sub-rásate limosa con CBR 2.1%

### **Redes de acueducto y alcantarillado**

La red de acueducto se conectara a la tubería de Diámetro 4" PVC que pasa por la carrera 2ª y la red de alcantarillado sanitario se conectara al colector paralelo al río ejido y el pluvial se conectara al zanjón al frente del lote

### **Red de acueducto**

Para la red de agua potable se instalara tubería de PVC de Diámetro 3" RDE 26 que hace parte del relleno de malla diseñada para el sector. Se instalara un hidrante tipo milán para la prevención de incendios y se instalara una válvula HF 3" para poder hacer los cierres en caso de un daño

### **Alcantarillado sanitario**

Suministro e instalación de tubería de PVC alcantarillado Diámetro 8", construcción de cámaras de inspección de Diámetro 1.20m de concreto simple y tapa en concreto reforzado

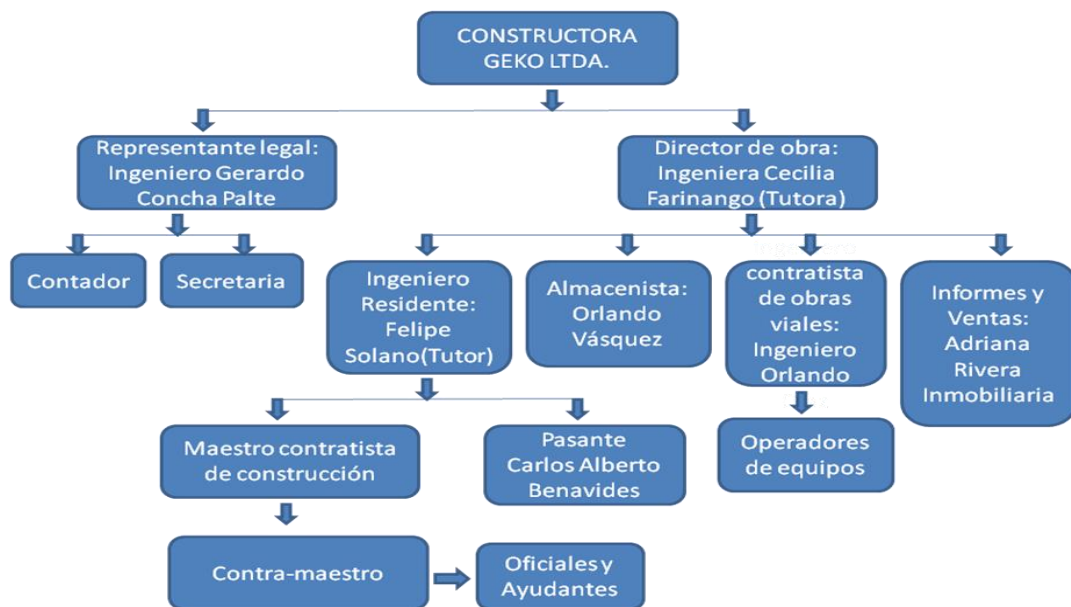
### **Alcantarillado pluvial**

Suministro e instalación de tubería de PVC alcantarillado Diámetro 10", 16", 18" construcción de cámaras de inspección de Diámetro 1.20m de concreto simple y tapa en concreto reforzado, construcción de sumideros en concreto reforzado

### 3.2 Información de la empresa receptora:

La empresa CONSTRUCTORA GEKO LTDA (N.I.T. 0900275985-4) es la propietaria y constructora del proyecto ALTOS DE TULCAN.

#### 3.2.1 Recursos humanos



#### **Representante Legal:**

Ingeniero Civil Gerardo Concha Palte. Quien es el representante legal de la empresa y tiene a su cargo la gestión de los negocios sociales.

#### **Director de obra:**

Ingeniera Civil Cecilia Farinango. Quien está a cargo de la ejecución en obra del Proyecto, encargada de la administración técnica y financiera de los recursos destinados al proyecto

**Ingeniero Residente:**

Ingeniero Civil Felipe Solano, encargado en el manejo y coordinación de todas las actividades que se cumplen en el lugar mismo de la obra y quien recibe y transmite todas las instrucciones que se imparten desde los organismos directivos y ejecutivos de la empresa.

**Maestro de Obra:**

Maestro Oscar Valdés. Persona de gran experiencia en construcción encargado de coordinar las labores como contratista y de los obreros vinculados a la obra

**Almacenista:**

Orlando Vásquez. Tiene una gran responsabilidad en la recepción, inventario, entrega y control de los materiales, equipos y herramientas que se utilizan en la obra.

**3.2.2 Recursos físicos**

**Herramientas maquinaria y equipo:**

- 2 mezcladoras con capacidad de un bulto de cemento
- 2 vibradores de concreto electrónico tipo aguja
- Un apisonador de impacto (saltarín) con motor de diesel
- Dos volquetas
- Una retroexcavadora
- Una moto- niveladora
- Andamios
- Cerchas
- Gatos
- Herramienta menor

### **Equipos de medición:**

- Nivel Topográfico
- Cinta métrica
- Plomadas
- Se realizaron ensayos de cilindros a compresión por parte del pasante en el laboratorio de materiales en la Universidad del Cauca

### **Zona de campamento:**

Existía un campamento que era una adecuación de una casa existente en el lote. Este campamento constaba de 2 oficinas, 2 almacenes, una zona de figuración y amarre del acero de refuerzo, una zona de almacenamiento de tubería, una pieza con baño para el celador y un baño general. Este campamento sería demolido e instalado en zona de parqueaderos dado que el campamento estaba en la zona donde estaba proyectado la construcción de casas. El nuevo campamento consta de 2 oficinas, 2 almacenes, una zona de figuración y amarre del acero de refuerzo, una zona de almacenamiento de tubería, una pieza para el celador y un baño general.

Los baños cuentan con agua potable, se realizó una piscina para los ensayos de cilindros a compresión

### **Zona de ventas y administración:**

La administración de la obra se lleva en las oficinas INMOBILIARIA ADRIANA RIVERA, ubicadas en la Calle 14N No. 6ª-08 -COLOMBIA - Cauca, Popayán- Barrio el Recuerdo. También la empresa adecuada en la entrada del proyecto una caseta para la venta e información sobre las casas y condiciones de venta.



### 3.3 Información Pasantía

- **Nombre del pasante:** CARLOS ALBERTO BENAVIDES PUCHANA
- **Entidad receptora:** CONSTRUCTORA GEKO LTDA.
- **Dedicación por parte del pasante:** AUXILIAR EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE VIVIENDAS
- **Tutor por parte de la empresa:** Ingeniera Cecilia Farinango, Ingeniero Felipe Solano
- **Fecha de iniciación:** 1 de abril 2009
- **Fecha de Terminación:** 8 octubre 2009
- **Directora por parte de la Universidad:** INGENIERA JULIA RUIZ ESTRADA

## 4. RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ESPECIFICAS EN LAS CUALES PARTICIPO EL PASANTE EN EL MARCO DEL PROYECTO INDICADO EN EL NUMERAL ANTERIOR.

### 4.1 Presentación de la relación de las actividades realizadas.

En el siguiente cuadro se presenta un promedio en días de las actividades realizadas en la construcción de una vivienda

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días	16 días	17 días	18 días	19 días	20 días	21 días	22 días	23 días	24 días	25 días	26 días	27 días	28 días	29 días	30 días	31 días	32 días	33 días			
<b>INDUCCIÓN Y DOCUMENTACIÓN PRELIMINARES</b>	█	█																																		
Descapote y Nivelación			█	█	█																															
Localización				█	█	█																														
Relleno con suelo																																				
<b>CIMENTACIONES</b>																																				
Excavación					█	█	█																													
Solado						█																														
Zapatas Corridas Z1,Z2,Z3,Z4,Z5							█	█	█	█	█	█																								
<b>DESAGÜES</b>																																				
Cajas de Inspección												█																								
Aguas Residuales y Pluviales 1er piso					█	█																														
Aguas Residuales y Pluviales 2do piso																																				
<b>PISOS</b>																																				
Piso Primario												█																								
<b>MAMPOSTERIA</b>																																				
Muro en saga en ladrillo común e:0.12m 1er piso														█	█	█	█	█	█																	
Muro en saga en ladrillo común e:0.12m 2do piso																																				
Muro culata en saga en ladrillo común e:0.12m																																				
Muro en saga en ladrillo común pega limpia e:0.12m																					█	█	█	█												
Muro Estructural																					█	█	█	█	█											
<b>ESTRUCTURA</b>																																				
Columnas 1er piso																																				
Columnas 2do piso																																				
Columnas Culata																																				
Vigas de amarre																																				
Cinta de amarre 0.1m*0.15m																																				
Losa de entrepiso aligerada																																				
Escalera																																				
<b>INSTALACIONES HIDRÁULICAS</b>																																				
Hidráulica 1er piso																																				
Hidráulica 2do piso																																				
<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE GAS</b>																																				
Instalación eléctrica y de gas 1er piso																																				
Instalación eléctrica y de gas 2do piso																																				
<b>CUBIERTA</b>																																				
Cubierta en eternit incluye estructura en madera																																				

	34 días	35 días	36 días	37 días	38 días	39 días	40 días	41 días	42 días	43 días	44 días	45 días	46 días	47 días	48 días	49 días	50 días	51 días	52 días	53 días	54 días	55 días	56 días	57 días	58 días	59 días	60 días	61 días	62 días	63 días	64 días	65 días	66 días			
<b>INDUCCIÓN Y DOCUMENTACIÓN PRELIMINARES</b>																																				
Descapote y Nivelación																																				
Localización																																				
Relleno con suelo																																				
<b>CIMENTACIONES</b>																																				
Excavación																																				
Solado																																				
Zapatas Corridas Z1,Z2,Z3,Z4,Z5																																				
<b>DESAGUES</b>																																				
Cajas de Inspección																																				
Aguas Residuales y Pluviales 1er piso																																				
Aguas Residuales y Pluviales 2do piso																																				
<b>PISOS</b>																																				
Piso Primario																																				
<b>MAMPOSTERÍA</b>																																				
Muro en soga en ladrillo común e:0.12m 1er piso																																				
Muro en soga en ladrillo común e:0.12m 2do piso																																				
Muro culata en soga en ladrillo común e:0.12m																																				
Muro en soga en ladrillo común pega limpia e:0.12m																																				
Muro Estructural																																				
<b>ESTRUCTURA</b>																																				
Columnas 1er piso																																				
Columnas 2do piso																																				
Columnas Culata																																				
Vigas de amarre																																				
Cinta de amarre 0.1m*0.15m																																				
Losa de entrepiso																																				
Escalera																																				
<b>INSTALACIONES HIDRÁULICAS</b>																																				
Hidráulica 1er piso																																				
Hidráulica 2do piso																																				
<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE GAS</b>																																				
Instalación eléctrica y de gas 1er piso																																				
Instalación eléctrica y de gas 2do piso																																				
<b>CUBIERTA</b>																																				
Cubierta en eternit incluye estructura en madera																																				

## **4.2 Descripción de las actividades**

### **4.2.1 Capacitación y presentación del personal**

La empresa realiza una inducción al pasante para informarlo del proyecto y una vez documentado asignarle las tareas a realizar. La inducción abarco las siguientes actividades:

1. Reconocimiento de lugar.
2. Interpretación de planos y diseños.
3. Conocimiento del personal.
4. Recepción de las instrucciones por parte de la Directora de obra.

### **4.2.2 Control de calidad de materiales**

El control de calidad de los materiales utilizados en las diferentes actividades constructivas. Se explicaran a continuación por tipo de material; Unidades de mampostería, Cemento, Agua de mezcla, Agregados, Acero de refuerzo, Aditivo, Concreto realizado en obra.

#### **4.2.2.1 UNIDADES DE MAMPOSTERIA**

El control de calidad de las unidades de mampostería se debe regir por los procedimientos normalizados y estándares establecidos por la norma NTC 4205, además de la calidad se supervisa su transporte y almacenamiento. Las unidades utilizadas son:

#### **Ladrillo Tolete común Macizo (ladrillo sucio):**

Fuentes: Ladrillo de Rio Hondo, Ladrillo de Pueblillo

Dimensiones: 12 cm x 23 cm x 6.8 cm.



Figura No.33 Ladrillo macizo

**Ladrillo a la vista con perforación vertical (ladrillo limpio):**

Fuentes: Ladrillera la Ximena

Dimensiones: 11.5 cm x 25 cm x 7 cm.

Número de celdas interiores: 10

Dimensiones de celdas interiores: 3.0 cm x 3.5 cm.

Espesor de paredes interiores: 1.5 cm.



Figura No.34 ladrillo limpio

**Ladrillo estructural:**

Fuentes: Ladrillera la Ximena

Dimensiones: 11.5 cm x 25 cm x 7.0 cm.

Número de celdas interiores: 2.

Dimensiones de celdas interiores: 7.2 cm x 7.3 cm.

Espesor de paredes interiores: 2 cm.



Figura No.35 ladrillo estructural

### **Especificación:**

El control de calidad de las unidades de mampostería se debe regir por los procedimientos normalizados y estándares establecidos por la norma NTC 4205, además se supervisa su transporte y almacenamiento

### **Controles que se realizaron:**

- Se ha verificado que el ladrillo tenga dimensiones regularmente uniformes, es decir que no este desproporcionado.
- Se verifica los ladrillos no tengan muchas fisuras, que puedan hacer poner en duda la resistencia de los mismos.
- además se supervisa su transporte y almacenamiento
- las alturas de los arrumes de almacenamiento no deben supera los 1.60m para evitar que se derrumben y al caer se dañen
- El transporte se debe hacer cuidadosamente para evitar que se maltrate y se fracture, causando desperdicio.
- La recepción la realiza el almacenista haciendo observaciones por escrito del número de unidades defectuosas que llegan a la obra.

- No se pudo verificar su resistencia ni su absorción, pero se le pidió al fabricante certificara que los ladrillos suministrados cumplieran los requisitos dados en la norma NTC 4205

Tipo	Resistencia min. a la compresión Pa(Kg/cm <sup>2</sup> )		Absorción de agua máx (%)			
			Interior		Exterior	
	Prom 5u	unidad	Prom 5u	unidad	Prom 5u	unidad
PH	5.0(50)	3.5(35)	13	16	13.5	14
PV	18.0(180)	15.0(150)	13	16	13.5	14
M	20.0(200)	15.0(150)	13	16	13.5	14

Tabla No. 1 Propiedades físicas según NTC 4205

PH: Unidad de mampostería de perforación horizontal

PV: Unidad de mampostería de perforación vertical

M: Unidad de mampostería maciza

“Se debe considerar defecto principal, el no cumplimiento de la resistencia y como defecto secundario el no cumplimiento de la absorción. El no cumplimiento de la resistencia motiva además el rechazo de los especímenes, mientras que el incumplimiento de la absorción queda condicionado a los demás requisitos establecidos por la norma NTC 4205”.<sup>1</sup>

TIPO	Espesor mínimo de pared exterior, mm	Ladrillo estructural de la Ximena, mm	Grado de aceptabilidad	Espesor mínimo de pared interior, mm	Ladrillo estructural de la Ximena, mm	Grado de aceptabilidad
PH	≥ 19			≥ 10		
PV	≥ 16	21	CUMPLE	≥ 10	20	CUMPLE

Tabla No 2. Espesor de paredes y tabiques para unidades de mampostería estructural según NTC 4205

<sup>1</sup> Normas Técnicas Colombianas. NTC 4205 Ingeniería civil y arquitectura, Unidades de mampostería en arcilla

NTC 4205	Ladrillo La Ximena
Los nervios que unen la pared doble en la unidad de mampostería deben tener un espesor mayor o igual que 6 mm pero menor que el espesor de los tabiques(12mm)	Las unidades de mampostería estructural de la LADRILLERA LA XIMENA tiene exactamente 11mm
Las celdas deben tener una sección cuya área tenga mínimo 20 cm <sup>2</sup> ) y su menor dimensión debe ser por lo menos 12 mm pero si tiene refuerzo por lo menos 50mm y su área mayor igual a 30 cm <sup>2</sup> )	La unidad cumple con esto ya que el área es de 51.84 cm <sup>2</sup> y su dimensión más larga es de 72mm
El área neta de las celdas o perforaciones, medida en cualquier sección perpendicular a sus ejes, no puede ser superior al 65% del área bruta en esa misma sección.	An<0.65Ag Norma An=103.68 Ag=295.2 103.68<191.88 cumple

Tabla No 3. Parámetros mínimos según NTC 4205



Figura No.36 Detalle sobre el transporte



Figura No.37 Colocación de ladrillo



Figura No.38 Transporte de ladrillo macizo



Figura No.39 Arrume de ladrillos macizo





Figura No.40 Fisuras encontradas en algunos ladrillos

#### 4.2.2.2 CEMENTO

El cemento debe cumplir con las normas NTC 121 y NTC 321. Se permite el uso de cementos fabricados en Colombia con sus correspondientes certificados de calidad<sup>2</sup>. Los cementos utilizados en la obra son los comercializados en el país de los cuales los fabricantes certifican que cumplen con los estándares exigidos por las normas NTC. Los cementos empleados son Argos y Diamante.

Cemento Argos tipo 1, presentación de sacos de 50 kilogramos, este tipo de cemento es el que se utiliza en obras de concreto en general, que no requieren propiedades físicas y químicas especiales<sup>3</sup>. Cemento el Diamante con las características de cemento Pórtland Tipo 1 presentación de sacos de 50 kilogramos.

#### **Control del cemento en obra:**

Se controla el almacenamiento y manejo del cemento en obra, al momento de su utilización se verifica su estado principalmente que no tenga grumos.

El cemento en la obra se almacena en el campamento, en un cuarto destinado para el almacenamiento de cemento, los sacos se colocan sobre entarimados de madera, aislados de cualquier pared o soporte lateral que pueda impedir la libre circulación de aire, o que pueda generar algún tipo de humedad, esto con el fin de que el cemento no fragüe antes de tiempo para evitar la pérdida de su resistencia.

<sup>2</sup> NSR 98. Capítulo C. Parágrafo C.3.2.1

<sup>3</sup> Página [www.argos.com](http://www.argos.com)

Los sacos están cubiertos bajo techo todo el tiempo, a excepción de unas pequeñas cantidades, que son los de consumo rápido en el momento de la fundición



Figura No.41 Cemento en almacén



Figura No.42 Cemento para fundición

#### **4.2.2.3 AGUA DE MEZCLA**

El agua es un componente muy importante para la mezcla de concreto o mortero puesto que se encarga; no solo de darle manejabilidad a la mezcla, sino también de hidratar el cemento, para que este desarrolle toda su resistencia. Además proporciona resistencia adicional a través del curado que se realiza al concreto endurecido.

El agua de mezcla: debe ser limpia, sin impurezas que afecten o no sean favorables para las propiedades del mortero o concreto y deben cumplir con la NTC 3459.<sup>4</sup> Y con la NSR-98.<sup>5</sup>

En la obra se utilizó agua del acueducto de Popayán que cumple las especificaciones.

---

<sup>4</sup> Normas técnica Colombianas NTC 3459 Ingeniería civil Agua para concretos

<sup>5</sup> NSR 98. Capítulo D. Parágrafo D.3.4.5



Figura No.43 Agua de mezcla

#### 4.2.2.4 AGREGADOS

Son materiales inertes de forma granular, natural o artificial. Los agregados para el concreto deben cumplir con la norma NTC 174<sup>6</sup>. Dicha norma hace referencia al análisis granulométrico y propiedades físicas y químicas que deben cumplir los agregados.

##### 4.2.2.4.1 Agregado Fino

En obra se utilizo diferentes tipos de arenas (agregados naturales, agregados artificiales) como: Arena de rio Galindez, Arena de Chirivio, Arena de Puerto Tejada y Arena de la cantera Conexpe.

TAMIZ	% pasa Arena de Puerto Tejada	% pasa Arena de Conexpe
3/8"	100	100
No. 4	96	95
No. 8	92	71
No. 16	79	54
No. 30	50	39
No. 50	14	28
No. 100	2	19.6
No. 200	1	10.7

Tabla No.4 Granulometrías de los agregados finos para elaborar concretos

<sup>6</sup> NSR 98. Capitulo C. Parágrafo C.3.3.1

TAMIZ	Arena Natural	Arena Manufacturada	Agregados Finos Utilizados			
	% PASA	% PASA	% pasa arena puerto tejada (Arena Natural)	Grado de aceptabilidad	% pasa Arena Conexpe (Arena Manufacturada)	Grado de aceptabilidad
3/8"	100	100	100	cumple	100	cumple
No. 4	95 – 100	95 – 100	96.4	cumple	95	cumple
No. 8	70 – 100	70 – 100	92.2	cumple	71	cumple
No. 16	40 – 75	40 – 75	79	no cumple	54	cumple
No. 30	10 – 35	20 – 40	50.2	no cumple	39	cumple
No. 50	2 – 15	10 – 25	13.7	cumple	28	no cumple
No. 100	---	0 – 10	2	no cumple	19.6	no cumple

**Tabla No. 5 Especificaciones granulométricas para agregados finos a utilizar en morteros**<sup>7</sup>

Ensayo	Norma	Especificación	Resultado Arena Puerto Tejada	Grado de aceptabilidad	Resultado Arena Conexpe	Grado de aceptabilidad
Masa Unitaria Suelta	NTC-92	No hay especificación	1.445g/cm <sup>3</sup>	ESTA EN UN RANGO ACEPTABLE (1.3-1.80) g/cm <sup>3</sup>	1.549g/cm <sup>3</sup>	ESTA EN UN RANGO ACEPTABLE (1.3-1.80) g/cm <sup>3</sup>
Materia Orgánica	INV E-212	Ensayo cualitativo	Color de Referencia 3	CUMPLE	No se realizo	
Equivalente de Arena	INV E-133	≥ 60%	88%	CUMPLE	55%	NO CUMPLE
Gravedad Especifica Bulk	INV E-222	No hay especificación	2.607g/cm <sup>3</sup>	ESTA EN UN RANGO ACEPTABLE (2.4-2.8) g/cm <sup>3</sup>	No se realizo	
Absorción	INV E-222	≤4%	1.48%	CUMPLE	No se realizo	
% pasa tamiz No 200 (limpieza)	INV E-214	≤3%	1%	CUMPLE	10.7	NO CUMPLE

**Tabla No. 6 Propiedades físicas y químicas de los agregados finos utilizados**<sup>8</sup>

<sup>7</sup> ICONTEC, Normas técnicas colombianas para el sector de la construcción -1 Bogota Colombia legis editorial s.a 1989

<sup>8</sup> Especificaciones y Normas INV-07, Artículo 500-07 Tabla 500.4 requisitos agregado fino para concretos.

MODULO DE FINURA	AGREGADO FINO	MF Arena de Puerto Tejada	MF Arena de Conexpe
Menor que 2,00	Muy fino o extra fino		
2,00 – 2,30	Fino		
2,30 – 2,60	Ligeramente fino		
2,60 – 2,90	Mediano	2.68	
2,90 – 3,20	Ligeramente grueso		2.936
3,20 – 3,50	Grueso		
Mayor que 3,50	Muy grueso o extra grueso		

Tabla No. 7 clasificación del material según el modulo de finura<sup>9</sup>

### Arena de Puerto Tejada

Es una Arena de depósitos de arrastres fluviales

Analizando los resultados del ensayo granulométrico del material fino se puede clasificar, como arena mediana. El porcentaje pasa tamiz N°200 es menor de 3 lo que indica que es una arena limpia.

Para concreto Los tamaños se mantienen equidistantes de los límites superiores e inferiores de tamaños propuestos por las especificaciones, logrando buena calidad y manejable, con la que se logra un buen acabado en el concreto.

Para Mortero los tamaños no están equidistantes de los límites superiores e inferiores de tamaños propuestos por las especificaciones, no cumple con esta especificación esta arena no fue utilizada en el mortero de pega

### Arena de Conexpe

Arena producto de trituración mecánica. Analizando la granulometría del material se puede clasificar como arena ligeramente gruesa. La arena no cumple con las especificaciones, es una arena sucia porque el porcentaje pasa tamiz N°200 es mayor de 3 debilitando la adherencia entre la pasta del cemento y las partículas del agregado perjudicando la resistencia y la durabilidad de las mezclas, además con un equivalente de arena de 55% que no cumple con la especificación lo que

<sup>9</sup> Mena F, Victor Manuel y Loera P. Guia para fabricación y control de concreto en obras pequeñas

indica presencia de materia perjudicial para la mezcla, aumentando considerablemente el agua de mezcla y por ende disminuyendo su resistencia

La granulometría de la arena para morteros se aleja del centro de la especificación los porcentajes pasa oscilan entre los extremos de la especificación, del grueso al fino. Además no cumple con la especificación en algunos tamaños, pero en obra presenta buena manejabilidad falta corroborar el comportamiento con el tiempo. En el caso de su utilización en la fabricación de morteros da muy buenos acabados.

#### 4.2.2.4.2 Agregado grueso

En la obra se utilizan agregados gruesos de diferentes fuentes; Grava de rio Galindez, Grava de Chirivio. Grava de Puerto Tejada, Grava de Conexpe. Los tres primeros proceden de depósitos de arrastres fluviales (cantos rodados) y tienen tamaño máximo de los materiales es 1"

El tamaño máximo nominal del agregado no debe ser mayor que:

- (a) 1/5 de la dimensión menor entre los lados de las formaletas,
- (b) 1/3 del espesor de las losas,
- (c) 3/4 del espaciamiento libre mínimo entre las barras o alambres individuales del refuerzo, paquetes de barras o los tendones o ductos de preesforzado<sup>10</sup>

Dado que el tamaño máximo del agregado grueso utilizado es 1", el TMN es 3/4" es decir 1.9 cm. Al realizar los chequeos se obtuvo:

$$\begin{array}{l} \text{(a)} \ 1/5 * 10\text{cm} = 2\text{cm} \\ \text{(b)} \ 1/3 * 30\text{cm} = 10\text{cm} \\ \text{(c)} \ 3/4 * 3\text{cm} = 2.25\text{cm} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{(a)} \\ \text{(b)} \\ \text{(c)} \end{array}} \right\} > 1.9\text{cm} \text{ CUMPLE}$$

<sup>10</sup> NSR 98.Capitulo C, Parágrafo C.3.3.3

- **Triturado de Conexpe**

A continuación se presentan los resultados de los ensayos realizados al material proveniente de Conexpe.

Tamiz	% Pasa
1"	100
3/4"	81
1/2"	44.9
3/8"	30.3
No. 4	2.8
No. 8	1.8
No. 200	0.8

**Tabla No 8 Granulometría Agregado grueso Conexpe**

Ensayo	Norma	Resultado	Especificación	Grado de aceptabilidad
Masa Unitaria Suelta	NTC-92	1.344g/cm <sup>3</sup>	NO HAY ESPECIFICACION	ESTA EN UN RANGO ACEPTABLE
Desgaste en la Maquina de los Ángeles	INV E-218	28.8%	≤ 40%	CUMPLE
Densidad Especifica Aparente	INV E-223	2.498g/cm <sup>3</sup>	NO HAY ESPECIFICACION	ESTA EN UN RANGO ACEPTABLE
Absorción	INV E-223	2.4g/cm <sup>3</sup>	≤ 4%	CUMPLE
Resistencia al Ataque de Sulfato de Sodio	INV E-220	19.13%	≤ 12%	NO CUMPLE
% pasa tamiz No 200 (limpieza)	NTC-78	0.8%	≤ 1%	CUMPLE

**Tabla No. 9 Propiedades físicas y químicas del material triturado de Conexpe<sup>11</sup>**

Del análisis granulométrico se puede concluir que el material cumple con el tamaño requerido, además que por tener un porcentaje pasante del tamiz No 200 del orden de 0.8% se considera un material limpio.

---

<sup>11</sup> Especificaciones y Normas INV-07, Artículo 500-07 Tabla 500.6 requisitos agregado grueso para concretos.

De las propiedades físicas y químicas del material permiten notar que las especificaciones de los ensayos no todas se cumplen, es el caso de la resistencia al ataque del sulfato de sodio que no cumple con la especificación. Dado la precisión del ensayo<sup>12</sup>, sería conveniente realizar un segundo ensayo para corroborar el valor dado, y así determinar si ese material es adecuado o no para la utilización en el concreto. En la obra se utilizó el material sin tomar el ensayo de resistencia al ataque de los sulfatos como un parámetro para rechazar el material.

### **Manejo del Agregados en la obra**

El agregado grueso se apila cerca a la mezcladora, separado del agregado fino, las partículas del agregado se agrupan de tal forma que se evite al máximo la segregación y la contaminación. La descarga se realiza sobre material sobrante con las mismas características, para evitar que el nuevo material se contamine al estar en contacto directo con el suelo.



**Figura No.44 Arena Chirivio**



**Figura No.45 Grava de Chirivio**



**Figura No.46 Arena de Puerto Tejada**



**Figura No.47 Grava de Puerto Tejada**

<sup>12</sup> INV E-220 Sanidad de los agregados frente a la acción de las soluciones de sulfato de sodio.





Figura No.48 Arena de Galindez



Figura No.49 Grava de Galindez



Figura No.50 Arena de Conexpe



Figura No.51 Agregado Conexpe

#### 4.2.2.5 ACERO DE REFUERZO

El acero utilizado es acero proveniente de CODIACERO, Cali FUGOCIDENTE Carrera 23 No. 13 - 135 Vía Cali (Valle) - Yumbo  
Teléfono: 5572727 – 3162233036.<sup>13</sup>

Las barras corrugadas para refuerzo deben cumplir con la norma NTC 2289 (ASTM A 706).<sup>14</sup> EL fabricante como en el caso del cemento certifica la calidad del acero. CODIACERO CTA esta certificado con base en la Norma internacional ISO 9001:2000, el cual ha sido ratificado según la auditoría de seguimiento que realizo el organismo certificador S.G.S los días 30 y 31 de enero de 2008 con excelentes resultados.

<sup>13</sup> Página [www.codiacero.com](http://www.codiacero.com)

<sup>14</sup> NSR 98. Capitulo C. Parágrafo C.3.5.1

El acero de refuerzo para concreto armado que ha sido cortado y figurado en una planta especializada

**Control en obra:**

- Se chequea que el refuerzo que va a ser colocado para la fundición debe estar libre de barro, aceite o cualquier otra sustancia no metálica que pueda disminuir la adherencia entre el acero y el concreto, para que cumpla con la NSR-98
- Se chequea que el refuerzo colocado cumpla con la longitud mínima de traslape, según la NSR 98
- Se chequea el recubrimiento necesario para poder proteger el acero con el concreto
- Se chequea el espaciamiento de estribos para cumplir con el cortante
- Se chequea que el armado del refuerzo cumpla con los planos estructurales



Figura No.52 Almacenamiento del acero



Figura No.53 chequeo de espaciamiento para cortante



Figura No.54 Chequeo de corte de barras



Figura No.55 Chequeo de recubrimiento



Figura No.56 Chequeo longitud de traslapo



Figura No.57 Limpieza



Figura No.58 Paneles para el recubrimiento



Figura No.59 Acero Figurado

DIAGRAMA	CANTIDAD	PRODUCTO	LONG. (m)	PESO	UBICACION
12	2081	100-10	1.04	0.81	473.7
13	1448	100-10	1.04	0.85	307.3
14	9235	100-10	1.04	0.81	1,890.3
15	909	100-10	1.04	0.40	95.9
16	1473	100-10	1.04	0.25	91.0

Peso total barras 144"=10,143.1 Kg

Figura No.60 Pedido acero figurado

#### 4.2.2.6 ADITIVO PARA EL CONCRETO

Los aditivos plastificantes ayudan a mejorar la manejabilidad y manipulación del concreto en caso que se fundan elementos muy esbeltos, o muy reforzados. Muchos también tienen la propiedad de acelerar el fraguado, o retardarlo de acuerdo a las necesidades que se tengan.

Para la mezcla preparada en la obra se utilizó súper plastificante de la línea Sika denominado Sikafluid con su uso, se reducía aproximadamente en un 20% el agua de la mezcla, además de permitir que la mezcla fuese mucho más manejable, obteniéndose asentamientos entre 7 y 10cm.

Este aditivo fue utilizado especialmente cuando se requería fundir columnas que tenían secciones muy pequeñas y los asentamientos obtenidos, estaban oscilando entre 6 y 7cm, que combinados con el rápido endurecimiento de la mezcla dificultaba el vaciado, por esto, se optó por utilizar este aditivo.

Sikafluid es un aditivo líquido para concreto, color café, que permite la obtención de mezclas fluidas sin el empleo de agua en exceso, además mejora las resistencias a todas las edades y disminuye la permeabilidad.<sup>15</sup>

#### **Sikafluid tiene tres usos:**

- Como plastificante: Para la obtención de mezclas fluidas: adicionado a una mezcla de concreto se consigue incrementar el asentamiento, facilitando su colocación.
- Como reductor de agua: Al adicionarlo a la mezcla de concreto sin variar el asentamiento, reduce agua, incrementando a su vez la resistencia.
- Como economizador de cemento: El incremento en resistencia se puede aprovechar reduciendo cemento y logrando así mezclas más económicas.

#### **Modo de empleo:**

Añadir Sikafluid a la mezcla de concreto con el agua de amasado.

Dosificación: Para concreto fluido 250 gr. por bulto de cemento de 50 kg.

---

<sup>15</sup> Página [www.sika.com.co](http://www.sika.com.co)

**Datos técnicos:**

Sikafluid cumple con las normas ASTM C- 494, ASTM C- 1017 y NTC 1299 como aditivo tipo F.

Densidad: 1,16 kg/l ± 0,03 kg/l



Figura No 61. Aditivo plastificante usado en la preparación de mezclas de concreto

**4.2.2.7 CONCRETO PRODUCIDO EN OBRA**

**DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA**

La mezcla se realiza con base a proporciones en volumen suelto obtenidas de diseños previos. En la obra se manejaban dos diseños según las fuentes utilizadas para fabricar el concreto. Las proporciones en volumen son: 1:2:3, y de 1:2½: 2½, requieren 7 y 7.5 sacos de cemento por cada m<sup>3</sup> de concreto. Los materiales mas usados en obra fueron el triturado y la arena de Conexpe y cemento Diamante

Materiales	Proporción volumen suelto materiales para concreto	
	1:2: 3	1:2½: 2½
Cemento Argos	1	
Arena de Puerto Tejada	2	
Grava de Galindez	3	
Cemento el Diamante		1
Arena de Conexpe		2½
Grava de Conexpe		2½

Tabla No. 10 Proporciones en volumen suelto para mezcla de concreto en obra

Para la medición de dichas proporciones se utilizan cajones de 0.33m\*0.33m\*0.38m



Figura No. 62 Elementos empleados en la medición de proporciones en volumen suelto

### **Resistencia de diseño**

Todos los elementos estructurales deben cumplir con una Resistencia a la Compresión del Concreto  $f'c = 21\text{Mpa}$

### **Chequeo de manejabilidad de la mezcla**

La manejabilidad es una propiedad del concreto en estado fresco, que hace referencia a la facilidad del concreto para ser colocado, vibrado y terminado sin que se pierda uniformidad de la mezcla; es decir que esta no sufra ni exudación ni segregación. En la obra mi labor en cuanto al control de la manejabilidad consistía en no solo estar pendiente de realizar los ensayos de manejabilidad como la prueba de slump (NTC 396) y verificar que los asentamientos fuesen los requeridos para cada elemento fundido, sino también verificar: que se utilizaran los materiales adecuados, que el personal estuviera utilizando la dosificación adecuada y las cantidades requeridas de aditivo de ser este necesario, que se midieran las cantidades de material, ya estipulados para las proporciones en volumen suelto determinadas. Además debía estar haciendo un permanente control de los procesos de transporte, vaciado, colocación y curado del concreto.



Figura No. 63 Medida del asentamiento de una mezcla de concreto con el Cono o Slump

Esta prueba se realizaba siempre que había fundición, con el fin de controlar la cantidad de agua adicionada a la mezcla, y que de esta forma no se fuera a alterar su resistencia. Siempre los resultados obtenidos en las mezclas preparadas en obra oscilaron en un rango entre 4cm y 10 cm considerándose estas, como mezclas plásticas o de consistencia media.

### **Pruebas de resistencia a la compresión del concreto**

En Concreto Reforzado, tanto el acero, como el concreto tienen un papel muy importante en la asimilación de los esfuerzos que se van a presentar en la estructura, siendo el acero quien asume casi en su totalidad los esfuerzos de tensión, y dejando encargado al concreto de asumir los esfuerzos de Compresión. Es por lo anterior que la Resistencia a la Compresión es uno de los parámetros más importantes para evaluar la calidad de un concreto. El ensayo para verificar la resistencia a compresión del concreto está establecido por la Norma Técnica Colombiana (NTC 550).

En la Obra se realiza una toma de cilindros representativa de cada elemento, siendo estos losas, vigas de cimentación y columnas elaborando varios cilindros

para fallarlos a diferentes edades, 2 por cada edad de evaluación, para llevar así, un control estadístico de los resultados de resistencia a compresión obtenidos.<sup>16</sup>

El modo de compactación depende a su vez del asentamiento requerido para la mezcla, usándose compactación con varilla si dicho asentamiento es mayor a 2.5 cm. Dado que uno de los requerimientos de la mezcla que se produce en la obra, es que esta sea de consistencia media o plástica, el modo de compactar los cilindros es apisonamiento con varilla.

Una vez elaborados los cilindros en obra, Estos son referenciados, y retirados de sus moldes en un rango de 16 a 24 horas. Luego de este periodo se dejan inmersos en agua con cal hasta ser llevados al laboratorio.

En la obra se lleva un control interno de la toma de cilindros, dentro de mi labor en la pasantía, debía realizar la toma de muestra, el envió al laboratorio, el registro y el fallo de la muestra en el laboratorio de materiales de la Universidad del Cauca.

En los formatos para recopilar la información de las pruebas se especificaba: fecha de toma de los cilindros numero de cilindros, sector de la estructura fundida con ese tipo de mezcla, la procedencia de los materiales, el tipo de cemento, la dosificación empleada, y si se adicionaron o no aditivos.

En el Laboratorio cada cilindro es refrentado con mortero de azufre de acuerdo con la norma NTC 504, se le mide el diámetro y luego se fallan en la máquina de ensayo, aplicando carga axial a cada cilindro hasta la falla, a una velocidad constante.

---

<sup>16</sup> NSR 98. Capitulo C. Parágrafo C.5.6.1.1





**Figura No. 64 Referencia de cilindros**



**Figura No. 65 Inmersión de los cilindros**



**Figura No. 66 Refrentado de cilindros**



**Figura No. 67 Medidas de protección**



**Figura No. 68 Cilindros refrentados**



**Figura No. 69 Cilindros preparados para fallarlos**



**Figura No. 70 Fallando cilindro a compresión**



**Figura No. 71 Maquina de compresión**



**Figura No. 72 Fallo de cilindros**



**Figura No. 73 Fallo para adherencia de los agregados**



**Figura No. 74 Toma de muestras de grouting**



**Figura No. 75 Refrentado muestras de grouting**



**Figura No. 76 Inmersión de muestra de grouting**



**Figura No. 77 Compresión muestra de grouting**



**Figura No. 78 Fallo de muestra de grouting**

El nivel de resistencia para cada clase de concreto se considera satisfactorio si cumple simultáneamente los siguientes requisitos:

- (a) Que los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros), igualen o excedan el valor nominal especificado para  $f'c$ , y
- (b) Que ningún resultado individual de los ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros), tenga una resistencia inferior en 3.5 MPa, o más, a  $f'c$ .<sup>17</sup>

De acuerdo a lo anterior y como verificación de las resistencias a compresión a los 28 días en el Conjunto Altos de Tulcán y de acuerdo a lo estipulado en la Norma Sismo Resistente del 98 se tiene:

- (a) Para el diseño se especifica resistencia a la compresión  $f'c=21$  Mpa para vigas, columnas y losas de entrepiso

Para el diseño del grouting (mortero de relleno) utilizado en el muro estructural la resistencia a compresión es de  $F'cr=10.5$  Mpa<sup>18</sup>

**Tablas Resistencias a la compresión para cada edad promedio de dos cilindros “Condominio Altos De Tulcán”**

VIGAS DE CIMENTACIÓN proporción 1:2:3 material de río cemento argos			
Asentamiento, cm	Edad , días	F'c promedio, Mpa	Norma NSR 98 $\geq 21$ (Mpa)
10	11	6.6	
10	17	12.05	
10	25	21.81	CUMPLE

LOSA DE ENTREPISO CASA 4 proporción 1:2:3 material de río, cemento argos			
Asentamiento, cm	Edad , días	F'c promedio, Mpa	Norma NSR 98 $\geq 21$ (Mpa)
7.62	7	8.08	
7.62	13	14.87	
7.62	44	25.42	CUMPLE
7.62	63	23.55	CUMPLE

<sup>17</sup> NSR 98. Capitulo C. Parágrafo C.5.6.2.3

<sup>18</sup> NSR 98. Capitulo D. Parágrafo D.3.5.3

LOSA DE ENTREPISO CASA 5 proporción 1:2:3 se utilizo material triturado TM 3/4 cemento argos			
Asentamiento, cm	Edad , días	F'c promedio, Mpa	Norma NSR 98 $\geq 21$ (Mpa)
5.08	7	14.69	
5.08	15	15.35	
5.08	59	21.06	CUMPLE

LOSA DE ENTREPISO CASA 11 proporción 1:2 1/2:2 1/2 se utilizo material triturado cemento diamante			
Asentamiento, cm	Edad , días	F'c promedio, Mpa	Norma NSR 98 $\geq 21$ (Mpa)
2.54	11	15.22	

COLUMNAS CASA 60 proporción 1:2 1/2:2 1/2 se utilizo material triturado y arena producto de trituración con gran cantidad de polvillo de la fuente de Conexpe TM 1" cemento el diamante (triturado en estado húmedo) se utilizo Sikafluid			
Asentamiento, cm	Edad , días	F'c promedio, Mpa	Norma NSR 98 $\geq 21$ (Mpa)
7	23	18.27	NO CUMPLE
7	44	19.59	NO CUMPLE

LOSA DE ENTREPISO CASA 60,61 proporción 1:2 1/2:2 1/2 se utilizo material triturado y arena producto de trituración con gran cantidad de polvillo de la fuente de Conexpe TM 1" cemento el diamante (triturado en estado húmedo)			
Asentamiento, cm	Edad , días	F'c promedio, Mpa	Norma NSR 98 $\geq 21$ (Mpa)
3	11	9.71	

LOSA DE ENTREPISO CASA 1 proporción 1:2 1/2:2 1/2 se utilizo material triturado y arena producto de trituración con gran cantidad de polvillo de la fuente de Conexpe TM 1" cemento el diamante (triturado en estado húmedo)			
Asentamiento, cm	Edad , días	F'c promedio, Mpa	Norma NSR 98 $\geq 21$ (Mpa)
4	13	11.62	

GROUTING casa 3,4,5 dosificación:1:2 1/2: 1 1/2 material TM 3/8" arena de chirivio y material 3/8 triturado			
Asentamiento, cm	Edad , días	F'cr promedio, Mpa	Norma NSR 98 $\geq 10.5$ (Mpa)
no se realizo	11	19.1	CUMPLE
no se realizo	18	23.85	CUMPLE
no se realizo	28	32.137	CUMPLE
no se realizo	96	29.81	CUMPLE

(b) Para el diseño se especifica resistencia a la compresión  $f'c=21$

$$21\text{Mpa}-3.5\text{Mpa}=17.5\text{Mpa}$$

Tomando el resultado menor de los ensayos a compresión individuales realizado tenemos= 18.27Mpa que corresponde al ensayo de columnas casa 60.

Comparándolo con la especificación tenemos;

$$18.27\text{Mpa} \geq 17.5\text{Mpa} \text{ CUMPLE con la norma NSR-98}$$

Analizando los resultados obtenidos de las resistencias a la Compresión del concreto en la obra Condominio Altos de Tulcán, se concluye que no todos los ensayos cumplen con la resistencia es el caso del resultado de las columnas casa 60 que no cumple con el parágrafo a) del Capitulo C. C.5.6.2.3 esto pudo darse por la arena Conexpe utilizada, como también a errores de manipulación de la muestra, aunque el resultado no está muy por debajo de la resistencia de diseño esto afectara a la disminución del factor de seguridad. Los demás ensayos se cumplen satisfactoriamente con la resistencia establecida por el calculista, la norma establece que el resultado de  $f'c$  es a los 28 días pero es sabido que el concreto después de los 28 días gana muy poco resistencia por lo cual a edades mayores de 28 días se puede realizar un análisis al estado del concreto a compresión, otra anotación es sobre los datos que arrojan algunos ensayos de la misma cochada dando a mayor edad menor resistencia. Esto es generado por que al realizar los cilindros a compresión son tomados de una cochada realizando varios cilindros de esta ha lo que el concreto en la carretilla empieza a fraguar perdiendo la calidad del ensayo, por lo cual sería adecuado tomar varios cilindros de diferentes cochadas

### **Controles Adicionales**

Se realizaron los controles previos, durante el mezclado y en el transporte sugeridos por la norma NRS 98.

- Los preparativos anteriores a la colocación del concreto deben incluir los siguientes puntos:<sup>19</sup>
  - (a) Todo el equipo para el mezclado y transporte del concreto debe estar limpio.
  - (b) Todos los residuos deben ser retirados de los lugares que ocupará el concreto.
  - (c) La parte interna de las formaletas debe estar adecuadamente protegida.
  - (d) Las unidades de mampostería que van a estar en contacto con el concreto, deben estar humedecidas.
  - (e) El refuerzo debe estar completamente libre de recubrimientos perjudiciales.
  - (f) El sitio de colocación del concreto debe estar libre de agua antes de depositar el concreto.
  - (g) Las superficies de concreto endurecido sobre las cuales se vaya a colocar concreto adicional, deben estar libres de lechada o de cualquier material perjudicial o deleznable.
- Para la preparación del concreto mezclado en obra, debe observarse lo siguiente.<sup>20</sup>
  - (a) Los concretos deben prepararse en mezcladora y ésta debe ser aprobada por el Supervisor Técnico.
  - (b) La mezcladora debe ser operada a la velocidad recomendada por el fabricante.
  - (c) El mezclado debe continuarse por lo menos durante un minuto y medio después de que todos los materiales estén en la mezcladora,
    - El transporte del concreto desde la mezcladora hasta el lugar final de colocación debe hacerse por procedimientos que eviten la segregación o pérdida de materiales.<sup>21</sup>

---

<sup>19</sup> NSR 98. Capítulo C. Parágrafo C.5.7.1

<sup>20</sup> NSR 98. Capítulo C. Parágrafo C.5.8.3

<sup>21</sup> NSR 98. Capítulo C. Parágrafo C.5.9.1

- El equipo de transporte debe ser el adecuado para suministrar concreto al sitio de vaciado, sin segregación ni interrupciones excesivas que ocasionen pérdida de manejabilidad entre mezclas sucesivas.<sup>22</sup>
- Para evitar la segregación debida a manipulación excesiva, el concreto debe ser colocado en un sitio tan próximo a su posición final como sea posible.<sup>23</sup>
- La velocidad de colocación debe ser tal que permita al concreto permanecer en estado plástico y fluir fácilmente en los espacios entre las barras de refuerzo.<sup>24</sup>
- El concreto que haya endurecido parcialmente o se encuentre contaminado por materiales extraños, no puede colocarse en la estructura.<sup>25</sup>
- Todo el concreto debe compactarse cuidadosamente durante su colocación, utilizando medios que permitan su adecuada colocación alrededor del refuerzo, de los elementos embebidos y de las esquinas de la formaleta.<sup>26</sup>
- El concreto, se debe humedecer para permitir su hidratación, por lo menos durante los primeros 7 días contados a partir de su vaciado.<sup>27</sup>

#### 4.2.3 Procesos Constructivos

Los procesos constructivos observados durante la pasantía y en lo que se realizó el control de calidad, fueron: de la cimentación de las viviendas, de la mampostería, de las columnas y de las losas de entrepiso. Los cuales se explicarán a continuación detallando cada elemento que lo constituye y su proceso constructivo.

---

<sup>22</sup> NSR 98. Capitulo C. Parágrafo C.5.9.2

<sup>23</sup> NSR 98. Capitulo C. Parágrafo C.5.10.1

<sup>24</sup> NSR 98. Capitulo C. Parágrafo C.5.10.2

<sup>25</sup> NSR 98. Capitulo C. Parágrafo C.5.10.3

<sup>26</sup> NSR 98. Capitulo C. Parágrafo C.5.10.8

<sup>27</sup> NSR 98. Capitulo C. Parágrafo C.5.11.1

#### **4.2.3.1 CIMENTACIÓN**

Según las propiedades físicas y mecánicas del suelo encontradas en el sitio se diseño una cimentación del tipo: Zapatas corridas cimentadas a una profundidad mínima de desplante de 0.40m contados a partir del nivel del piso

##### **Colocación del Refuerzo**

Antes de colocar el acero de refuerzo de cimentación se funde un solado de limpieza de espesor 3cm dosificación 1:6; 1 bulto de cemento de 50kg por 6 cajones de 0.33m\*0.33m\*0.38m de mixto.

El suministro y la disposición del acero, se realizan de acuerdo a lo establecido en el diseño estructural. Se chequea, que para todos los elementos estructurales cumplan entre otras cosas, los diámetros de las barras, las separaciones entre estribos, los traslajos para cada elemento y recubrimientos.

##### **Encofrado**

Antes de colocar las formaletas de cimentación se funde 10 cm de cimentación que corresponde a las zapatas tipo Z1, Z3, Z4 (zarpa). Con el fin de facilitar el encofrado de las vigas de cimentación.

Se realiza la cimbra o marcación de las dimensiones de las vigas, y se chequean los ejes y alineamientos antes de colocar la formaleta.

La formaleta es una estructura temporal, debe ser resistente e indeformable, ya que servirá como molde y soporte al concreto durante el vaciado y su posterior fragüe, hasta que este cumpla una resistencia determinada.

La formaleta de las vigas está conformada por piezas de madera, que se ajustan con soportes laterales, a la formaleta se agrego aceite quemado que es un lubricante, para garantizar que el concreto no se adhiera a la formaleta y facilitar



su retiro, una vez el concreto haya alcanzado una determinada resistencia. Para garantizar el espesor de la viga y el recubrimiento del refuerzo se utilizan elemento de madera cada 2m.

Antes de empezar el montaje de las piezas de madera, se verifica que el acero de refuerzo este debidamente colocado

### **Mezclado del Concreto**

Una vez estén listas las formaletas de los elementos a fundir, se dispone a iniciar el proceso de mezclado, pero antes de iniciarlo, es muy importante verificar que se cuente con las cantidades suficientes de materiales, e informar al personal, la dosificación de los materiales que se va a manejar y como ellos deben hacer las respectivas mediciones de los materiales, ya que las proporciones que se utilizan para fundir todos los elementos estructurales y no estructurales son en volumen suelto.

Para la fundición las vigas, es necesario tener un adecuado control de la cantidad de agua que se le suministra a la mezcla, para llegar a un equilibrio entre manejabilidad y resistencia del concreto. Cada vez que se funden este tipo de elementos lo más importante es verificar la dosificación requerida, y chequear que el asentamiento este, entre 4 y 7 cm y que la dosificación de los demás materiales sea la adecuada, proporciones en volumen suelto.

En la obra se utilizo una mezcladora mecánica, tipo no basculante, cuya olla tiene una capacidad aproximadamente de  $0.30\text{m}^3$ , dicha olla o tambor es reversible y gira en una dirección para mezclar e invierte el sentido de rotación para descargar el concreto. Una vez los materiales, están en la olla, el tiempo de mezcla aproximado, empleado es de  $1\frac{1}{2}$  minutos que es el tiempo mínimo de mezcla en donde la mezcla queda homogénea, uniforme y garantiza un adecuado recubrimiento de los agregados por la pasta de cemento.

### **Transporte y Colocación de la mezcla**

En la obra se utiliza carretillas, como mecanismo para desplazar la mezcla de concreto desde su sitio de preparación hasta el sitio donde va a ser colocada, en ese punto se utiliza baldes y palas para agregar la mezcla a las vigas de cimentación. El vaciado se realiza en forma continua hasta completar la fundición, de cada uno de los elementos estructurales.

### **Vibrado del Concreto**

El tipo de compactación utilizado fue el vibrado interno, es decir se vibra directamente la mezcla de concreto. Se utilizó un vibrador que funciona con un motor eléctrico monofásico, este produce la energía de vibración, y esta es transmitida al concreto a través de una manguera.

### **Desencofrado**

El desencofrado o retiro de la formaleta en las vigas, se hace 1 a 2 días después de haber sido fundidas.

### **Curado**

Para el curado se utiliza agua del acueducto de Popayán.



Figura No. 79 Colocación del acero de refuerzo



Figura No. 80 Fundición de la zarpa



Figura No. 81 Formaletas de las vigas



Figura No. 82 Formaletas de las vigas



Figura No. 83 Transporte de concreto



Figura No. 84 Colocación de concreto



Figura No. 85 Vibrado del concreto



Figura No. 86 Terminado y nivelación



Figura No. 87 Cimentación terminada



Figura No. 88 Desencofrado de las vigas de cimentación

#### 4.2.3.2 COLUMNAS

El procedimiento es similar al de la cimentación con algunas diferencias, tales como: En las columnas su fundición se realiza simultáneamente con la cimentación, amarrando los aceros desde las vigas de cimentación, para luego fundir las columnas del primer piso y se continúa traslapando las varillas para las columnas de niveles superiores. Para garantizar la sección y el recubrimiento del acero de refuerzo de la columna se utiliza un elemento metálico denominado separadores o corbata.

Antes de empezar el montaje de las piezas de madera, se verifica que el acero de refuerzo este debidamente colocado especialmente centrado, para esto se utiliza los separadores (elementos de varilla  $\frac{1}{4}$ " ) de elementos es muy importante garantizar su verticalidad, para esto se utilizan las plomadas.



Figura No. 89 Formateo de la columna



Figura No. 90 Apoyos para dar rigidez a la formaleta



Figura No. 91 Chequeo del plomo de columna



Figura No. 92 Fundición de la columna



Figura No. 93 Vibrado de columna



Figura No. 94 Desencofrado la columna



Figura No. 95 Columnas terminadas

#### 4.2.3.3 MAMPOSTERÍA

##### **Muro ladrillo sucio mampostería confinada**

Para el proyecto se utilizaron muros confinados sin refuerzo de acuerdo con el diseño estructural. Se caracterizan por estar amarrados por columnas y vigas y pueden resistir cargas horizontales y verticales. El tipo de ladrillos utilizado es el ladrillo macizo común

Los muros de este tipo son importantes porque transmiten las cargas a los cimientos y sirven además para conformar espacios de la vivienda tales como sala, alcobas, cocina, servicios.

### Proceso constructivo:

- Se mojó el ladrillo con agua del acueducto municipal, utilizando una manguera para humedecerlo.
- Para iniciar la pega de ladrillo, se verificaron las medidas y los ángulos rectos sobre la corona del cimiento.
- El mortero de pega se preparó manualmente en proporción 1:3, revolviendo la arena y el cemento en seco y luego se le agregó el agua en las cantidades necesarias para cada jornada del día.
- Se templó una cuerda para alinearlos y nivelarlos, se colocaron el resto de ladrillos de la hilada desde los extremos hacia el centro.
- Se pegó la segunda hilada con el mismo procedimiento sucesivamente hasta alcanzar el nivel especificado para el muro.
- La verticalidad del muro, se garantizó utilizando la plomada por un lado de la cara del muro.
- Para el curado del mortero de pega, se esparció agua sobre los muros diariamente.
- El espesor de la mayoría de las pegas está entre 1.2 y 1.8 cm. (aspecto Vulnerabilidad media)
- El mortero es de buena calidad y presentan buena adherencia con la pieza de mampostería.
- La mezcla se realizó sobre el piso primario también se utilizó media-tinas para evitar que el mortero se contamine



Figura No. 96 Planteo de los muros



Figura No. 97 Mortero de pega primera hilada



Figura No. 98 Utilización de los codales



Figura No. 99 Mezcla del mortero 1:3



Figura No. 100 Medición de cada hilada



Figura No. 101 Pega de ladrillo



Figura No. 102 Mezcla del mortero para pega



Figura No. 103 limpieza del muro

### **Muro a la vista ladrillo limpio**

Este tipo de mampostería tiene el mismo procedimiento constructivo que el anterior con la diferencia que se utiliza otro tipo de ladrillo, ladrillo de mayor calidad con perforación verticales y que después de alzado el muro, este es acabado con un revoque exterior de marmolina y cemento blanco para dar una mejor apariencia



Figura No. 104 Cortador de ladrillos



Figura No. 105 Pega de ladrillo



Figura No. 106 Aplomado de muro



Figura No. 107 andamios para pega ladrillo



Figura No. 108 Limpieza de muro



Figura No. 109 Terminado de muro a la vista

### **Muro estructural:**

La mampostería estructural es una de los elementos más importantes en este sistema ya que transmite las cargas de la losa; además se debe tener una especial supervisión ya que estos muros van a quedar a la vista.



### **Proceso constructivo mampostería estructural**

La mampostería estructural está compuesta por: unidades de mampostería, acero de refuerzo tanto vertical como horizontal, mortero de pega y grouting.

El acero horizontal se coloca cada 3 hiladas grafil 4mm y el horizontal se coloca desde la cimentación como especifica el plano estructural

Las etapas constructivas de la mampostería son: replanteo, modulación, construcción de la primera parte del muro (hasta la hilada #18), construcción y fundición de las dovelas, pega de las hiladas faltantes, fundición de celdas faltantes y rebitadas de muros

### **La supervisión que se realizó fue la siguiente**

- Durante la modulación se controla la correcta posición de la unidades de mampostería garantizando que el espesor de la juntas cumplan con lo especificado en la norma NSR-98 más o menos 10mm
- Se supervisa que cada tres hiladas se coloque el respectivo refuerzo horizontal (grafil de 4mm), que según el diseño estructural y la NSR 98 este refuerzo sirve para evitar fisuras por contracción del muro y resistir esfuerzos cortantes.
- Se garantiza la construcción de las ventanas de inspección para chequear la correcta fundición de las dovelas y el correcto recubrimiento del acero de refuerzo.
- Se supervisa que la compactación del mortero de relleno se realice con varillados durante la fundición de los muros
- Se garantiza que los muros tenga verticalidad y se encuentre a escuadra.
- Se supervisa que todos los muros queden totalmente rebitados y sean límpidos correctamente.
- Garantizar que los traslapos de las barras de refuerzo de los muros se realicen, de lo contrario realizar su corrección viéndose en la necesidad de regatear el muro para traslapar la barra.

## Fundición de celdas y dovelas

La fundición de celdas y dovelas se hace en tres partes:

- Primera parte hasta la hilada #19,
- Desde la hilada #19 se funde el resto del muro.
- En la viga de amarre. Termina y se funde con la losa

El vaciado se realiza con baldes y se debe hacer la compactación con varillados (chuzones) con una barra #4. Se debe tener cuidado de garantizar que la longitud de varilla sobrante del refuerzo de los muros sea lo suficiente para su correspondiente traslapo.

## Refuerzos:

### REFUERZO VERTICAL

El refuerzo forma parte de la mampostería y cumple varias funciones principales entre ellas absorber los esfuerzos de tracción, compresión y cortante<sup>28</sup>.

Este refuerzo debe coincidir con los centros de las perforaciones de las unidades de mampostería y deben quedar embebidos en el grouting para que éste pueda transmitir los esfuerzos entre las unidades de mampostería y el refuerzo y viceversa.

### VIGA DE AMARRE

Sirve para dar confinamiento al muro<sup>29</sup>. Según el diseño estructural

---

<sup>28</sup> Herrera Angélica M. , Madrid Germán G., "Manual de construcción de mampostería de concreto". ICPC 2003.

<sup>29</sup> Normas Colombinas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo D. Capitulo D.7.3.3

## REFUERZO HORIZONTAL

Este refuerzo contribuye al control de las fisuras por contracción del muro<sup>30</sup>. Se debe colocar a medida que se va construyendo el muro, según el diseño estructural cada 3 hiladas. El refuerzo utilizado para esta obra es grafil de 4mm, y se coloca en la junta de pega en donde queda embebido por el mortero de pega. Este refuerzo no taponar las celdas que llevan el refuerzo ni el vaciado del grouting.

### **Levantamiento del muro**

Se realiza el siguiente procedimiento según lo observado en la obra:

- Se colocan los codales en los extremos de lo que va a ser el muro, teniendo en cuenta la cimbra. Su función es mantener la verticalidad del muro durante su construcción, chequeándolo constantemente con plomadas. Para mantener los codales verticalmente, éstos deben apoyarse en dos o tres bastidores, conocidos también como vientos.
- Posteriormente se dividen los codales en un número determinado de hiladas con el fin de garantizar que todos los muros de un piso tengan el mismo nivel de las hiladas.
- Después se coloca un hilo que una los codales de los extremos del muro por la primera hilada. Este hilo servirá tanto para colocar la hilada uniformemente como para garantizar la verticalidad del muro, ya que se irá corriendo hacia arriba a medida que vaya construyendo el muro.
- Posteriormente se modula las unidades de ladrillo de tal manera que la junta vertical sea de máximo un centímetro. En algunos casos, es necesario cortar algunas de ellas para reducir su tamaño, ya que la modulación depende de la posición de las barras y de las instalaciones eléctricas e

---

<sup>30</sup> Herrera Angélica M. , Madrid Germán G., "Manual de construcción de mampostería de concreto". ICPC 2003.

---

hidráulicas que queden justo en los vacíos de las unidades de mampostería.

- Una vez hecho éste paso, se procede a colocar el mortero de pega sobre la viga de cimentación y se construye la primera hilada. Después se corre el hilo en la segunda marca y se construye la segunda hilada, y así sucesivamente colocando el grafil de 4mm embebido en el mortero de pega cada tres hiladas.
- A la altura de 19 hiladas se funden las dovelas. Después se continúan con las hiladas normalmente hasta terminar el muro el cual finaliza con la viga.
- Una vez terminado, se procede a traslapar las barras en los diferentes puntos y a fundir el resto del muro (debe medirse desde la viga de amarre la longitud necesaria de las barras para el traslapo, de lo contrario se debe traslapar antes de fundir la primera parte del muro).

### **Acabado del muro**

Una vez terminado el muro se puede notar que el mortero de pega no queda colocado uniformemente en las caras de los muros, entonces antes de que éste se endurezca se procede a darle un acabado a la junta o a “rebitar”, con un mortero de cemento blanco y marmolina esto además de proporcionar estética al muro sirve para darle impermeabilidad.

### **Aseo final del muro**

Se limpia el muro con una espuma húmeda



Figura No. 110 Modulaci3n



Figura No. 111 Cimentaci3n refuerzo Vertical



Figura No. 112 Refuerzo horizontal



Figura No. 113 Pelos para confinar el muro con la columna



Figura No. 114 Dovelas



Figura No. 115 Pega de ladrillo estructural



Figura No. 116 Plomo del muro



Figura No. 117 Ventanas de inspecci3n



Figura No. 118 Fundición las dovelas



Figura No. 119 Fundición de las dovelas



Figura No. 120 Vibración manual del grouting



Figura No. 121 Acabado del muro



Figura No. 122 Limpieza



Figura No. 123 Terminación de muro en la losa



Figura No. 124 Viga de confinamiento



Figura No. 125 Fundición de viga de confinamiento



Figura No. 126 Muro estructural terminado

#### **4.2.3.4 LOSAS DE ENTREPISO ALIGERADAS**

**Losas de entrepiso.** La losa de entrepiso y las vigas se funden al mismo tiempo (monolíticamente), para lograr esto, en primer lugar debe ensamblarse la obra falsa, está es artesanal con puntales de guadua y gatos utilizando tableros de madera apoyados sobre cerchas, después se coloca una malla con vena para luego comenzar con el armado del refuerzo de vigas y viguetas, siempre confrontando el material puesto en obra con la especificación que da el diseño estructural, se instalan la tubería sanitaria y potable (muñecos), se coloca una torta de mortero después se encaja los casetones que son los que le dan la forma a la losa y proporcionan el aligerado a la misma, los casetones fueron hechos con una estructura basada en listones de madera y forrados en esterilla de guadua, una vez dispuestos los casetones se procede a armar la maya de refuerzo para retracción y temperatura de la losa, posteriormente se ubica la tubería para el cableado eléctrico, finalmente se vierte el concreto verificando continuamente los niveles para no exceder las dimensiones de espesor que solicita la especificación y vibrando correctamente para que el concreto llene todos los espacios.

## **Procedimiento constructivo**

### **Encofrado**

El encofrado de la losa consiste en un juego de parales o puntales metálicos, también conocidos como “gatos” y sobre los cuales se apoyan cerchas metálicas, formando un sistema de soporte, para el entarimado se usa tableros de madera sobre los cuales, se arma y posteriormente se funde la losa. Las dimensiones de los tableros son 1.20\*0.60 m.

Además los parales son arriostrados<sup>31</sup> con esterillas de guadua, ubicadas en forma de paralela a las cerchas, obteniéndose así la rigidez necesaria del sistema.

### **Colocación del refuerzo**

Una vez terminada y nivelada la formaleta se inicia a colocar el refuerzo correspondiente a vigas y viguetas, el cual ha sido figurado en la fábrica de Codiacero según los pedidos realizados para la obra.

Al realizar la colocación de los aceros se debe respetar las distancias establecidas para la separación de barras y estribos, se verifica también los diámetros y las longitudes de traslapo de las barras.

### **Instalación de los elementos aligerantes**

Los elementos aligerante para las losas, son casetones, elaborados en listones de madera y forrados con esterilla de guadua, estos sirven de formaleta para los nervios y viguetas, además sirve para disminuir la cantidad de concreto por metro cuadrado de losa, logrando también reducir el peso de la estructura. La ventaja de las losas aligeradas es que no solo reducen el peso propio de la estructura, sino

---

<sup>31</sup> Arriostramiento: Acción que genera la rigidez necesaria, de resistir fuerzas horizontales, sin colapsar, ni deformarse sensiblemente. Asocreto 1998



que también es más económico al reducir el volumen de concreto. Sobre estos se coloca y se amarra el acero de retracción y fraguado.

Las dimensiones de los casetones varían de acuerdo a la planta estructural, su altura estándar es de 0.25 m.

### **Instalaciones eléctricas**

Su diseño se basa en los planos arquitectónicos, para determinar los puntos de iluminación, interruptores, tomacorriente, salidas de televisión, teléfonos, ubicación de tablero de protección y en general todos los elementos que forman la dotación eléctrica. Para su construcción se debe tener en cuenta los planos eléctricos, especificaciones de construcción y normas técnicas vigentes. (RETIE). Los ductos, curvas y terminales utilizados son PVC conduit tipo pesado.

### **Instalaciones sanitarias**

El proceso de construcción de estas instalaciones inicia con la localización y ubicación de cada uno de los puntos sanitarios y posteriormente se realiza el ensamble de las tuberías y accesorios que forman la instalación. Tanto los diámetros, y los alineamientos se basan en los planos de diseño. Además se debe instalar los bajantes de aguas residuales, tuberías de re ventilación y bajantes de aguas lluvias. Se emplearon accesorios y tuberías de PVC certificadas, así como limpiador y soldadura recomendada. El personal que maneja este tipo de instalaciones debe verificar que todos los elementos queden con su respectiva pendiente.

### **Instalaciones hidráulicas**

Estas consisten en la construcción de todas las redes de abastecimiento de agua potable a cada punto según los planos arquitectónicos. Se ejecutan con alineamientos y diámetros de acuerdo a los planos de diseño, para su instalación se emplean accesorios y tuberías de PVC de calidad certificada y acatando

totalmente las recomendaciones de los fabricantes. Su instalación se complementa con redes de abastecimiento de agua caliente.

### **Mezclado del concreto**

La mezcla de concreto para las losas de entrepiso, se realiza de acuerdo a la dosificación requerida en volumen suelto. Esta mezcla no se emplea ningún tipo de aditivo y se trabaja con asentamientos entre 4 y 10 cm. Generalmente, se efectúa la fundición con las dos mezcladoras con capacidad de un bulto para cada una.

### **Vaciado del concreto**

Se realiza mediante el uso de carretillas, se debe colocar rampas de madera para un cómodo y seguro desplazamiento.

### **Vibrado de la losa**

El vibrado de la losa se realiza simultáneamente con el vaciado del concreto y se emplea vibradores eléctricos. El personal encargado de esta labor debe tener experiencia ya que no puede exceder el vibrado de la mezcla ya que puede generar segregación de la mezcla

### **Terminado de la losa**

En el momento de terminar de llenar las vigas y viguetas se coloca las plantillas de nivel, estas se ejecutan con el mismo concreto de losa y se chequea el nivel, en seguida se termina de vaciar la losa de recubrimiento. La losa debe ser terminada de tal forma que su superficie quede lisa, esto se logra pasando, codales, platachos, sobre la mezcla ya vibrada, extendida y nivelada. Para darle un mejor acabado se puede utilizar un palustre.

El procedimiento se realiza cuando el concreto está, en su punto de llana es decir cuando el agua de la mezcla aparece en la superficie dándole una tonalidad brillante a la mezcla recién colocada.

### **Curado**

El curado consiste en aplicar a las losas, suficiente cantidad de agua, esparciéndola con una manguera, procurando humedecer la totalidad de la superficie de la losa. Este se aplica una vez el concreto ha endurecido y durante 7 días.

### **Desencofrado**

Consiste en el retiro de todo el conjunto de elementos que conforman la obra falsa, en nuestro caso las losas se inician a desencofrar a los 22 días después de fundidas.



**Figura No. 127 Soportes de losa gatos y cerchas**



**Figura No. 128 Nivelación de encofrado de losa**



**Figura No. 129 Nivelación de la losa**



**Figura No. 130 Colocación de tableros para la losa**



Figura No. 131 Colocación de malla con vena



Figura No. 132 Amarre de refuerzo para nervios



Figura No. 133 Colocación del refuerzo



Figura No. 134 Instalación sanitaria (muñeco)



Figura No. 135 Colocación de torta



Figura No. 136 Acomodo de casetones



Figura No. 137 Instalación de casetones



Figura No. 138 Instalación sanitaria en casetones



Figura No. 139 Instalación eléctrica



Figura No. 140 Colocación de refuerzo de temperatura



Figura No. 141 Instalaciones eléctricas



Figura No. 142 nivelación



Figura No. 143 Colocación del concreto



Figura No. 144 manto para no contaminar la mezcla



Figura No. 145 Vibrado del concreto



Figura No. 146 Acabado de la losa



Figura No. 147 Mezcladora del concreto



Figura No. 148 Rampa Transporte del concreto



Figura No. 149 Curado de la losa

## 5. RELACIÓN DE LOS ASPECTOS RELEVANTES APRENDIDOS DURANTE LA PASANTÍA

### 5.1 Aspectos ya aprendidos teóricamente en el programa de ingeniería civil

#### Departamento de vías:

- **Topografía:** Localización y replanteo de obras civiles
- **Vías 2:** Trazado y localización de las vías

#### Departamento de Geotecnia:

- **Materiales:** Analizar, comparar y evaluar la calidad de los materiales a emplear y concluir sobre la conveniencia o no de utilizarlos con miras a

seleccionar los adecuados, verificar el debido cumplimiento de normas y reglamentos referentes al uso de materiales de construcción.

- **Suelos:** identificar evaluar las principales propiedades físicas y mecánicas de los suelos requeridos para el diseño, Tipo de suelo, ensayos de laboratorio (densidad, capacidad portante, etc.)

#### **Departamento de Hidráulica:**

- **Alcantarillados:** con base en los diseños, planos y recomendaciones del proyecto verificar profundidades especificadas, diámetros de las tuberías, ubicación de colectores y sumideros.

#### **Departamento de Estructuras:**

- **Análisis Estructural y Concreto Armado:** con base en los planos y recomendaciones por el calculista verificar los procesos de construcción

#### **Departamento de Construcción:**

- **Equipos:** conocer de manera personal los diferentes equipos utilizados para la construcción y mantenimiento de los diferentes proyectos constructivos.
- **Construcción:** realizar chequeo de la formaletería, mezclas de concretos, y las diferentes obras, etc.
- **Costos y presupuestos:** Análisis de precios unitarios

### **5.2 Nuevos aspectos aprendidos**

- Gerencia de obra
- Instalaciones hidráulicas y sanitarias para vivienda
- Instalaciones eléctricas
- Interventoría de obra
- Manejo de personal de obra

- Salud ocupacional en el campo de la construcción.
- Procedimientos de construcción de: muros en mampostería confinada, muros de concreto reforzado, columnas, vigas, zapatas, instalación de cubiertas, instalación de tubería para aguas residuales y aguas lluvias , construcción de cámaras de inspección

## **6. COMPARACIÓN DE LOS OBJETIVOS CONSIGNADOS EN EL DOCUMENTO PRESENTADO POR EL PASANTE A LA UNIVERSIDAD SOLICITANDO LA APROBACIÓN DE LA PASANTÍA Y LOS OBJETIVOS LOGRADOS AL TERMINO DE LA MISMA**

### **6.1 Objetivo General:**

- Participación como Auxiliar de construcción en la ejecución y control de los procesos constructivos del proyecto de construcción para VIVIENDAS EN CONJUNTO CERRADO CONDOMINIO ALTOS DE TULCAN.

### **6.2 Objetivos Específicos:**

- Llevar un registro y control de calidad de los materiales de acuerdo con las especificaciones y normas existentes.
- Hacer un control permanente de la calidad del concreto utilizado en la construcción.
- Participar en el control de los procesos de construcción de cimentaciones, columnas, construcción de mampostería y construcción de losa de entepiso
- Realizar el control de la calidad de la mano de obra y en caso de presentarse inconformidades realizar las pertinentes notificaciones a la administración de la obra.



- Llevar un registro fotográfico del avance de la obra.
- Aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería civil en la obra, para lograr una supervisión y control adecuados

### **6.3 Objetivos Logrados:**

En mi tiempo como pasante se cumplieron a cabalidad los objetivos planteados en el anteproyecto.

### **6.4 Solicitud de Aprobación de la Pasantía:**

Los objetivos anteriormente descritos fueron alcanzados de manera satisfactoria con las actividades realizadas durante mi tiempo como pasante, por lo tanto solicito a la Universidad del Cauca la aprobación de mi pasantía en la que me desempeñe como auxiliar de construcción en la ejecución y control de los procesos constructivos del proyecto de construcción para viviendas en conjunto cerrado Condominio Altos de Tulcán

## **7 CONCLUSIONES**

- ★ El haber realizado mi trabajo de grado en su modalidad de pasantía fue una experiencia personal muy enriquecedora y gratificante, que me permitió no solo aprender de la Ingeniería aplicada, sino también de cómo debe realizarse el manejo del personal y de los diferentes grupos interdisciplinarios, para realizar un buen trabajo conjuntamente.
- ★ La experiencia ganada en esta construcción es principalmente, complementar los conocimientos obtenidos en el aula de clase y en el caso de los muros de mampostería, muros reforzados, cimentación, columnas y losas de entrepiso

es conocer como se hizo el proceso constructivo y que actividades se desarrollaron hasta obtener el producto terminado

- ★ Fortalecí la concepción que tenía de que el diseño de una obra y la ejecución de la misma, no son independientes entre sí, sino que se complementan, y solo si se desarrollan conservando esta conexión se pueden obtener buenos resultados en la ejecución de un proyecto.
- ★ Dar indicaciones claras y precisas en todo momento, a todo el personal que trabaja en el proceso de fundición, es clave para que todos los procedimientos constructivos se realicen de forma adecuada y continua
- ★ La verificación de verticalidad de los muros, es muy importante para que los muros trabajen como han sido diseñados, además esto permite que los espesores del repello sean uniformes disminuyendo la cantidad de mortero utilizado en el repello
- ★ En este proceso constructivo se aprendió a coordinar el personal de esta obra, y colaborar en las diferentes actividades administrativas; ya que estas son algunas de las funciones que desempeña un ingeniero residente en una obra.
- ★ Si no se tiene un cuidado y control en la calidad de los agregados tanto finos como gruesos, no se obtiene morteros y concretos óptimos.
- ★ Es importante durante el proceso constructivo de una losa, hacer un buen replanteo según los planos, cumpliendo que los niveles que se tracen cumplan con la altura de piso y espesor de la losa con un debido chequeo para evitar errores. Si no se tienen en cuenta estos detalles fundamentales pueden verse reflejados en retrasos de la obra conllevando a costos adicionales.

- ★ El muro estructural tiene un papel fundamental que implica tener un mayor control en su proceso constructivo, no basta con realizar este control en los materiales que lo conforman como mortero de pega, grouting, acero de refuerzo y unidades de mampostería. Teniendo cuidado en el planteo del muro, verificando verticalidad con la plomada y chequeando el espesor de la pega
- ★ Se observó que la adición de los materiales en la mezcladora mecánica, se realizó primero con baldes y después se ordeno a la realización de cajones que es lo indicado para dosificar por volumen
- ★ La seguridad industrial no era adecuada; solo existía un baño para todos los trabajadores y lo adecuado es tener un baño para 15 trabajadores, no existía botiquín ni extintor, no había un adecuado control de los residuos, los maestros, oficiales y ayudantes al inicio no utilizaban cascos ni guantes protectores en los procesos constructivos, después de 20 días de mi ingreso a la obra se les realizo una dotación de botas y cascos. En la elaboración del concreto no se protegía con tapabocas ni anteojos protectores exponiéndose enfermedades pulmonares, estas deficiencias en seguridad industrial pueden causar accidentes laborales poniendo en riesgo a los trabajadores y perjudicando a la empresa
- ★ El sistema constructivo de mampostería confinada es recomendable para la construcción de vivienda de dos pisos, porque es un sistema rápido, económico y conocido, pero se debe garantizar una buena supervisión en la ejecución de cada actividad y sobre todo controlar los desperdicios de los materiales.
- ★ Los objetivos planteados en el proyecto de la Pasantía se cumplieron en su totalidad.

## 8 RECOMENDACIONES

- ☑ Es adecuado tener un mayor control del orden de llegada del cemento, para que se utilice de primero, el cemento que ha estado almacenado por más tiempo y no el que llega.
- ☑ Al realizar la descarga de material granular en la obra, evitar que se apile, formando pendientes muy grandes, ya que esto hace que el material se segregue es decir que las partículas más gruesas queden en la base.
- ☑ Evitar que el agua se contamine, debido a factores externos, como el lavado de herramientas.
- ☑ Realizar una limpieza más rigurosa de los encofrados antes de que los elementos sean fundidos, especialmente las losas, ya que pueden quedar pedazos de madera o de tubos, sobrantes de la instalación de la formaleta y de los ductos de transporte del cableado eléctrico respectivamente, que pueden generar discontinuidad en la homogeneidad del concreto, una vez este ha endurecido.
- ☑ Recordar de forma permanente a todo el personal encargado de realizar la mezcla, la proporción que se debe utilizar, y en qué casos es necesario el uso de aditivos.
- ☑ Suministrar un curado más prolongado a todos los elementos de concreto, ya que es una práctica muy fácil de realizar, y que ayudara a que el concreto desarrolle toda su resistencia.
- ☑ No hacer descarga de cemento, durante una lluvia.
- ☑ Se debería tomar más muestras a menudo sobre los materiales que llegan a la obra y así garantizar que se está utilizando la misma materia prima y que no ha variado su calidad.
- ☑ Se debería probar la resistencia que tiene el muro para conocer cuál es la que tiene realmente y si está cumpliendo con la requerida.
- ☑ Debería hacerse una prueba de resistencia sobre el mortero de pega para conocer si es de buena calidad y está cumpliendo con la resistencia mínima.

- ☑ Debería coordinarse más el trabajo entre los distintos contratistas para que no exista tantos inconvenientes y retrasos que generan sobrecostos
- ☑ Se encontró algunas veces los muros desplomados, lo que conlleva a pensar que con el movimiento de la gente se pueden mover los cordales, y por ende el hilo, y sencillamente el pegador no se da cuenta y sigue construyendo el muro sin ir chequeando el plomo. La norma NSR-98<sup>32</sup> dice que la variación del plomo del muro máxima debe ser 2mm/metro.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- RIVERA L. Gerardo A., "Concreto Simple". Popayán (Colombia). Unicauca. 1992.
- POLANCO F. Luis F., "Construcción I". Popayán (Colombia). Unicauca. 2000.
- "Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98". Capitulo C, Capitulo I., Capitulo D
- Normas y especificaciones INVIAS 2007, Artículo 630."Concreto Estructural".
- "Manual de productos SIKA". 2007.
- Revista Noticreto. Publicaciones Numero 53 y 54.
- Material pedagógico. Ing. Julián Beltrán Caicedo.

## Anexo

OFICIO DEL TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD O EMPRESA RECEPTORA EN EL QUE LE MANIFIESTA A LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EL GRADO DE CUMPLIMIENTO DEL PASANTE RESPECTO A LOS COMPROMISOS ADQUIRIDOS

---

<sup>32</sup> Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título D. Capitulo 4. Tabla D.4-2 "Tolerancias constructivas para muros de mampostería"



**CONSTRUCTORA GEKO LTDA**

Nit. 900275985-4

Popayán, 27 de enero de 2010.

Señores:  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
La Ciudad.

Atento Saludo.

La presente para certificar que CARLOS ALBERTO BENAVIDES PUCHANA identificado con c.c. 10.308.451 de Popayán C. realizó la pasantía en la construcción de 140 casas del Condominio Altos de Tulcán de la ciudad de Popayán localizado en la cra 2 # 16N-18 del Sector Pomona.

Las actividades que el señor Benavides Puchana realizó como pasante son: control de calidad de los concretos, supervisión de la construcción de las obras relacionadas con mampostería, cimentación y losas entresijos, mediciones de obra, topografía general de las obras de urbanismo

La pasantía la realizó entre el 1 de abril de 2009 y al 8 de octubre de 2009 para un total de 650 horas.

Atentamente.

CECILIA FARINANGO O.

Directora de Obra.



Calle 14 N # 6 A-08 B/ El Recuerdo

Popayán

tel 8203081