

**PARTICIPACIÓN EN LOS PROCESOS PRECONTRACTUALES, EJECUCIÓN Y  
LIQUIDACIÓN DE OBRAS DE CALIDAD DE LA EDUCACIÓN  
DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN**



**DIANA CAROLINA JARAMILLO MURCIA**  
**Cod: 04021045**

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

**2008**

**PARTICIPACIÓN EN LOS PROCESOS PRECONTRACTUALES, EJECUCIÓN  
Y LIQUIDACIÓN DE OBRAS DE CALIDAD DE LA EDUCACIÓN  
DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN**



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

**DIANA CAROLINA JARAMILLO MURCIA  
Cod: 04021045**

**Directora de Pasantía:  
DIANA VELASCO GALVIS  
Arquitecta**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYAN  
2008**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>II. INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>6</b>
<b>III. OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
OBJETIVO GENERAL.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
<b>IV. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EJECUTADAS.....</b>	<b>11</b>
4.1. Proceso Precontractual de obras para la calidad de la educación del Municipio de Popayán.....	11
4.2. Interventoría a la obra de construcción y ampliación de la planta física de la institución educativa Tomás Cipriano de Mosquera.....	27
4.3 Liquidación del contrato de obra de la institución educativa Tomás Cipriano de Mosquera.....	76
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>82</b>
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>84</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>86</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>87</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>90</b>
<b>LISTA DE FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS.....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>95</b>

## I. INTRODUCCIÓN

Previa autorización del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil mediante Resolución N° 664 de 2007 del 9 de Noviembre, se suscribió el Convenio entre la Universidad del Cauca y la Alcaldía del Municipio de Popayán, de acuerdo con el artículo N° 10 de la Resolución N° 281 del 10 de junio de 2005 del Consejo de Facultad por el que se reglamenta el trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil, se desarrolló la Pasantía titulada “PARTICIPACIÓN EN LOS PROCESOS PRECONTRACTUALES, EJECUCIÓN Y LIQUIDACIÓN DE OBRAS DE CALIDAD DE LA EDUCACIÓN DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN”, del cual se presenta el siguiente informe.

En el se hace una descripción detallada de los diferentes actividades desarrolladas durante el periodo de la pasantía, la cual se cumplió acorde con lo establecido por la empresa receptora, teniendo como objetivos principales realizar el control de calidad del contrato de obra Pública No. 191 de 2007 y su respectiva liquidación, así como el desarrollo de la etapa precontractual para 5 obras de calidad de la educación del Municipio de Popayán.

Por otra parte la contratación estatal es un proceso y como tal consta de una sucesión de etapas que contiene actividades pre-contractuales, contractuales y post-contractuales. Las actividades precontractuales hacen parte de la planificación que es la base y soporte fundamental del proyecto; esta etapa requiere información detallada, concreta y confiable con el fin de determinar la cantidad de recursos necesarios y las fuentes de estos.

El trabajo de pasantía se desarrolló participando en los procesos constructivos para la ampliación del colegio Tomás Cipriano de Mosquera con la colaboración y guía del personal profesional con el que cuenta la Secretaría de Infraestructura de la Alcaldía Municipal de Popayán. Las actividades estuvieron ceñidas con el

cumplimiento de las especificaciones técnicas para las obras en centros educativos, teniendo en cuenta que estas edificaciones son consideradas por la NSR-98 en su título A como de ocupación especial, debido a que en ellas se concentran gran cantidad de personas y por lo tanto deben garantizar la seguridad de los usuarios.

Una vez terminadas las actividades de construcción y de acuerdo con los objetivos específicos planteados en el anteproyecto, la participación se encaminó en la ejecución de la interventoría del contrato de obra para la ampliación del colegio Tomás Cipriano de Mosquera, con base en el Manual de Interventoría para el Municipio de Popayán (circular 8715 del 2004), teniendo en cuenta que el interventor debe cumplir una serie de actividades y funciones; administrativas, técnicas, financieras, contables y legales. Con base en estas obligaciones, el interventor debe adelantar los trámites necesarios para la liquidación del contrato, una vez terminadas las actividades constructivas propuestas en el cronograma por el ingeniero contratista y proceder a liquidar el contrato de acuerdo al artículo 60 de la ley 80.

Con la liquidación del contrato se obtiene un balance definitivo del estado de cuentas del contrato y se determinan los conceptos y los montos que las partes se adeudan recíprocamente.

Para realizar tal actividad se debe redactar un acta de liquidación del contrato, la cual es un acto jurídico-administrativo aprobado por el representante legal de la entidad, el interventor y el contratista.

La participación específica se centró en la elaboración del Acta de Liquidación con la asesoría del representante legal de la entidad y el interventor; dicha acta tiene una serie de documentos que la conforman, los cuales serán explicados en el presente informe.

## **II. INFORMACIÓN DEL PROYECTO**

### **ENTIDAD RECEPTORA:**

### **OFICINA DE INFRAESTRUCTURA, ALCALDIA MUNICIPAL DE POPAYÁN**

Dirección: Carrera 6 No. 4-21 Edificio el CAM

Correo electrónico: [secinfraestructura@popayan.gov.co](mailto:secinfraestructura@popayan.gov.co)

Teléfono: 8242003 - Fax: 8240507

Horario de atención al público: lunes a viernes de 8 a.m. a 12 m. y de 2 p.m. a 6 p.m.

### **PRESENTACION**

La Secretaría de Infraestructura tiene como misión la construcción y mantenimiento de la infraestructura física municipal necesaria para posibilitar el desarrollo integral y de las actividades económicas productivas, mediante el estudio, diseño, construcción, conservación e interventoría de obras civiles. También le corresponde la prestación del servicio público domiciliario de aseo.

### **FUNCIONES DE LA SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA**

- Elaborar los estudios y diseños necesarios para la construcción y el mantenimiento de las obras públicas.
- Elaborar los pliegos de condiciones y los estudios comparativos de costos, rentabilidad, beneficio social y oportunidades, y evaluar las diferentes

propuestas presentadas para la contratación de la construcción y mantenimiento de obras públicas.

- Ejecutar, supervisar y controlar la construcción y el mantenimiento de obras públicas municipales y la conservación de edificios y bienes de uso público.
- Ejercer la interventoría de los contratos de obra pública que celebre el municipio con el fin de garantizar la calidad de las obras de infraestructura según las condiciones técnicas de los contratos.
- Planear, administrar y controlar los recursos físicos, maquinaria, equipo y materiales destinados a la construcción y mantenimiento de obras públicas con el fin de obtener un uso óptimo de los mismos.
- Formular, coordinar la ejecución y administración de los proyectos de infraestructura física financiados total o parcialmente mediante la contribución por valorización.
- Promover y apoyar programas y proyectos de vivienda de interés social, de conformidad con los criterios de focalización reglamentados por el gobierno nacional.
- Prestar el servicio público de aseo domiciliario y de zonas y vías públicas de conformidad con las normas que rigen la prestación de servicios públicos, y asegurar la participación de los usuarios en la gestión y fiscalización.
- Ejercer la vigilancia, control y mantenimiento de la infraestructura de las plazas de mercado, centros de acopio y mataderos públicos.

Al igual que en cualquier entidad del Estado, en un municipio un proyecto de obra nace de una idea para solucionar un problema de la comunidad, es decir para satisfacer una necesidad y para que se materialice deben existir unos recursos, los cuales antes de ser asignados a una obra en particular deben estar incluidos en:

- Plan de Desarrollo: Es un pacto social entre la comunidad y el estado para planificar el desarrollo territorial. Contiene el programa de gobierno que el gobernante, en este caso el Alcalde, desarrollará en los cuatro años y en él se encuentran las obras proyectadas.
- Presupuesto Participativo: es concertado por los presidentes de las juntas de acción comunal, los cuales plantean sus necesidades y definen las obras según su prioridad.
- Inversión directa: se hace por solicitud directa de la comunidad, en la cual se definen unas obras de acuerdo con su prioridad.

Una vez se han definido las obras de cualquiera de las tres formas anteriores se necesita contar con los recursos económicos para su ejecución, los cuales se encuentran contemplados en el presupuesto municipal vigente para el año de la ejecución; este presupuesto proviene de:

- Impuestos tales como: predial, industria y comercio, multas etc.
- Ley 715, son los recursos destinados por el gobierno nacional a la educación, salud y otros.
- Sistema general de participación.

Las obras para el programa la Calidad de la Educación del Municipio de Popayán se encuentran contempladas dentro de estos presupuestos y la función de la Secretaria de Infraestructura es ejecutar dichas obras siguiendo la normatividad nacional que rige la contratación. Estas normas tienen como objeto garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la constitución así como facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan, de esta forma se busca escoger a la persona(s) que cumpla los requisitos exigidos para ejecutar dichas obras.

De acuerdo con la ley 80 el Municipio es clasificado según el presupuesto y dependiendo de ese valor se determinan los rangos de contratación. Estos

rangos vienen dados en salarios mínimos correspondientes al año 2008 y determinan la forma de contratación que puede ser:

- Contratación directa  $\leq$  \$ 20'700.000
- Selección abreviada entre \$ 20'700.000 y \$ 207'000.000
- Licitación Pública  $\geq$  \$ 207'000.000

### **III. OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO GENERAL:**

- Participar activamente en los procesos precontractuales y ejecución de obras civiles con base en la Ley 80 de 1993 y su decreto reglamentario 2170 de 2002, en el programa “OBRAS DE CALIDAD DE LA EDUCACIÓN DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN”

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Participar en los procesos precontractuales realizando visitas a la obra y recopilando información acerca de las necesidades y solicitudes que esta tenga, así como los procesos para determinar el presupuesto que será asignado.
- Hacer el seguimiento y control a la acción del contratista, con la ayuda del ingeniero interventor, de acuerdo con el cronograma de ejecución llevando un registro de fotos y actas, para verificar el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato.
- Realizar el acta de la liquidación del contrato, con la ayuda del ingeniero Interventor, en la cual se constate el cumplimiento de las obligaciones pactadas, de acuerdo a las condiciones de terminación y liquidación del contrato establecido por la oficina de asesoría jurídica.
- Realizar informes periódicos sobre el desarrollo de las obras, en los cuales se registrarán las diferentes actividades realizadas, los logros y experiencias obtenidas.
- Complementar mi formación como futura profesional llevando a cabo actividades administrativas y constructivas.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad en actividades propias de ingeniería que requieran las obras mencionadas que hacen parte del programa de Calidad de la Educación del Municipio de Popayán.

## IV. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EJECUTADAS

Las actividades desarrolladas durante el periodo de pasantía se ejecutaron conforme a lo aprobado por el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca mediante Resolución N° 664 del 17 de Noviembre de 2007, previa aprobación del anteproyecto presentado.

Las actividades ejecutadas fueron las siguientes, de acuerdo con el orden de los Procesos que se ejecutan en la realidad:

4.1. Proceso precontractual de obras para la calidad de la educación del Municipio de Popayán.

4.2. Interventoría a la obra de construcción y ampliación de la planta física de la institución educativa Tomás Cipriano de Mosquera.

4.3 Liquidación del contrato de obra de la institución educativa Tomás Cipriano de Mosquera.

### **4.1. Proceso Precontractual de obras para la calidad de la educación del Municipio de Popayán.**

Se aclara de antemano que este proceso fue el último (tercero) desde el punto de vista cronológico que se realizó en la práctica de la Pasantía, pero se expone de primero de acuerdo con el orden lógico en el desarrollo y ejecución de los proyectos.

La etapa precontractual inicia una vez se tiene la disponibilidad presupuestal para la obra a ejecutar e inmediatamente se procede a realizar los estudios técnicos necesarios para determinar las necesidades y prioridades de cada una de las obras definidas con antelación. En esta etapa del proceso, el trabajo que se desarrolló consistió en visitar cada una de las instituciones educativas con el fin de conocer las condiciones de la planta física, escuchar las necesidades y tomar

decisiones acerca de la conveniencia de las obras que se fueran a realizar. Adicional a esto se llevó un registro fotográfico y se tomaron las cantidades de obra aproximadas que posteriormente sirvieron para generar el presupuesto de cada actividad.

Los presupuestos fueron elaborados en oficina con la supervisión del ingeniero interventor y apoyados en hojas de cálculo disponibles, con información actualizada de precios de los materiales que se encuentran en el mercado. Aquellas actividades que no se encontraban en la base de datos hubo que generarlas aplicando los conocimientos adquiridos en el área de costos.

Al terminar el proceso de elaboración de presupuestos se hace un proyecto utilizando la metodología general ajustada y registrarlo ante Planeación Municipal en donde el proyecto es revisado con el fin de comprobar que esté dentro del Plan de Desarrollo. Una vez aprobado se expide un certificado del proyecto y se obtiene la disponibilidad presupuestal que es expedida por la Secretaría de Hacienda, y de esta forma finaliza la etapa precontractual del proceso de contratación.

#### **4.1.1. COLEGIO INDUSTRIAL SEDE MERCEDES PARDO**

Necesidad: ampliación de la infraestructura

Presupuesto: \$ 33'000.000

Se realizó una visita a este colegio, en la cual se informó de la necesidad de ampliar la planta física para aprovechar el espacio y solucionar problemas de hacinamiento que se presentaban en la jornada de la mañana. Esta ampliación incluía la posibilidad de un segundo piso por lo que se pensó en un sistema aporricado el cual permitiera manejar grandes

lucos. En el colegio se encontraba disponible un espacio que permitía la construcción de una nueva aula, el cual se detalla a continuación:

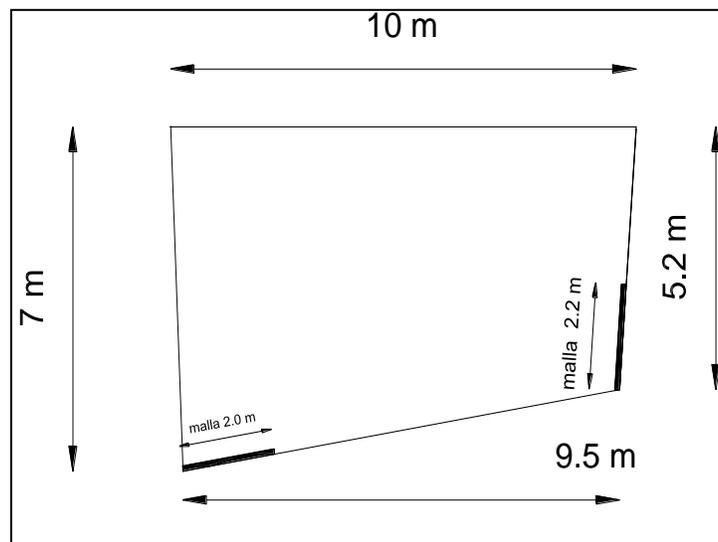
**FOTO 1**



**FOTO 2**



**FIGURA 1**



#### 4.1.1.1. MEDIDAS DEL LOTE EXISTENTE

Se tomaron medidas geométricas del lote con el fin de conocer el área disponible para la construcción de la estructura, lo cual nos ayudaría posteriormente para la elaboración del presupuesto

determinando las actividades e ítems que lo conforman. El costo total de la obra se hace de manera aproximada, partiendo de supuestos y basándose en las especificaciones técnicas para los centros educativos del municipio de Popayán, el cual fue proporcionado por la Secretaria de Infraestructura. Con la ayuda de hojas de cálculo en donde se encuentra el análisis de precios unitarios, se elaboró el presupuesto cuidando de no exceder el costo asignado para la ejecución de la obra.

**Tabla 1** Costo de obra Mercedes Pardo.

<b>CONSTRUCCIÓN AULA DE CLASES SEDE MERCEDES PARDO</b>					
<b>OBRA</b>	<b>DESCRIPCION DEL ITEM</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VR. UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
1,0	<b>PRELIMINARES</b>				
1,1	Descapote	M2	49,00	1.796,00	88.004
1,2	Localización y replanteo	M2	55,00	934,00	51.370
2,0	<b>CIMIENTOS</b>				
2,1	Zapatas concreto 21 mpa. Incluye concreto 2500 psi	M3	3,80	343.512,00	1.305.346
2,2	Vigas de cimentación 0,2 X 0,2 concreto 21 mpa. Incluye solado 2500 psi	ML	35,00	24.501,48	857.552
2,3	Refuerzo hierro 60000 psi	KG	350,00	3.073,00	1.075.550
2,4	Excavación manual y retiro	M3	9,80	16.616,00	162.837
3,0	<b>MAMPOSTERIA</b>				
3,1	Muro en ladrillo común dos caras a la vista	M2	82,00	27.773,00	2.277.386
4,0	<b>ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>				
4,1	Columnas concreto 21 mpa.	M3	2,50	570.000,00	1.425.000
4,2	Vigas aéreas concreto 21 mpa.	M3	3,60	578.911,00	2.084.080

4,3	Refuerzo hierro 60000 psi	KG	1.234,43	3.073,00	3.793.389
5,0	<b>CUBIERTAS</b>				
5,1	Suministro e instalación cubierta en eternit	M2	60,00	23.500,00	1.410.000
5,2	Caballete fijo teja eternit	ML	9,00	23.500,00	211.500
5,3	Bajantes aguas lluvias 3"	ML	15,00	8.988,00	134.820
6,0	<b>PISOS BASES</b>				
6,1	Piso e=0,8 m concreto 21 mpa	M2	52,00	31.894,00	1.658.488
6,2	Alistado de pisos mortero 1:3	M2	52,00	11.568,00	601.536
7,0	<b>PISOS ACABADOS</b>				
7,1	Piso en tableta romana roja tráfico 5 no incluye repello de piso	M2	60,80	23.000,00	1.398.509
7,2	Guarda escoba en tableta romana roja	ML	28,00	4.583,00	128.324
8,0	<b>INSTALACION ELECTRICA</b>				
8,1	Punto eléctrico iluminación	UND	6,00	38.310,00	229.860
8,2	Punto eléctrico salida para toma doble	UND	4,00	29.008,00	116.032
8,3	Lámpara fluorescente de 2x48	UND	6,00	68.881,00	413.286
9,0	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				
9,1	Ventana lamina incluye varilla de seguridad	M2	13,45	98.900,00	1.330.000
9,2	Puerta metálica acanalada cal 20 con cerradura	M2	3,00	117.126,00	351.378
9,3	Correas PHR C220x80 2,5mm	ML	60,00	29.000,00	1.740.000
9,4	Templetes 1/2"	ML	14,00	4.400,00	61.600
9,5	Canal cal. 24	ML	14,00	32.000	448.000
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>23.353.846</b>
	ADMINISTRACION 20%				4.670.769
	UTILIDAD 5%				1.167.692
	IMPREVISTOS 5%				1.167.692

	<b>VALOR TOTAL</b>				<b>30.360.000</b>
	<b>INTERVENTORIA</b>				<b>2.640.000</b>
	<b>VALOR PROYECTO</b>				<b>33.000.000</b>

#### 4.1.2. COLEGIO JHON F. KENNEDY

Localización: cra. 18 # 7 - 32 Barrio la Esmeralda

Necesidad: mantenimiento y/o mejoramiento planta física.

Presupuesto: \$ 10´609.041

Durante la visita a esta institución se observó deficiencia en dos salones, los cuales presentaban en sus pisos, hundimiento y pérdida de baldosa. La causa principal se debía a la antigüedad y deterioro de las tuberías que pasaban a lo largo de los dos salones, lo que provocaba exceso de humedad.

#### FOTO 3



#### PISOS

Uno de los problemas que presentaba la institución tenía que ver con el deterioro de los baños, lo cual no permitía su normal funcionamiento y en el caso de los orinales provocaba condiciones de higiene y

salubridad deficientes, por lo que se pensó en demolerlos. Se tomaron medidas de las posibles demoliciones para tenerlas en cuenta en el presupuesto.

**FOTO 4**



Orinales

Otro problema que presentaba la planta física era en algunos muros, los cuales, por causas de humedad, habían perdido parte de la pintura, lo que provocaba molestias estéticas. Se tomaron medidas del área afectada, para el cálculo del presupuesto.

**FOTO 5**



Muros

El objetivo principal del mantenimiento que se proponga es realizar actividades según la prioridad del colegio cuidando de que éstas no excedan el costo asignado, en este caso, lo más importante era solucionar la falta de instalaciones sanitarias adecuadas para el uso de los niños, esta necesidad fue tenida en cuenta para la construcción de nuevos baños, aprovechando el espacio en los baños existentes.

**Tabla 2** Costo de obra Colegio Jhon F. Kennedy

OBRA	MANTENIMIENTO Y/O MEJORAMIENTO PLANTA FISICA JHON F. KENNEDY				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	VALOR	CANT.	VALOR UNITARIO
1,0	Punto sanitario 4"	Un	36.198	4	144.792
2,0	Suministro e instalación sanitario infantil	Un	197.531	4	790.124
3,0	Suministro e instalación sanitario	Un	190.706	1	190.706
4,0	Suministro e instalación de grifo de 1/2"	Un	20.246	8	161.968
5,0	Suministro y colocación teja Eternit	m2	23.500	50	1.175.000
6,0	Pintura con vinilo sobre muros incluye resanes	m2	5.282	654,568	3.457.431
7,0	Muro en ladrillo común en soga	m2	25.093	52	1.304.836
8,0	Repello muros	m2	11.568	58	670.944
9,0	Suministro e instalación de puerta para baño	m2	95.000	2	190.000
10,0	Aseo general	m2	75.000	1	75.000

	VALOR PARCIAL				8.160.801
	AIU (30%)				2.448.240
	VALOR TOTAL				10.609.041

#### 4.1.3. ESCUELA SAN ISIDRO

Localización: vereda San Isidro

Necesidad: adecuación de cocina y mejoramiento de batería sanitaria

Presupuesto: \$ 2´000.000

Las actividades realizadas en esta escuela fueron la inspección del estado de los baños en donde se observó la deficiencia de los mismos, por lo que se propuso la instalación de nuevas baterías sanitarias con su respectiva puerta, faltaban algunos accesorios como grifos y una ducha, los cuales fueron proporcionados.

**FOTO 6**



Baños

También se observó la falta de un mesón y lavaplatos en la cocina que había sido construida recientemente, por lo que se suministró, mejorando de esta forma las condiciones de funcionamiento de esta escuela.

**FOTO 7**



Cocina

**Tabla 3 Costo de obra Colegio San Isidro**

OBRA Adecuación Cocina y Mejoramiento Bateria Sanitaria Sede San Isidro					
Ítem	Descripción	Und	V. Unitario	Cantidad	V. Total
1,0	Suministro e instalación sanitario	Und	190.708	2	381.416
2,0	Suministro e instalación de puerta para baño	m2	150.000	2	300.000
3,0	Suministro e instalación ducha	Un	41.522	1	41.522
4,0	Suministro e instalación de grifo de 1/2"	Un	20.246	2	40.492
5,0	Mesón de espesor=10 cms. En concreto clase D (21 MPA). Incluye ref. D=3/8" cada 10 cms. En ambas direcciones	MI	61.002	4,9	296.147
6,0	Enchape mesón	GI	350.000	1	350.000
7,0	Suministro e instalación de lavaplatos en acero inoxidable de 1,00 x 0,60 mts.	Un	128.885	1	128.885
	VALOR PARCIAL				1.538.462
	AIU 30%				461.538
	VALOR TOTAL				2.000.000

#### 4.1.4. ESCUELA EL CABUYO

Localización: vereda el Cabuyo

Necesidad: enlucimiento y reparación de pared

Presupuesto: \$ 3'000.000

La escuela el Cabuyo presentaba graves daños en su estructura debido a que se había construido sin vigas que confinaran los muros sobre los que estaba la cubierta únicamente sostenida por la mampostería, esto sumado a la antigüedad de la construcción y los numerosos sismos que se presentan en la región hicieron que en una de sus paredes se presenta una gran fisura la cual ponía en riesgo de colapso a la edificación. La solución más adecuada, práctica y económica que se planteó fue la de reforzar el muro con vigas y columnas lo que proporcionará confinamiento y estabilidad en el mismo.

**FOTO 8**



Fisura del Muro

El resto del presupuesto se destino a reparar andenes, resane en muros y pintura; se midieron las cantidades de obra aproximada para el posterior cálculo del presupuesto.

**Tabla 4** Costo de obra Colegio El Cabuyo

OBRA ENLUCIMIENTO Y REPARACION DE PARED SEDE EL CABUYO					
Ítem	Descripción	Unidad	Valor Unitario	Cantidad	Vr. Total
1,0	Anden en concreto e= 0.08 concreto clase D	m2	32.500,00	12	390.000
2,0	Columnas 0.12 x 0. 2 concreto clase D	ml	22.500,00	9	202.500
3,0	Viga de amarre 0.12 m x 0.20 concreto clase D	ml	22.500,00	10	225.000
4,0	Acero de refuerzo	kg	3.500,00	75,00	262.500
5,0	Repello de muro	m2	14.600,00	50	730.000
6,0	Pintura vinilo sobre repello, incluye resanes	m2	5282	94,22	497.692
	VALOR PARCIAL				2.307.692
	AIU 30%				692.308
	VALOR TOTAL				3.000.000

#### 4.1.5. ESCUELA LOS LLANOS

Localización: vereda los llanos

Necesidad: enlucimiento y adecuación de espacios físicos

Presupuesto: \$ 4'000.000

La escuela presentaba problemas de acceso debido a que no contaba con un adecuado andén que permitiera el ingreso de los niños, así como el mal estado de las paredes que requerían pintura y en algunos casos

resane. Se midió la longitud de la entrada a las aulas, para el costo del andén de acceso y el área de los muros que necesitaban mantenimiento para el costo de su reparación.

**FOTO 9**



Entrada a la Escuela

La escuela contaba con una sala de lectura, cuyas condiciones no eran las ideales para albergar los niños que hacían uso de ella, por lo que fue necesario ampliarla con la demolición de unos muros bajos, mantenimiento en puertas y ventanas, suministro de vidrios y puerta metálica. Todo esto con el fin de adecuar este espacio y dar continuidad a su servicio.

**FOTO 10**



Sala de Lectura

**Tabla 5** Costo de obra Los Llanos

OBRA ENLUCIMIENTO Y ADECUACION DE ESPACIOS FISICOS SEDE LOS LLANOS					
Item	Descripción	Unidad	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Total
1,0	Repello muros	m2	11568	15	173.520
2,0	Pintura con vinilo sobre muros incluye resanes	m2	5.282,00	214,0391	1.130.555
3,0	Pintura esmalte puertas y ventanas	m2	5.282,00	45	237.690
4,0	Andén en concreto clase E (17.5 MPA)	m2	35.338,00	18	636.084
5,0	Demolición de muros en soga	m2	3524	4,6	16.210
6,0	Suministro e instalación puerta metálica acanalada con cerradura	m2	117126	2	234.252
7,0	Vidrios 4 mm	m2	36034	18	648.612
	VALOR PARCIAL				3.076.923
	AIU 30%				923.077
	VALOR TOTAL				4.000.000

4.1.6. Al inicio del trabajo de pasantía se tuvo la oportunidad de participar en la CONVOCATORIA PUBLICA SI.CD – CALIDAD EDUCACION 01-08 PARA LA EJECUCION DE OBRAS DE CALIDAD DE LA EDUCACION EN LOS SECTORES URBANO Y RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN. RECURSOS VIGENCIA 2.008

Objeto del contrato: El MUNICIPIO DE POPAYAN desea recibir propuestas para la convocatoria pública No. S.I.-CD-CALIDAD EDUCACION 01-08 cuyo objeto es la Contratación de la Construcción, terminación, ampliación, reparación, mejoramiento y/o rehabilitación de las Obras Civiles y eléctricas de los diferentes centros educativos del sector urbano y rural del Municipio de Popayán. El Municipio de Popayán cuenta con recursos de la vigencia 2.008, provenientes de ingresos propios y/o de LEY 715 de 2.001, para atender estas obras las cuales se regirán por los requisitos y condiciones de los términos de referencia.

## **ACTIVIDADES REALIZADAS**

Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- Recepción de documentos.
- Participación en el sorteo de los contratos.
- Revisión de las propuestas económicas de los proponentes preseleccionados.
- Evaluación de las propuestas económicas mediante la fórmula sorteada.
- Verificar el debido cumplimiento de los Pliegos definitivos de Contratación.
- Elaboración del Acta de evaluación y resolución 2008.
- Publicación del orden de elegibilidad de los aspirantes.
- Adjudicación final de las obras sorteadas.

## **4.2. INTERVENTORIA TECNICA A LA OBRA DE CONSTRUCCION Y AMPLIACION DE LA PLANTA FISICA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA TOMAS CIPRIANO DE MOSQUERA.**

El colegio Tomás Cipriano de Mosquera cuenta con 20 aulas para atender la demanda educativa de 1600 alumnos. Con este proyecto se pretende ampliar la cobertura del servicio educativo. La edificación actual consiste en una estructura en mampostería confinada. Para la nueva obra se planteó la construcción de una estructura aporricada para que trabaje de forma independiente y con zapatas individuales, columnas, vigas y losa de entrepiso.

La ampliación del colegio consistía inicialmente en la adecuación de tres aulas existentes en el primer nivel, la construcción de tres aulas en el segundo nivel y una escalera de acceso. Esto fue modificado por imprevistos ocurridos en la obra lo que generó gastos que no estaban contemplados en el presupuesto. Por lo tanto, las actividades fueron la adecuación de tres aulas del primer nivel y la construcción de la losa para dos salones en el segundo nivel, esto incluye vigas de sobrecimiento, columnas, zapatas, y vigas aéreas.

A continuación se detalla cada actividad que se llevó a cabo teniendo en cuenta el cronograma de actividades presentado por el Contratista y la labor que se desempeñó en cada una de ellas.

### **4.2.1. PRELIMINARES**

#### **4.2.1.1. Apiques**

En la primera visita se observaron unos apiques realizados para conocer el suelo y el tipo de cimentación sobre la cual estaba la estructura, las excavaciones se realizaron en el lugar donde según el plano quedarían las

columnas de la nueva construcción y se encontró un suelo rojizo arcilloso de consistencia media blanda. La estructura antigua estaba cimentada sobre un concreto ciclópeo. Sobre este estaban unas vigas de cimentación y sobre estas los muros en mampostería confinada. La resistencia del suelo para los cálculos estructurales fue tomada como  $0.5 \text{ Kg/cm}^2$  basándose en estudios de suelos realizados a construcciones aledañas.

**Foto 11**



Apique en el cual se puede observar el suelo arcilloso y la cimentación de la estructura existente

**Foto 12**

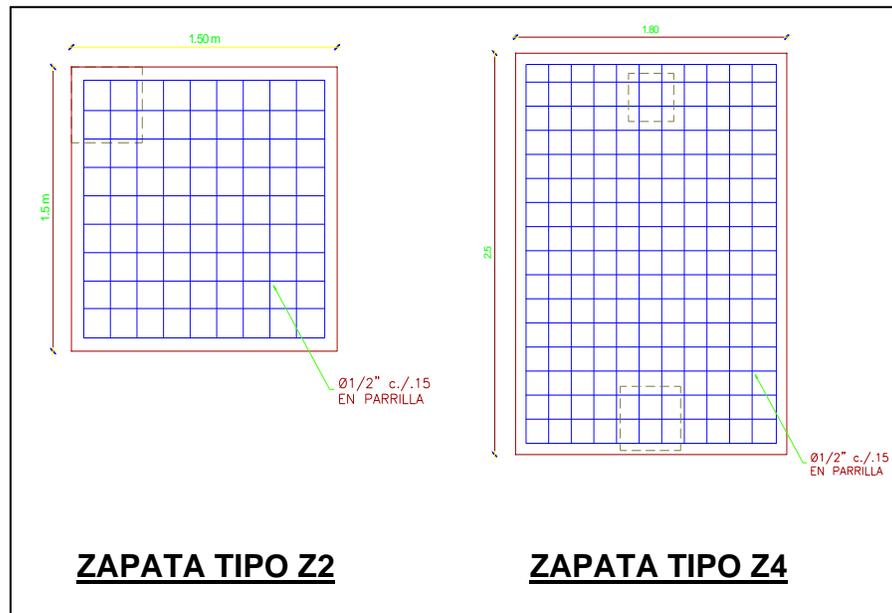


Concreto ciclópeo sobre el que están las vigas de cimentación.

#### 4.2.1.2. Excavación a mano

-El plano estructural presentado por el ingeniero calculista fue modificado previa autorización del mismo, para cumplir con las especificaciones técnicas en las instituciones educativas, ya que en ellas se pide que las escaleras sean mínimo de 1.50m de ancho para que en caso de emergencia se pueda evacuar a los estudiantes de forma segura y rápida, esto no se cumplía en el diseño ya que eran de 1.0m. Las escaleras se ampliaron a 1.5m y consecuente a eso la zapata del eje E-3 correspondiente a la tipo Z2 con dimensiones (1.5x1.5) m fue cambiada por una Z4 (2.5x1.8) m ya que hay una mejor distribución de cargas puesto que recibe dos columnas.

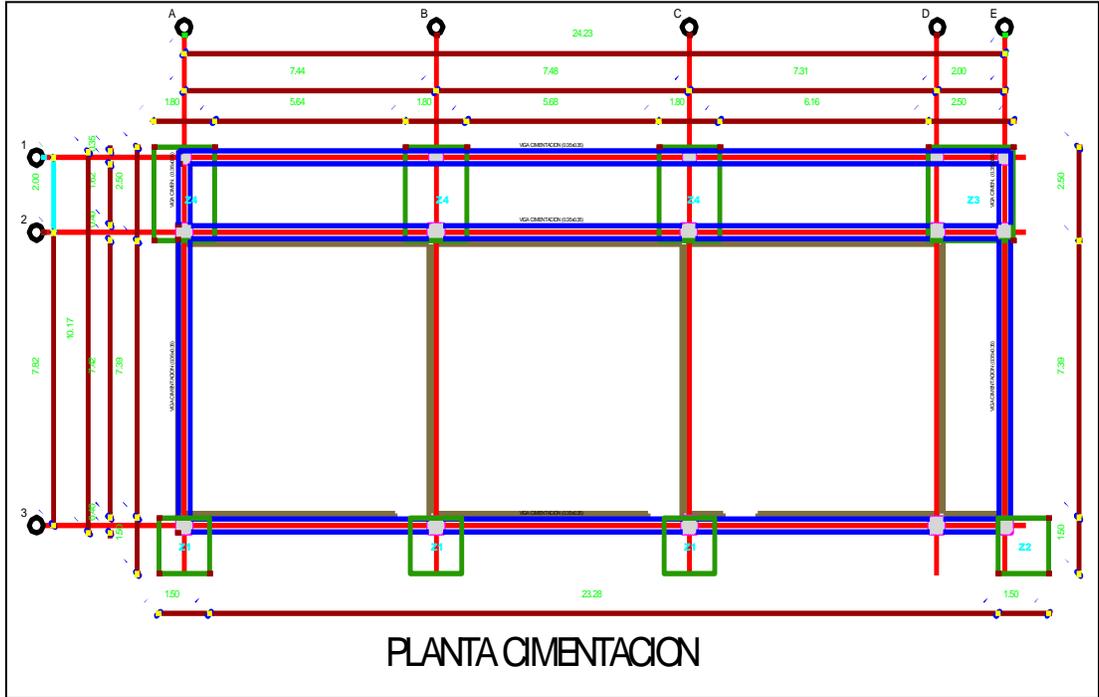
**FIGURA 2**



-Otro cambio fue el de la viga de cimentación ubicada a lo largo del eje A inicialmente estaba bajo el muro lo que implicaba demoler el mismo y esto conllevaría a gastos adicionales, posteriormente fue reformado corriendo la

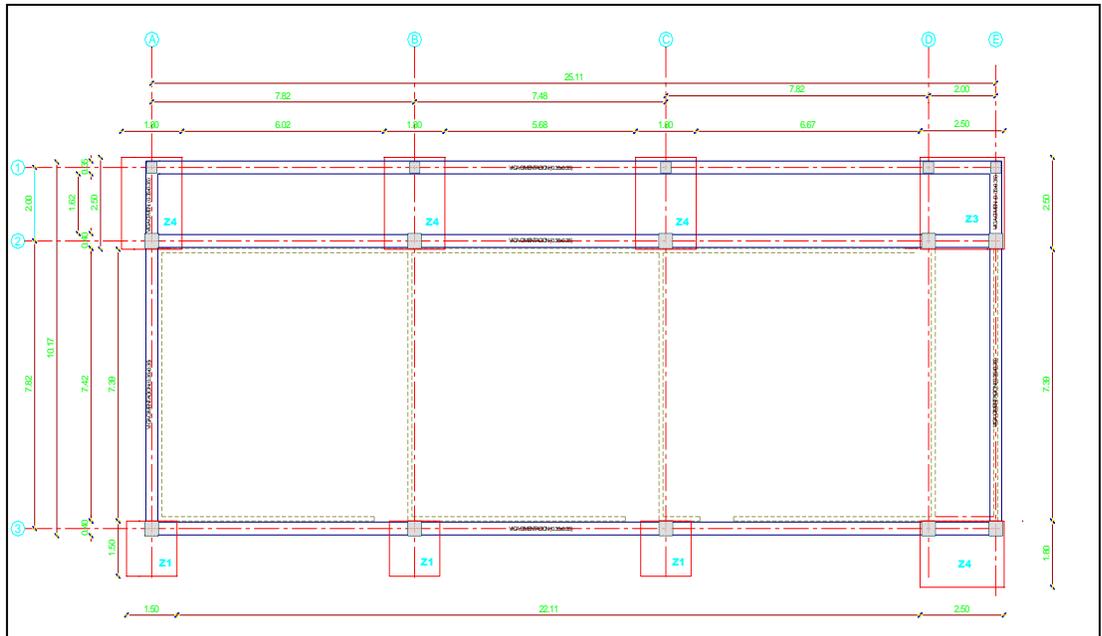
viga 35 cm a la izquierda de su posición original con esto se evitó dañar la estructura existente y su posterior reparación.

**FIGURA 3**



Plano estructural inicial

**FIGURA 4**



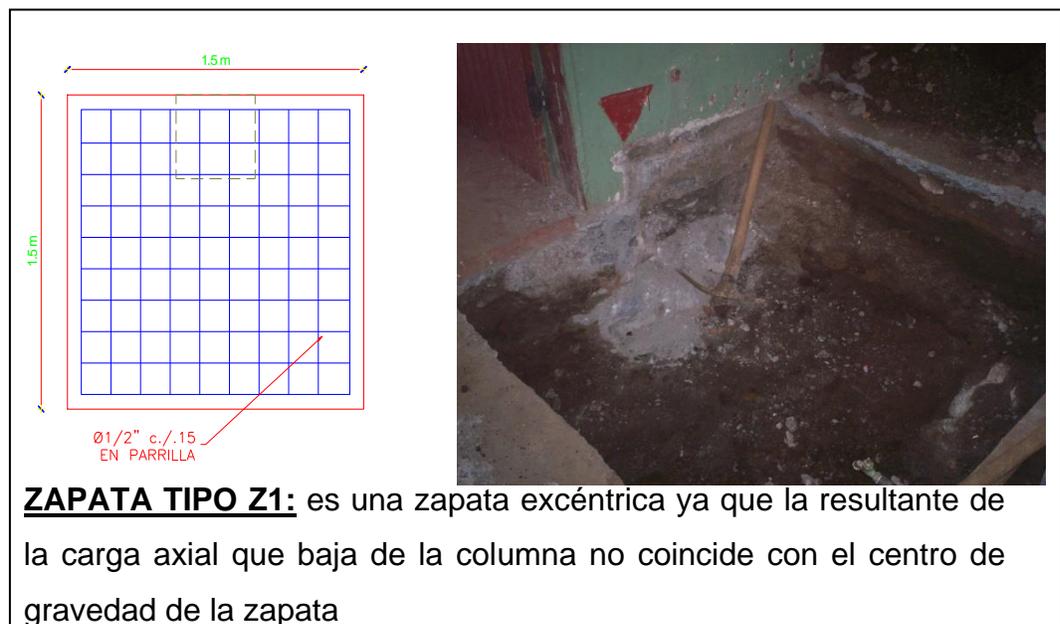
## Plano estructural modificado

Una vez realizadas las modificaciones a los planos estructurales se iniciaron las excavaciones para adecuar el sitio donde posteriormente se fundió la cimentación, El proceso de excavación fue realizado a mano. La forma de pago se realizó por metro cúbico.

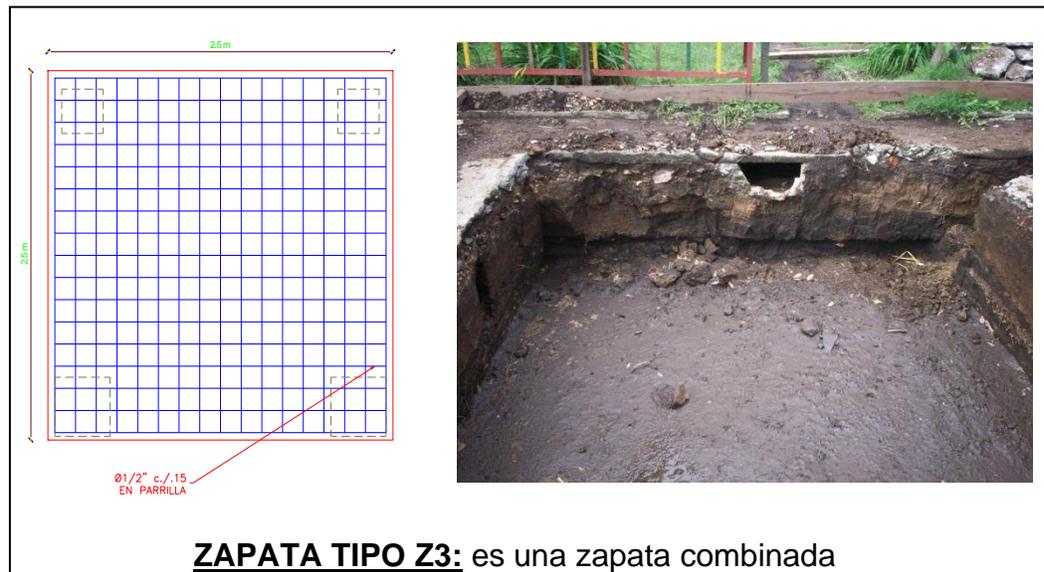
### Herramienta necesaria:

Para hacer la excavación se necesita únicamente de pala y zacapico. Para acarrear el producto de la excavación, se hace en carretilla, hasta el sitio de disposición final.

**FIGURA 5**



**FIGURA 6**



#### 4.2.1.3. Demoliciones

Se hicieron 46 m<sup>2</sup> en demoliciones de piso primario para la fundición de las vigas de cimentación y las zapatas.

**FOTO 13**



## 4.2.2. ESTRUCTURAS

### 4.2.1.1. **Solado** de concreto espesor = 5 cm. en concreto clase F (14 MPA).

Sobre la superficie del fondo de las excavaciones, limpia, nivelada y compactada, se fundió una capa de hormigón pobre con un espesor de 5 cm. y cuya superficie se niveló y alisó a la cota de fundación indicada en los planos o aprobada por el Interventor.

Chequeo: la medición y forma de pago fue el número de metros cuadrados de hormigón pobre, fundidos en el fondo de las excavaciones, a satisfacción de la interventoría. El resultado de esta medición fue de 40 m<sup>2</sup>.

### 4.2.1.2. **Hierro. Corte, fleje y amarre**, se realizó el siguiente chequeo:

- Para una buena adherencia entre el acero y el concreto, el acero debe estar limpio, sin grasa, aceite u otros materiales que lo afecten.
- Las barras parcialmente embebidas en el concreto, no se deben doblar o figurar.
- El doblado se hace en frío.
- El amarre de las varillas se hace con alambre negro No 18.
- La medida para el pago es el peso en kilogramos del acero de refuerzo colocado, de acuerdo con los planos.

**TABLA 6** Pesos teóricos unitarios del acero para fines de cálculo.

Barra No.	Diámetro Nominal		Peso (Kg/m)
	cm.	Pulg.	

2	0.64	(1/4)	0.248
3	0.95	(3/8)	0.559
4	1.27	(1/2)	0.994
5	1.59	(5/8)	1.552
6	1.91	(3/4)	2.235
7	2.22	(7/8)	3.042
8	2.54	(1)	3.973
9	2.86	(1 - 1/8)	5.060
10	3.18	(1 - 1/4)	6.403
11	3.49	(1 - 3/8)	7.906

Una vez  
chequeos, los  
con lo

realizados los  
cuales cumplieron  
especificado se

procedió a armar los castillos y las parrillas para fundir las estructuras de concreto.

#### 4.2.1.3. Zapatas en concreto clase D (21 MPA)

Parrillas para las zapatas, deben haber 8 parrillas para 3 tipos diferentes de zapatas

-Z1 de dimensiones (1.5 x 1.5) con varilla de 1/2" cada 15cm en ambos sentidos.

-Z3 de dimensiones (2.5 x 2.5) con varilla de 1/2" cada 15cm en ambos sentidos.

-Z4 de dimensiones (2.5 x 1.8) con varilla de 1/2" cada 15cm en ambos sentidos.

Se recuerda que la zapata tipo Z2 fue reemplazada por una tipo Z4, debido al cambio de dimensiones de la escalera.

La actividad consiste en verificar con cinta los espaciamientos, número de varillas correcto, tamaño de varillas indicado en el plano, y dimensiones de

acuerdo con lo especificado, esto fue verificado a satisfacción y aprobación de la interventoría.

#### FOTO 14



Parrilla

#### 4.2.1.4. Viga sobrecimiento 0.30\*0.35 concreto clase D (21 MPA)

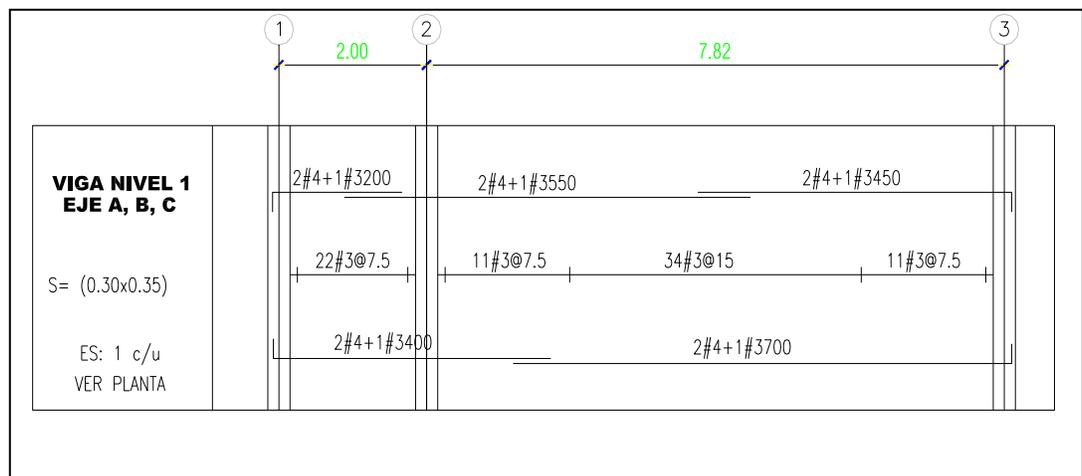
Para realizar el control de calidad los castillos estaban armados y ubicados en el sitio de fundición, una vez ahí se procedió a verificar el despiece de las vigas; esto se hizo con cinta y se midió el espaciamiento, número de estribos indicados en el plano, distancia correcta a partir de la cara de la columna, tamaño de las varillas y de los estribos.

Es muy importante realizar bien cada medición y comprobar para los tres casos que todos los despieces sean los indicados por el plano, ya que pasar por alto un detalle implica que la estructura no va a trabajar de la forma correcta como fue concebida y en un futuro puede presentar problemas ya que fue modificada para condiciones para la cual no está diseñada. También es importante mencionar que el doblaje de las varillas se hace en frío de acuerdo con los detalles y dimensiones mostrados en los planos, para el amarre de las varillas se utilizó alambre.

Las varillas de refuerzo, antes de su colocación en la obra, fueron revisadas cuidadosamente que se encontraran libres en lo posible de óxido, tierra, escamas, aceites, pinturas, grasas y de cualquier otra sustancia extraña que pueda disminuir su adherencia con el concreto.

**Resultados del control de calidad:**

**FIGURA 7**



Despiece de vigas

El control de calidad se realizó contando el número de varillas que tenía la viga, verificando el diámetro al que correspondía, cumplimiento de traslazo, número de estribos y separación entre ellos, todo esto se comparó con lo detallado en el plano, los resultados fueron:

-Refuerzo superior con 2 varillas #4 y 1 varilla #3, longitud de traslazo igual a 0.60 m correspondiente a la varilla de mayor diámetro.

-Refuerzo inferior con 2 varillas #4 y 1 varilla #3 longitud de traslazo igual a 0.60 m correspondiente a la varilla de mayor diámetro.

-Refuerzo a cortante con 22 estribos #3 separados a 7.5 cm cerca a los apoyos y 34 estribos #3 separados a 15 cm en el centro de la luz.

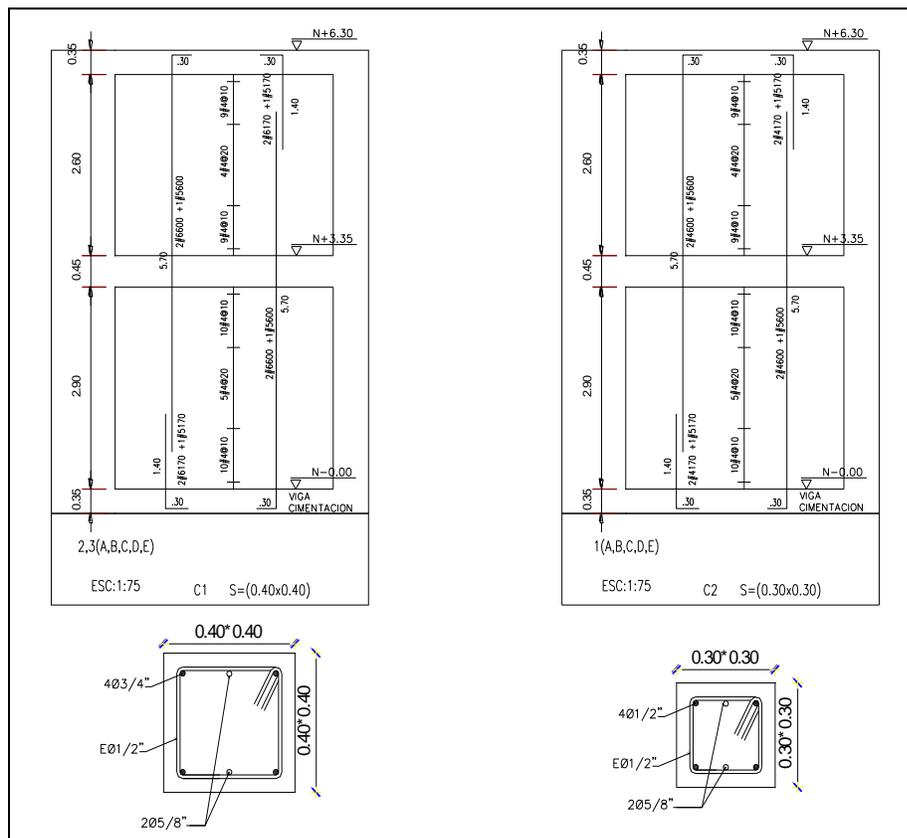
En la figura se puede observar el despiece de una viga obtenido del plano estructural y corresponde a lo verificado en obra. Esto garantiza que la estructura trabajara de la forma en la que fue concebida.

#### 4.2.1.5. Columnas de 0.30\*0.30 y 0.40\*0.40 en concreto clase D (21 MPA)

En el diseño se tiene 15 columnas, hay dos tipos de columnas C1 de dimensiones (0.40m x 0.40m) estas columnas están distribuidas alrededor de la estructura existente y C2 de dimensiones (0.30m x 0.30m) localizadas a lo largo del eje 1 (ver detalle del plano). La actividad consiste en verificar el despiece de las columnas de acuerdo con el plano estructural y con la ayuda de cinta se verifica el adecuado espaciamiento, número correcto de estribos, tamaño de varillas y estribos.

**FIGURA 8**

Despiece de Columnas



-El refuerzo a lo largo de la columna fue de 2 varillas #4 y 2 varilla #5, longitud de traslapo igual a 0.70 cm correspondiente a la varilla de mayor diámetro.

-El refuerzo a cortante en el primer vano con 10 estribos #4 separados a 10 cm cerca a los apoyos y 5 estribos #4 separados a 20 cm en el centro del vano, en el segundo vano se encontraron 9 estribos #4 separados a 10 cm y 4 estribos #4 separados a 20 cm en el centro del vano.

En la figura se puede observar el despiece de una columna obtenido del plano estructural y corresponde a lo verificado en obra.

#### **4.2.2. VACIADO DE CONCRETO**

##### **4.2.2.1. Zapatas**

Se coloca la parrilla, el refuerzo de la columna y los demás elementos que han de quedar embebidos en el concreto y se aseguran firmemente, cuidando que queden separados de la superficie del solado para eso se utilizaron piedras lo más planas posibles y de aproximadamente 5cm de diámetro, esto garantiza el recubrimiento de la zapata según se estipula en NSR-98 C.7.7.1 para concreto expuesto a la intemperie o en contacto con suelo de relleno.

**FOTO 15**



Parrilla y castillo armados

Una vez ubicadas las parrillas de las zapatas, se amarran las columnas con alambre y para darle estabilidad se sostiene con madera tal y como se observa en las imágenes; las columnas deben quedar perpendiculares a las parrillas y deben estar alineadas entre sí por medio de piola.

**FOTO 16**



Columnas amarradas

**FOTO 17**



Columnas con madera

Antes de cada fundición se informa al geotecnólogo con 24 horas de anticipación, con el fin de preparar el equipo para la toma de los cilindros que posteriormente fueron ensayados en el laboratorio, también se encargó de dar el visto bueno a los materiales que se usaron para la preparación del concreto.

**Materiales:** Los agregados finos y gruesos para fabricación de concreto cumplen con las especificaciones de la designación C-33 de la ASTM y las normas ICONTEC 77, 78, 92, 93, 98, 126, 127, 129, 130, 174, 177 y 589.

El trabajo realizado consistió en revisar la calidad del material que se utilizó para la preparación del concreto:

- Arena de Puerto Tejada, se comprobó que estuviera libre de raíces, micas, limos o cualquier otro material que pueda afectar la resistencia del concreto.

#### **FOTO 18**



Agregado fino

- Agregado grueso de la cantera el Chocho con un tamaño de  $\frac{3}{4}$ " cumpliendo con NSR-98 C.3.3, este debe ser triturado y se comprobó

que estuviera libre de pizarra, lascas u otros materiales exfoliables que pueden afectar la resistencia del concreto, así como exceso de piedras planas; estar limpio y desprovisto de materias orgánicas.

### FOTO 19



Agregado grueso

- Solado de limpieza: el agregado que se utilizó fue mixto de río.
- Agua: el agua utilizada es potable proveniente del acueducto y libre de ácidos, álcalis fuertes, aceites, materias orgánicas, sales, cantidades apreciables de limos o cualquier otra sustancia que perjudique la buena calidad del concreto.
- Cemento: se utilizó cemento Portland tipo 1 el cual corresponde al que sirvió de base para el diseño de la mezcla (1:2:3). El cemento cumplió con requisitos de almacenamiento ya que este se encontraba en un lugar bien ventilado, seco y bajo cubierta. Los sacos no estaban en contacto directo con la tierra ni en pilas superiores a 14 sacos, adicional a esto estaba cubierto por un plástico

**FOTO 20**



Almacenamiento del cemento

**Preparación de la mezcla:** dentro de las especificaciones técnicas para obras de calidad de la educación de las instituciones educativas del municipio de Popayán se exige al contratista la elaboración del concreto con mezcladora mecánica, así mismo cumpliendo con NSR-98 en C.5.8

El concreto fue preparado en la obra y la dosificación fue 1:2:3 de acuerdo con el diseño. Para este proceso se verificó la correcta colocación de los materiales y el tiempo de mezclado así como las proporciones adecuadas de cada material, se utilizó como unidad de medida un balde, el cual se llenaba con cemento y se contaban dos baldes de agregado fino y tres baldes de agregado grueso que se mezclaban.

Cada carga se debe introducir de tal forma dentro del tambor, que parte del agua, este en el mismo, antes del cemento y del agregado y ésta continúe fluyendo dentro del tambor después que todo el cemento y los agregados estén en él.

El agua debe quedar vertida totalmente dentro del tambor, en la primera cuarta parte del tiempo especificado de mezcla, este fue de un minuto y medio.

**Tabla 7** Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción y Sistemas de colocación y compactación.<sup>1</sup>

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO MM.	EJEMPLO DE TIPO DE CONSTRUCCIÓN.	SISTEMA DE COLOCACIÓN	SISTEMA DE COMPACTACIÓN.
<b>MUY SECA</b>	0.0 – 20	prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantalla de cimentación	con vibradores de formaleta, concretos de proyección neumática ( <b>lanzados</b> )	secciones sujetas a vibración externa, puede requerirse presión
<b>SECA</b>	20-35	Pavimentos.	Pavimentos con terminadora vibratoria.	secciones sujetas a vibración intensa
<b>SEMISECA</b>	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple, losas poco reforzadas.	colocación con maquinas operadas manualmente	secciones simplemente reforzadas con vibración
<b>MEDIA (PLÁSTICA)</b>	50-100	pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones	colocación manual	secciones simplemente reforzadas con vibración
<b>HUMEDA</b>	100-150	elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo	secciones bastante reforzadas con vibración
<b>MUY HUMEDA</b>	150-200	elementos esbeltos, pilotes fundidos " in situ "	tubo-embudo-tremie	secciones altamente reforzadas con vibración
<b>SÚPER FLUIDA</b>	mas de 200	elementos muy esbeltos	Autonivelante, <b>autocompactante.</b>	secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse

<sup>1</sup> RIVERA LÓPEZ GERARDO ANTONIO. Concreto Simple. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca. 2006 Pg. 168

Antes de la colocación del concreto se realiza la prueba de asentamiento con el cono de Abrams cumpliendo con (ICONTEC 396), la prueba de asentamiento dio 11cm valor que al ser comparado en la Tabla N°7 se encuentra dentro de la consistencia húmeda, para un tipo de construcción de elementos estructurales esbelto o muy reforzado, con un sistema de colocación de bombeo y por sistema de compactación de secciones bastante reforzadas con vibración. Para este tipo de obra el asentamiento debía estar entre 50 y 100 mm. Este valor de asentamiento debió ser corregido en ese momento ya que el exceso de humedad presentado genera bajas resistencias, se hicieron las observaciones pertinentes, pero debido a que el pasante no tiene autoridad para tomar decisiones, se siguió con el proceso constructivo bajo la supervisión del geotecnólogo y el Interventor.

#### FOTO 21



Mezcladora de concreto

**Colocación del concreto:** cumpliendo con NSR-98 en C.5.10, el concreto se coloca siempre y cuando cumpla las condiciones necesarias para el vaciado, entre estas tenemos: consistencia adecuada para que penetre por

todas las esquinas y en medio del refuerzo sin que se produzca segregación. Las zapatas tienen un espesor de 20 cm, y por medio de la mira se comprueba el nivel al cual debe quedar.

**FOTO 22**



Vaciado del concreto

En esta imagen se aprecia la mira, que es un palo de madera con el que se mide el espesor de la zapata utilizando como guía la cuerda ubicada en el perímetro.

**Vibrado del concreto:** como paso fundamental, el concreto debe vibrarse para eliminar el aire atrapado y permitir el reacomodo de las partículas, la

vibración se hizo de 10 a 20 seg. Cuidando de no vibrar un sitio dos veces, en lo posible vibrar verticalmente, no vibrar directamente sobre el acero y retirar el vibrador suavemente, todo esto para evitar que el concreto se segregue.

**FOTO 23**



Vibrado

**FOTO 24**



Zapata fundida

**Toma de muestras:** durante la preparación de la mezcla, se tomaron cuatro (4) muestras de concreto para ser ensayadas en el laboratorio con el fin de determinar la resistencia del concreto. Las muestras fueron ensayadas de acuerdo con el “Método para ensayos de cilindros de concreto a la compresión” (designación C-39 de la ASTM o ICONTEC 550 y 673).

**Tabla 8** Resultados del ensayo resistencia a la compresión.

OBRA: Cimentación							
TOMA			MATERIALES			RESULTADOS	
CILINDRO	FECHA	HORA	GRAVA	ARENA	MEZCLA	FECHA RUPTURA	RS (P.S.I)
1	22/10/2007	9:30 a.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	05/11/2007	R <sub>14</sub> =2031
2	22/10/2007	9:30 a.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	19/11/2007	R <sub>28</sub> =2611
3	22/10/2007	9:30 a.m..	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	19/11/2007	R <sub>28</sub> =2756
4	22/10/2007	9:30 a.m..	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	05/12/2007	R <sub>14</sub> =3046

**Tabla 9** Resultados resistencia en Mpa.

RS (P.S.I)	Mpa	PROMEDIO SEGÚN NSR-98 C.5.6.2.3	NORMA NSR-98 C.5.6.2.3(a)	NORMA NSR-98 C.5.6.2.3(b)
R <sub>14</sub> =2031	14	-----	-----	CUMPLE
R <sub>14</sub> =3046	21	-----	-----	CUMPLE
R <sub>28</sub> =2756	19	-----	-----	CUMPLE
R <sub>28</sub> =2611	18	-----	-----	CUMPLE

## **Análisis de Resultados:**

Teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión de diseño es de  $f'c=21\text{Mpa}$  y la NSR-98 en su capítulo C.5 específicamente en el C.5.6.2.3 literal (a) y (b), donde se consigna lo referente al nivel de resistencia para cada clase de concreto dice lo siguiente:

- 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  $f'c$ .
- 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  $f'c$ .

Se determinó que el concreto no cumple el primer criterio (a) estipulado por la norma NSR-98 debido a que no se puede hacer el promedio aritmético por falta de muestras ensayadas a los 14 y 28 días, por otro lado, se cumple el segundo criterio (b), pero debido a que estos dos criterios deben cumplirse simultáneamente el Código se remite al numeral C.5.6.2.4 donde especifica que “si no se cumple cualquiera de los requisitos de C.5.6.2.3, se deben tomar de inmediato las medidas necesarias para aumentar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia”. A pesar de la recomendación de la norma y hasta la finalización de la obra no se tomo ninguna medida para aumentar los resultados de los ensayos de resistencia.

Las bajas resistencias obtenidas del concreto ensayado indican que hubo fallas en el momento de la producción de mezcla posiblemente por mala

dosificación de los materiales, exceso de agua o durante la colocación del concreto.

#### **4.2.2.2. Viga de cimentación**

El concreto que se utilizó para la fundición es en la misma proporción del utilizado en las zapatas, pero a diferencia de ellas, las vigas necesitan formaletas para darle la forma y el acabado adecuado. Las formaletas deben cumplir condiciones las cuales fueron verificadas como parte del trabajo de control de calidad y se detalla a continuación:

- El material de la formaleta fue escogido por el contratista quien utilizó madera (pino).

- Algunas de las superficies interiores de las formaletas estaban completamente limpias y tratadas adecuadamente para obtener superficies lisas, compactas, de color y textura normales y uniformes, otras no estaban en óptimas condiciones lo cual provocó que en algunas vigas y columnas al desencofrar se quedara adherida algo de madera.

- En el momento de colocar el concreto, se verificó que la superficie de la formaleta estuviera libre de incrustaciones de mortero o de cualquier otro material y que no presentara huecos, imperfecciones, deformaciones o uniones defectuosas que permitan filtraciones de la lechada a través de ellas o irregularidades en las caras del concreto.

- La superficie de la formaleta que estaba en contacto con el concreto se cubrió de aceite quemado el cual facilita el desencofrado de la formaleta

-Al desencofrar la formaleta se debe tener cuidado de no golpear ni producir roturas en el concreto, previendo que las aristas no sean alteradas con remiendos o cortes.

El retiro de las formaletas sólo podrá hacerse luego de transcurrido el tiempo suficiente para que el fraguado del concreto le permita resistir las cargas actuantes sin deformaciones adicionales a las propias del comportamiento de las estructuras, para las vigas se retiró la formaleta a los dos días de fundida

**FOTO 25**



Colocación de la formaleta

**FOTO 26**



Vaciado del concreto

**FOTO 27**



Vibrado del concreto

Para vibrar el concreto debió hacerse sobre un volumen de concreto abundante que permita introducir el vibrador al menos la mitad de la capsula y no pequeños espesores pues esto genera segregación y exudación.

**FOTO 28**



Con la ayuda de la mira se comprueba el nivel de la viga

**Nivelar la corona de la viga:** con la ayuda de un palustre se procede a emparejar el concreto hasta el tope de la viga de esta forma queda nivelada y con una superficie más suave.

**Desencofrado y curado:** después de pasadas doce (12) horas o al día siguiente de fundida la viga de cimentación se procede a desencofrarla, quitando con mucho cuidado la formaleta y luego rociando con agua la viga por siete (7) días consecutivos como mínimo, según lo establece la NSR-98 en C.5.11

**FOTO 29**



Viga fundida

#### **4.2.2.3. Relleno de las zapatas**

Sobre las zapatas se colocó un relleno con un suelo de reposición. El relleno se construyó por capas sucesivas de 0.10 m en todo el ancho correspondiente a la sección transversal. Cada capa se compactó completamente antes de colocar la capa siguiente, este procedimiento se realizó manualmente utilizando un mazo de madera (pisón) operado por un trabajador que golpea la capa hasta adquirir una superficie compacta y dura sobre la cual pueda colocar la capa superior.

**FOTO 30**



Compactación manual del relleno

#### **4.2.2.4. Vaciado de las columnas**

La dosificación utilizada para la preparación de la mezcla de concreto fue la misma que se empleo para las zapatas y vigas de cimentación, el control de calidad para las columnas consiste en:

- Vigilar que las columnas sean fundidas totalmente.
- Correcta dosificación de los materiales.
- La altura de vaciado del concreto no debe ser mayor a 3m
- Las columnas deben vibrarse para asegurar que salga el aire atrapado y no se produzcan hormigueros.
- Comprobar que la formaleta este unida y que no presente huecos por donde pueda salir el material.
- Verificación de ejes y verticalidad exigida, antes y durante la operación de vaciado, mediante la colocación de plomos u otros elementos de referencia.
- Curado durante 7 días.

**FOTO 31**



**FOTO 32**

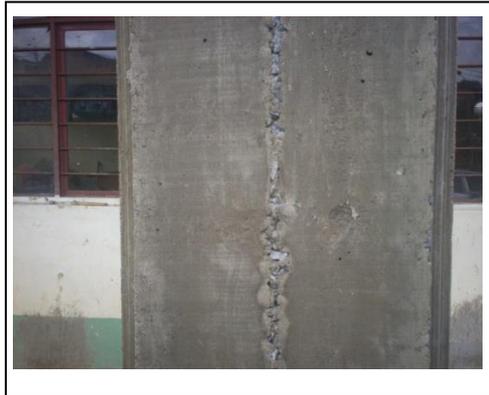


**Resultados de los chequeos:**

Cuando se fundieron las primeras columnas surgieron inconvenientes que impidieron que se cumplieran las condiciones óptimas para el vaciado de las columnas. A continuación se describen algunos errores que se cometieron y sus posteriores consecuencias:

- Para las tres primeras columnas las formaletas presentaron espacios entre juntas muy grandes, esto provocó filtración del concreto y cuando se desencofró algo del material quedó expuesto; esto genera problemas estéticos, los cuales son solucionados con repello.

**FOTO 33**



Agregado expuesto

- El vaciado del concreto debió hacerse según las especificaciones técnicas para las obras en centros educativos del Municipio de Popayán desde 1.20m de altura máximo, pero en este caso se realizó a 3 m. Este procedimiento se hizo en todas las columnas; en las primeras se produjeron hormigueros que no fueron lo suficientemente grandes como para afectar estructuralmente al elemento ya que no se encontraba expuesto el acero y no presentaría problemas de corrosión. Para solucionar esto el concreto se reparó antes de 24 horas de desencofrada las columnas, de la siguiente forma: En donde el concreto sufrió daños como hormigueros, fracturas o defectos, la superficie se pulió cuidadosamente con palustre y luego se relleno con mortero. Por último todas las superficies reparadas se sometieron a curado, para subsanar completamente bajo el cumplimiento de las especificaciones técnicas para las obras en centros educativos del municipio de Popayán.
- Una de las primeras columnas que se fundieron no se vibró lo que provocó que en el material quedaran espacios y a consecuencia de eso se formaron hormigueros. La razón para que no se haya vibrado el concreto fue debido a que este equipo sufrió un daño y no podía pararse la fundición, se decidió

terminar de fundirla de esa manera proporcionándole golpes con un martillo y una vez terminada suspender la fundición de las otras columnas. Debió compactarse con varilla y utilizando un mazo de caucho y no un martillo, pues este golpe genera segregación.

La columna presentó algunos hormigueros que no afectan el trabajo estructural del sistema, los daños fueron reparados como ya se explicó anteriormente.

- Algunas columnas no quedaron bien plomadas, y se encuentran giradas con respecto a su eje, estos errores son tolerables, ya que para 3 metros de altura se tolera hasta 1 cm.
- Debido a que la formaleta no fue de excelente calidad, al retirarla se quedaron partes de la madera pegadas en las columnas, en este caso se limpia la superficie muy bien, también se notó que en algunos casos la formaleta no soportó el concreto y esta se deformó. Todos estos errores deben corregirse cuando se hagan los acabados.

**Toma de muestras:** durante la preparación de la mezcla, se tomaron 2 muestras de concreto para ser ensayadas en el laboratorio con el fin de determinar la resistencia del concreto. Las muestras debieron ser ensayadas de acuerdo con el “Método para ensayos de cilindros de concreto a la compresión (designación C-39 de la ASTM o ICONTEC 550 y 673).

Se hizo prueba de asentamiento la cual dio de 8 cm, lo que indica que la consistencia es media Plástica.

**Tabla 10** Resultados del ensayo resistencia a la compresión.

OBRA: Columnas							
TOMA			MATERIALES			RESULTADOS	
CILINDRO	FECHA	HORA	GRAVA	ARENA	MEZCLA	FECHA RUPTURA	RS (P.S.I)
5	07/11/2007	11:30 a.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	05/12/2007	R <sub>35</sub> =2949
6	07/11/2007	11:30 a.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	05/12/2007	R <sub>35</sub> =2915

**Tabla 11** Resultados resistencia en Mpa.

RS (P.S.I)	Mpa	PROMEDIO SEGÚN NSR-98 C.5.6.2.3	NORMA NSR-98 C.5.6.2.3(a)	NORMA NSR-98 C.5.6.2.3(b)
R <sub>28</sub> =2949	20	-----	-----	CUMPLE
R <sub>28</sub> =2915	20	-----	-----	CUMPLE

**Análisis de Resultados:**

Teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión de diseño es de  $f'_c=21\text{Mpa}$  y la NSR-98 en su capítulo C: 5 específicamente en el **C.5.6.2.3** literal (a) y (b), donde se consigna lo referente al nivel de resistencia para cada clase de concreto dice lo siguiente:

- 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), iguales o excedan el valor nominal especificado para  $f'_c$ .

- 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.

Se determinó que el concreto no cumple el primer criterio (a) estipulado por la norma NSR-98 debido a que no se puede hacer el promedio aritmético por falta de muestras ensayadas a los 28 días, por otro lado, se cumple el segundo criterio (b), pero debido a que estos dos criterios deben cumplirse simultáneamente el Código se remite al numeral C.5.6.2.4 donde especifica que “si no se cumple cualquiera de los requisitos de C.5.6.2.3, se deben tomar de inmediato las medidas necesarias para aumentar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia”. A pesar de la recomendación de la norma y hasta la finalización de la obra no se tomo ninguna medida para aumentar los resultados de los ensayos de resistencia.

Las resistencias obtenidas del concreto ensayado arrojaron valores más elevados que los obtenidos para cimentaciones, sin embargo hubo fallas en el momento de la producción de mezcla por exceso de agua o durante la colocación del concreto, ya sea por mal manejo o inexperiencia de los trabajadores.

#### **4.2.2.5. LOSA ALIGERADA**

Esta actividad comprende la colocación de formaleta, el refuerzo longitudinal, elementos embebidos para instalaciones eléctricas, colocación de los elementos aligerantes (casetones), vaciado, curado y desencofrado de la losa.

Para esta obra se construyó una losa de entrepiso aligerada, la cual trabaja en una dirección y consiste en un sistema de piso y cubierta compuesta de dos partes, una placa de 10 cm. de espesor y unas viguetas o nervios con un espaciamiento de 70 cm.

#### 4.2.2.5.1. Demoliciones

Los salones para los cuales se fundió la losa del segundo nivel tuvieron que ser modificados para la construcción de la nueva estructura efectuando demoliciones en las culatas y desmontando la cubierta que consistía en una estructura metálica compuesta por cerchas y correas, esto se hizo de tal forma que las tejas recuperadas pudieran reutilizarse en beneficio del colegio.

**FOTO 34**



Recuperación de la cubierta

#### 4.2.2.5.2. Elementos Aligerantes (Casetones)

Estos se construyeron en la obra y se utilizó esterilla de guadua, se forman unos elementos en madera y perimetralmente se colocó la esterilla de guadua y en la parte inferior se colocó malla con vena, ésta queda en contacto con la formaleta.

**FOTO 35**



Casetones en esterilla de guadua

**FOTO 36**



Malla con vena

#### **4.2.3.5.3 Proceso constructivo de la losa**

**Herramientas:** Serrucho, escuadra, martillo, bichiroque, pala, palustre, flexómetro, hilo y lápiz.

**Equipo:** Mezcladora, escalera, baldes, carretilla y vibrador.

**Materiales:** Madera, clavos, acero de refuerzo, tubería PVC eléctrica, alambre, cemento, arena, triturado y agua.

### **Encofrado metálico**

El encofrado es una estructura temporal que sirve de molde para darle al concreto la forma definitiva. Su función principal es ofrecer la posibilidad de que el acero de refuerzo sea colocado en el sitio correcto, darle al concreto la forma y servirle de apoyo hasta que endurezca; está constituido por el molde (tableros) y los puntales (tacos), que son metálicos. Se utilizaron tableros en pino cubiertos por una capa delgada de aceite quemado para facilitar el desencofrado.

Además se debe cumplir que los tableros para las losas se soportarán firmemente con vigas y tacos metálicos, de madera o con una combinación de éstos, espaciados y diagonalados suficientemente para asegurar la estabilidad de la obra y la seguridad del personal del Contratista, del Municipio de Popayán o terceros.

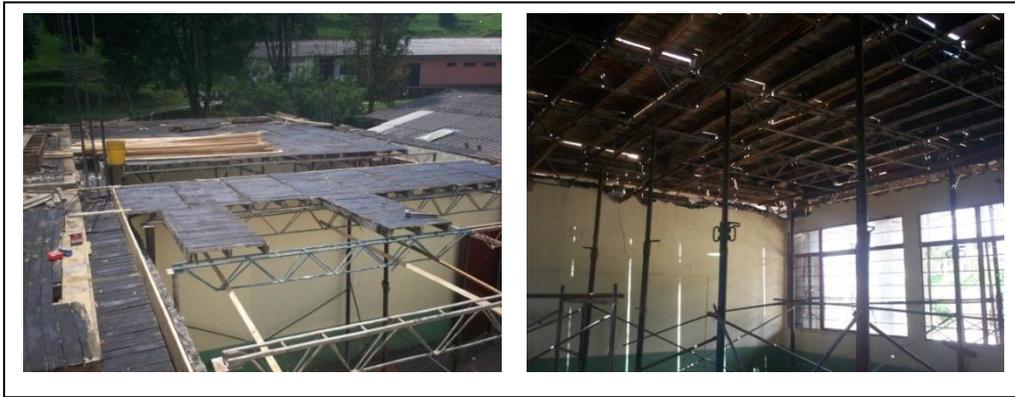
Las formaletas fueron retiradas a los 28 días de fundida la losa cumpliendo de esta forma con la NSR-98.

### **Armado del encofrado metálico:**

Seleccionar elementos como: cerchas metálicas, tacos metálicos, tableros de madera.

- Se arma un grupo de tacos soportado por medio de las riostras
- Instalar las cerchas, colocándolas sobre los tacos y amarrándolas
- Colocar las riostras o diagonales en las dos direcciones, para darle estabilidad al conjunto del encofrado.
- Se instalan los tableros y se amarran.

## FOTO 37



Encofrado Metálico

### **Colocar el aligerante:**

Se coloca alineado sobre los tableros dejando un espacio para el nervio, en el cual van el acero y el concreto, el ancho del nervio es de 12 cm

### **Colocación del refuerzo:**

Se coloca el acero en los espacios dejados entre el aligerante. La actividad consistió en revisar según los planos el despiece de todo el acero para la losa, medir y contar que no faltara ninguna varilla y estribo según lo indicado en el diseño estructural y observar cuidadosamente que las varillas fueran del tamaño correcto, tal y como se hizo para las vigas, columnas y zapatas.

Posterior a esto se coloca el refuerzo para retracción por fraguado y temperatura que va en dirección perpendicular al refuerzo principal y ligado a él, además debe cumplir requisitos mínimos de acuerdo con la cuantía del acero, según NSR-98 en C.7.12.1

**FOTO 38**



Colocación del refuerzo y casetones

**Instalación de ductos eléctricos:**

Antes de fundir la losa se instaló el sistema eléctrico.

**FOTO 39**



**Vaciado de la losa:**

Para esta actividad debe haber disponibilidad de personal, de materiales, condiciones climáticas y todo el personal presente para supervisar este avance en la obra que es muy importante debido a que la losa debe

fundirse monolíticamente y el trabajo debe realizarse sin parar. Las actividades consistieron en verificar la calidad de los materiales, comprobar su correcta dosificación y el vibrado del concreto. Para la losa se utilizó arena de trituración y agregado grueso de  $\frac{3}{4}$ " , todos estos procesos de la construcción deben cumplir con los requisitos antes mencionados sobre el manejo del concreto.

**FOTO 40**



Colocación del concreto

**FOTO 41**



Vibrado del concreto

**FOTO 42**



Muestras de concreto

Se tomaron 4 cilindros para las pruebas de resistencia del concreto, fueron ensayados a los 28 días y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**Tabla 12** Resultados del ensayo resistencia a la compresión.

OBRA: Losa aligerada							
TOMA			MATERIALES			RESULTADOS	
CILINDRO	FECHA	HORA	GRAVA	ARENA	MEZCLA	FECHA RUPTURA	RS (P.S.I)
7	10/12/2007	10:00 a.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	17/12/2007	R <sub>7</sub> =1800
8	10/12/2007	10:00 a.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	07/01/2008	R <sub>28</sub> =2700
9	10/12/2007	10:00 a.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	24/01/2008	R <sub>45</sub> =3152
10	10/12/2007	10:00 a.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	24/01/2008	R <sub>45</sub> =3144
11	10/12/2007	03:00 p.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	17/12/2007	R <sub>7</sub> =900

12	10/12/2007	03:00 p.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	07/01/2008	R <sub>28</sub> =1581
13	10/12/2007	03:00 p.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	24/01/2008	R <sub>45</sub> =2020
14	10/12/2007	03:00 p.m.	Chocho	Puerto tejada	1:2:3	24/01/2008	R <sub>45</sub> =2076

**Tabla 13** Resultados resistencia en Mpa.

RS (P.S.I)	Mpa	PROMEDIO SEGÚN NSR-98 C.5.6.2.3	NORMA NSR-98 C.5.6.2.3(a)	NORMA NSR-98 C.5.2.3(b)
R <sub>45</sub> =3152	22	----	----	CUMPLE
R <sub>45</sub> =3144	22	----	----	CUMPLE
R <sub>45</sub> =2020	14	19	NO CUMPLE	CUMPLE
R <sub>45</sub> =2076	15	17	NO CUMPLE	CUMPLE

#### 4.2.2.6. Análisis de resultados:

Teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión de diseño es de  $f'c=21\text{Mpa}$  y la NSR-98 en su capítulo C: 5 específicamente en el **C.5.6.2.3** literal (a) y (b), donde se consigna lo referente al nivel de resistencia para cada clase de concreto dice lo siguiente:

- 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), iguales o excedan el valor nominal especificado para  $f'c$ .

- 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.

Se determinó que el concreto no cumple el primer criterio (a) estipulado por la norma NSR-98, por ende el código se remite al numeral C.5.6.2.4 donde especifica que “si no se cumple cualquiera de los requisitos de C.5.6.2.3, se deben tomar de inmediato las medidas necesarias para aumentar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia. Además deben tenerse en cuenta los requisitos estipulados en C.5.6.4 si no se cumple el requisito C.5.6.2.3 (b)”. A pesar de la recomendación de la norma y hasta la finalización de la obra no se tomo ninguna medida para aumentar los resultados de los ensayos de resistencia.

Los ensayos realizados arrojaron valores de resistencia muy bajos, esto pudo ocasionarse por mal manejo de la mezcla en el momento de producirla o en su colocación.

**FOTO 43**



Prueba de asentamiento

**Tabla 14** Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción y Sistemas de colocación y compactación.<sup>2</sup>

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO MM.	EJEMPLO DE TIPO DE CONSTRUCCIÓN.	SISTEMA DE COLOCACIÓN	SISTEMA DE COMPACTACIÓN.
<b>MUY SECA</b>	0.0 – 20	prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantalla de cimentación	con vibradores de formaleta, concretos de proyección neumática ( <b>lanzados</b> )	secciones sujetas a vibración externa, puede requerirse presión
<b>SECA</b>	20-35	Pavimentos.	Pavimentos con terminadora vibratoria.	secciones sujetas a vibración intensa
<b>SEMISECA</b>	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple, losas poco reforzadas.	colocación con maquinas operadas manualmente	secciones simplemente reforzadas con vibración
<b>MEDIA (PLÁSTICA)</b>	50-100	pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones	colocación manual	secciones simplemente reforzadas con vibración
<b>HUMEDA</b>	100-150	elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo	secciones bastante reforzadas con vibración
<b>MUY HUMEDA</b>	150-200	elementos esbeltos, pilotes fundidos " in situ "	tubo-embudo-tremie	secciones altamente reforzadas con vibración
<b>SUPER FLUIDA</b>	mas de 200	elementos muy esbeltos	Autonivelante, <b>autocompactante.</b>	secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse

#### 4.2.2.7. Resultados y Análisis:

El ensayo realizado en obra de asentamiento arrojó como resultado 19cm, valor que al ser comparado en la Tabla N°14 se encuentra dentro de la consistencia muy húmeda, para un tipo de construcción de elementos esbeltos, pilotes fundidos "insitu", con un sistema de colocación de tubo-embudo-tremie y por sistema de compactación de secciones altamente

<sup>2</sup> RIVERA LÓPEZ GERARDO ANTONIO. Concreto Simple. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca. 2006 Pg. 168

reforzadas con vibración. Para este tipo de obra el asentamiento debía estar entre 50 y 100 mm. Este valor de asentamiento debió ser corregido en ese momento ya que el exceso de humedad presentado genera bajas resistencias, se hicieron las observaciones pertinentes, pero debido a que el pasante no tiene autoridad para tomar decisiones, se siguió con el proceso constructivo.

### **Curado**

El curado se hizo cubriendo totalmente la superficie expuesta con agua durante 7 días posteriores a la fundición siguiendo NSR-98 C.5.11

### **FOTO 44**



Losa Fundida

### **Desencofrado de la losa**

La losa se desencofró a los 28 días, se retiraron los tableros y los tacos, cumpliendo con el tiempo mínimo para el retiro de formaleta dado por la NSR-98, el desencofrado se inició desde el centro de la luz en forma alterna hacia la izquierda y hacia la derecha.

**FOTO 45**



#### **4.2.3. ERRORES COMETIDOS EN EL VACIADO**

- 4.2.3.1.** En algunos lugares el agregado quedo expuesto debido a un vibrado incorrecto, también quedaron hormigueros los cuales fueron repellados ya que el acero no estaba expuesto lo que pudiera provocar corrosión.

**FOTO 46**



- 4.2.3.2.** En algunas vigas de amarre se cometió el error de dejar el acero muy cerca de tal forma que no se cumplió con requisitos de separación mínima según el código NSR-98 en C.7.6 que contempla que; la mínima separación libre entre barras paralelas colocadas en una fila no debe ser inferior a:

- diámetro de la barra ( $d_b$ )
- 25 mm
- 1.33 veces el tamaño del agregado grueso

Verificando estos valores tenemos:

- $d_b=2.54$  cm (barra número 8)
- 2.5 cm
- $1.33 * \frac{3}{4} " = 2.5$  cm

El espaciamiento mínimo debió ser 2.5 cm. Para la sección que se tenía de (30\*35) cm la sollicitación de área de acero es muy grande y al tratar de cumplir con la cantidad no se cumplía con separación entre varillas, la solución es proporcionar una sección mayor para cumplir tanto separación como cuantía de acero.

**FOTO 47**



Viga del eje B

- 4.2.3.3.** Estaba proyectado que los salones serian adecuados para condiciones de uso normales, pero en visitas posteriores al desencofrado de la losa las circunstancias en las que estaban los salones no eran las más apropiadas debido a:

- Los salones no fueron pintados y debido a la construcción de la obra la pintura se deterioró y el repello existente en algunos sitios se desprendió.
- Las condiciones de humedad y goteras dificultan el funcionamiento de los salones.
- Durante la construcción se dañaron la mayoría de los vidrios, los cuales no fueron sustituidos.
- En algunos lugares el concreto quedó mal vibrado y presenta hormigueros que no fueron reparados en su momento.
- No se hicieron los acabados en el cielo raso y los casetones quedaron a la vista, así como la malla con vena y restos de concreto que se desprenden, esto ocurrió debido a que el presupuesto no era suficiente para cargar con mortero los casetones. Debido a que la prioridad era fundir la losa se optó por no efectuar esta actividad.
- La losa que se fundió no se encuentra protegida contra las inclemencias del clima, lo cual a largo plazo afectaría la funcionalidad y resistencia de esta.
- Los andenes de los salones a causa de las demoliciones quedaron destruidos afectando el tránsito de la comunidad estudiantil.
- Zapatas sin rellenar totalmente lo cual produce que en las lluvias se acumule agua y crea condiciones de salubridad precarias.
- No se cuenta con electricidad en estos salones, no se instalaron lámparas.

**FOTO 48**



Sin repello

**FOTO 49**



Sin energía Eléctrica

**FOTO 50**



Humedad

**FOTO 51**



Agua Estancada

**FOTO 52**



Andenes Destruidos

#### 4.2.4. CANTIDADES DE OBRA

Esta actividad se realizó en dos etapas: la primera para la cimentación, vigas de amarre y columnas, consistió en medir con cinta la cantidad de concreto que se utilizó para cada elemento lo cual servirá para la realización de las actas de la obra y su posterior liquidación.

##### **Medida y forma de pago:**

**Excavaciones:** el número de  $M^3$  de material removido manualmente.

**Solado:** el número de metros cuadrados de hormigón pobre, fundidos en el fondo de las excavaciones en las cuales se fundirían las zapatas.

**Zapatas:** el número de  $M^2$  para las zapatas en la obra.

**Vigas de amarre:** el número de ML utilizado para fundir las vigas, medido en la obra.

**Columnas:** el número de ML utilizado para fundir las columnas, medido en la obra.

En la segunda etapa se midieron las cantidades de concreto utilizadas para fundir las vigas aéreas

**Vigas aéreas:** el número de ML utilizado para fundir las vigas, medido en la obra.

**Losa:** el número de  $M^2$  de concreto utilizado para fundir la losa.

Estas cantidades de obra se midieron con el fin de compararlas con las cantidades medidas por el ingeniero constructor, de esta forma se llevó un control sobre las cantidades reales de obra que se trabajaron en el terreno, bajo estas medidas se realiza la liquidación del contrato.

### **4.3. Liquidación del contrato de obra de la institución educativa Cipriano de Mosquera.**

Para entender el proceso de liquidación de un contrato se debe partir de entender el concepto; es decir por cortar el vínculo contractual entre la entidad contratante y el contratista una vez el contrato se termine. El contrato puede terminarse de forma normal o anormal.

#### **4.3.1. Normal:**

4.3.1.1. Cumplimiento del objeto del contrato.

4.3.1.2. Vencimiento del plazo.

#### **4.3.2. Anormal:**

4.3.2.1. Desacuerdo.

4.3.2.2. Causas atribuibles a los contratantes:

- Incumplimiento de la Administración:
  - Mutuo acuerdo
  - Demanda ante la Jurisdicción Contencioso Administrativa.
  
- Incumplimiento del Contratista:
  - Declaratoria de caducidad del contrato
  - Declaratoria del incumplimiento
  - Solicitud ante Juez (resolución – incumplimiento)

4.3.2.2.1. Modificación Unilateral Ley 80 de 1993 Art. 16.

4.3.2.2.2. Terminación Unilateral Ley 80 de 1993 Art. 16.

4.3.2.2.3. Nulidad Absoluta: Puede declararla la entidad mediante ACTO ADMINISTRATIVO MOTIVADO por las siguientes Causas:

- Celebrado con personas incursas en inhabilidad o incompatibilidad

- Contra expresa prohibición constitucional o legal
- Cuando se declaran nulos los actos administrativos en que se fundamenta
- Pago de prestaciones ejecutadas por el contratista

**4.3.2.2.4.** Fuerza mayor o caso fortuito: imprevisto al que no es posible resistir. Ej: naufragio, terremoto, apresamiento de enemigos, etc.

**4.3.2.2.5.** Hecho de la Administración: Decisión tomada por entidades públicas distintas a la contratante que haga inejecutable el objeto del contrato o coloque al contratista en imposibilidad de continuar ejecutando el contrato.

**4.3.2.2.6.** Inhabilidad sobreviniente: Conlleva a la cesión y si ello no es posible a su renuncia y por ende terminación.

#### **4.3.1. LIQUIDACIÓN NORMAL**

##### **4.3.1.1 Cumplimiento del objeto contratado**

Cuando un contrato se termina de forma normal la liquidación se representa mediante un acta la cual contiene una serie de información y documentos que son consignados en un archivo que posteriormente se remite a la oficina de asesoría jurídica en donde es revisada y dado el caso corregirla para posteriormente dar un visto bueno de aceptación.

El acta de liquidación contiene la siguiente información:

- Información general
- Consideraciones
- Cronología del contrato
- Ejecución física del contrato
- Balance financiero del contrato

- Resultados
- Actas: parciales, de inicio y aprobación de precios no previstos.
- Constancia del cumplimiento de las obligaciones del contratista frente a aportes a sistemas de salud, riesgos profesionales, pensiones, cajas de compensación familiar, ICBF y Sena, cuando a ello haya lugar. (Art. 50 Ley 789 de 2002)
- Manifestación expresa del contratista de encontrar conforme el balance económico del contrato y cumplimiento de las obligaciones pactadas.
- Manifestación de las partes de su aprobación a la liquidación
- Compromisos: cancelación de sumas adeudadas y conceptos (actas parciales, acta final, ajustes y otros.)
- Declaración de paz y salvo entre las partes
- Observaciones si es del caso.
- Firmas: Representante legal de la entidad, interventor y contratista.

#### **Anexos o soportes**

- Paz y salvos: ICBF, Caja de Compensación Familiar, Sena, Oficina de Trabajo, Recursos Físicos.
- Actas: parciales, de inicio, suspensión, reiniciaciones, modificación de cantidades de obra, etc.
- Certificación sobre cumplimiento de obligaciones por parte del contratista de las obligaciones con los sistemas de salud, riesgos profesionales y pensiones.

El acta de liquidación resume todo lo que se hizo en el contrato y está acompañada de unos soportes los cuales deben tramitarse por el contratista, para que sea válida, esta acta debe estar firmada por

el contratista, interventor, supervisor, secretaria de infraestructura y por el alcalde.

Este es un proceso que inicia una vez se ha gastado en su totalidad el dinero asignado para la obra, inmediatamente el contratista procede a tramitar los soportes, estos, como lo había mencionado anteriormente constan de:

- Paz y salvos: ICBF, Caja de Compensación Familiar, Sena, Oficina de Trabajo, Recursos Físicos.

Estos son conocidos como parafiscales: ICBF, Caja de Compensación Familiar y Sena (9% del valor de la mano de obra y salarios) y son aquellos que deben pagarse al estado por haber ejecutado un contrato de obra pública, el contratista entra a ser aportante de ciertas entidades del estado. Estos aportes se pagan en COMFACAUCA en donde se recibe el primer paz y salvo, con el recibo de COMFACAUCA se dirige al ICBF en donde se paga un porcentaje del 3% sobre el valor de salarios, para obtener el segundo paz y salvo que garantiza el pago de los derechos de ley concernientes al contrato que está en vigencia. El tercer paz y salvo es del Sena en donde revisan el contrato y el monto de este. El cuarto paz y salvo se obtiene del almacén del municipio que son los recursos físicos, en caso de que el contratista le haya pedido prestado al municipio algún tipo de maquinaria o equipo debe devolverlo para recibir el paz y salvo, en este caso el ingeniero contratista no ha pedido prestado nada al almacén del municipio por lo tanto cancela un valor correspondiente a papelería. El último paz y salvo que se tramita es, del ministerio de protección social en donde se presentan los comprobantes de pago de salud, pensión y riesgo

de los obreros durante el periodo que duro la obra, por lo tanto se necesita el acta de inicio y el acta de obra con estos documentos le dan el paz y salvo que va desde el 16 de octubre del 2007 hasta el 16 de diciembre del 2007. Con estos cinco paz y salvos y con el acta de obra se hace el acta de liquidación cuyo requisito es que la fecha de esta acta debe ser la misma fecha del último paz y salvo tramitado o posterior a este, se hace en la oficina para recibir lo que se ha verificado en el acta de obra.

- **Actas: parciales, de inicio y precios no previstos.**

Estos documentos resumen las actividades ejecutadas en la obra y deben ser originales, estas actas constan de información general (objeto del contrato, entidad contratante, contratista, valor del contrato, plazo, disponibilidad presupuestal) e información específica la cual tiene que ver con la particularidad del hecho.

Acta de inicio: es el único documento formal que le da inicio al tiempo estipulado para la ejecución de la obra y es firmada por el ingeniero contratista y el interventor.

Actas parciales: documento es el cual se recibe a satisfacción las actividades ejecutadas hasta el momento. El hecho de entregar parte de la obra no libera al contratista de la responsabilidad de la calidad. Esta obra contiene dos actas parciales de cantidades de obra ejecutadas, la primera con fecha de 11 de diciembre de 2007 la cual contiene la información general concerniente al contrato y la información específica en la cual se consignan las actividades pactadas inicialmente por el contratista en el momento de entregar su propuesta económica y con la cual se ganó el contrato; esta propuesta es inmodificable y por lo tanto se incluye en el acta, las

cantidades de obra realmente ejecutadas con su respectivo valor, se ubican en un cuadro, en otro cuadro se ubica el acumulado total y por último se tiene la columna de saldos. Antes de realizar el acta se obtuvieron las cantidades de obra midiendo en el terreno con cinta la cantidad de concreto usado para las columnas, vigas, zapatas y losa, midiendo los volúmenes de material excavado, las demoliciones y la cantidad de acero utilizado todas estas medidas se hicieron teniendo en cuenta la unidad de medida especificada en la propuesta económica. Las actividades que no aparecen son aquellas que no se realizaron hasta el momento de realizar esta primera acta.

La segunda acta tiene fecha del 16 de diciembre de 2007 y es similar a la primera.

Acta de precios no previstos: son actividades que no estaban pactadas en el contrato inicialmente pero que deben realizarse necesariamente para continuar con el normal desarrollo de la obra.

Este documento contiene la información general del contrato y la específica en donde se muestra la actividad, la unidad de medida y el costo directo de dicha actividad y es firmada por el interventor y el contratista. Algunas actividades que estaban inicialmente previstas en la propuesta económica no se pudieron realizar debido a que hubo que reemplazarlas por otras, esto está debidamente justificado ya que la obra no hubiera podido continuar si no se desarrollaban dichas actividades.

Existen otros documentos adicionales tales como la disponibilidad presupuestal que es expedida por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en donde se garantiza que había dinero para

contratar. Inicialmente se presenta a nombre de la institución, pero existe otro documento de disponibilidad presupuestal que se le asigna al contratista, para que él ejecute la obra.

Póliza de estabilidad que debe tener vigencia durante cinco años una vez liquidado el contrato y que ampare la obra en caso de fallo, siempre y cuando se compruebe que fue culpa del contratista.

Cuando se reúnen todos estos documentos se envían para la recolección de las firmas, con las firmas del supervisor de interventoría, de la Secretaria de Infraestructura, contratista e interventor se envían los documentos a la oficina de jurídica, se radica por archivo y lo revisa un abogado para determinar si tiene o no errores, si está bien, el jurídico le pone un visto bueno y lo remite al despacho del alcalde, en donde el paquete es revisado nuevamente y si todo está en orden el Alcalde lo firma y le da su visto bueno. Inmediatamente después el Secretario del Alcalde lo remite a Jurídica y de Jurídica vuelve a la Secretaría de Infraestructura y por último al interventor el cual anexa la factura de cobro del contratista y se envía a tesorería para posteriormente cancelar el valor adeudado al contratista, de esta forma todo vínculo entre la entidad contratante y el contratista se termina.

## V. RESULTADOS

- Los objetivos propuestos inicialmente y que se encuentran contemplados en el anteproyecto para la primera etapa de ejecución de la obra se cumplieron ya que la obra fue supervisada y se le hizo un seguimiento diario del avance de cada actividad realizada, aprendiendo con cada proceso constructivo, justificando cada cambio en el diseño, realizando las tareas asignadas por el interventor y principalmente llevando el control de calidad de la obra. Se verificó la calidad de los materiales, correcta ubicación y colocación de los refuerzos y se observó la adecuada colocación de los conductos por los cuales pasaran las instalaciones eléctricas; es muy importante resaltar que estos deben colocarse antes de fundir la losa, por ningún motivo se debe romper la losa después de haber fraguado con el fin de colocar las instalaciones, ya que esto afecta notablemente la resistencia de la estructura.
- Sin embargo el Pasante no tuvo la autonomía para tomar decisiones frente a hechos irregulares durante el proceso constructivo, que se presentaron a lo largo de la construcción y las observaciones y recomendaciones son difícilmente atendidas, ante la ausencia del Interventor, por el Contratista y sus trabajadores. El interventor fue informado de las anomalías ocurridas durante los procesos constructivos, pero este al no considerarlas graves continuo con el normal desarrollo de la obra.
- Para la liquidación de la obra se tomaron las medidas de las cantidades de materiales que se utilizaron para cada actividad. Esto debe hacerse lo más preciso posible para evitar inconvenientes en el caso de que se presenten reclamos por parte de la comunidad debido a la inconformidad por el resultado de la obra.

- También se tuvo la oportunidad de conocer la normatividad que rige la liquidación de un contrato en este caso la ley 80, y ejercer las funciones del interventor, las cuales incluyen los trámites para la liquidación del contrato de obra.
- Durante las semanas que duró el proceso de liquidación fue posible participar directamente en la forma de desarrollar dicha actividad, conocer los procesos de medición de cantidades de obra y los requisitos que debe cumplir el ingeniero Contratista tanto con la entidad contratante como a nivel social con sus trabajadores y la comunidad.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el desarrollo de la pasantía los conocimientos adquiridos durante la formación profesional fueron aplicados en diferentes campos como: construcción, costos de construcción, fundaciones y concreto armado. Sin embargo no sólo se aplicó la parte técnica sino también la parte administrativa que contempla la normatividad de la ley 80 de 1993, Manual de Interventoría circular 8715 de abril 20 de 2004, tramite de paz y salvos, entre otros.

Durante el proceso de formación como profesional se enseñan los procedimientos adecuados para hacer los diseños y construcciones de las obras civiles teniendo en cuenta tres principios fundamentales: seguridad, economía y calidad. Pero en la práctica en este tipo de obras de carácter oficial o públicas, se tienden a omitir, por que prima el beneficio económico sin importar el detrimento en la obra civil, se usan materiales que no cumplen las especificaciones en algunos casos y los procedimientos de control no se realizan con la rigurosidad que se espera. Un caso frecuente se ve cuando el Ingeniero civil deja al maestro de obra ejerciendo toda la responsabilidad.

En la etapa pre-contractual la valoración y priorización de los requerimientos de las Escuelas en este programa de la Alcaldía Municipal de Popayán, no se realizan con criterios basados en la experiencia y dirigidos a generar impacto en el mejoramiento de la infraestructura escolar, fundamental para mejorar la calidad de la educación y la cobertura. No existe una Oficina con una Gerencia que lidere verdaderos procesos de planeación con el fin de formular proyectos que respondan a verdaderas necesidades, con diseños basados en seguridad y economía, con presupuestos reales, con procesos constructivos eficientes y eficaces y con un verdadero control de calidad.

Debería plantearse un convenio con la Universidad para que se preste una asesoría efectiva con el fin de lograr un programa de verdadera calidad en el sentido más amplio de la palabra.

Como experiencia personal es muy importante para mi futuro desempeño profesional conocer el debido manejo del personal, sus tareas en obra, forma de trabajar, el rendimiento, el vocabulario que manejan para describir diferentes procesos constructivos así como elementos de construcción y algo fundamental como el pago de los servicios y las prestaciones.

Es importante que el ingeniero tome consciencia de la responsabilidad que implica formarse en este campo ya que nuestro trabajo se desarrolla para uso de seres humanos, condición que debe primar en nuestra ética profesional, así la ingeniería se constituye en parte fundamental del desarrollo de nuestra sociedad.

## BIBLIOGRAFIA

[1] ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98)

[2] OFICINA ASESORA JURIDICA, Terminación y Liquidación del contrato. Popayán (Colombia): Alcaldía de Popayán. 2004.

[3] OFICINA ASESORA JURIDICA, Manual de Interventoría circular 8715 de abril 20 de 2004. Popayán (Colombia): Alcaldía de Popayán.

[3] RIVERA LÓPEZ GERARDO ANTONIO, Concreto Simple. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca. 2006.

[4] SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, Especificaciones Técnicas para las Obras en Centros Educativos del Municipio de Popayán. Popayán (Colombia): Alcaldía de Popayán.

## GLOSARIO

**APIQUES:** perforación que se hace en el suelo con fines exploratorios para conocer las características del subsuelo.

**BICHIROQUE:** instrumento formado por una sección o pedazo de varilla de 1/4" o 3/8". Consta de una llave o empuñadura y termina en una pata en L puntiaguda. Se utiliza para amarrar alambres cortos en las estructuras de hierros.

**CASETONES:** Elemento que se coloca para aligerar o mermar el peso muerto de la losa.

**CASTILLOS:** Acero que va embebido en las vigas y en las columnas.

**CONCRETO CICLÓPEO:** El concreto ciclópeo es una mezcla de piedras llamado rajón o bola de tamaño entre 20 y 25 cm y concreto simple, en proporción 40% piedra y 60% concreto.

**CONCRETO POBRE:** concreto de bajas especificaciones técnicas, de baja resistencia y no puede ser utilizado estructuralmente.

**COTA DE FUNDACIÓN:** plano de referencia a partir del cual se comienza a construir la cimentación.

**CULATA:** muro que en la parte superior forma la pendiente o caída del agua.

**CURADO:** proceso mediante el cual el concreto fresco es rociado con agua para protegerlo contra las altas temperaturas que puedan causar un secado prematuro y la formación de agrietamientos superficiales.

**DESENCOFRAR:** quitar formaleta después de que el concreto ha fraguado.

**ESTRUCTURA APORTICADA:** sistema estructural conformado por vigas y columnas las cuales se encargan de tomar las fuerzas horizontales y verticales que se presenten en la estructura.

**FIGURACIÓN:** Moldeo del acero para su uso.

**FORMALETAS:** armazón de madera que sirve de molde al concreto hasta que endurezca.

**FRAGUADO:** endurecido del concreto.

**HORMIGUEROS:** huecos que quedan en el concreto endurecido por aire atrapado.

**LOSA DE ENTREPISO ALIGERADA:** Elemento rígido que separa un piso de otro, construido monolíticamente, utilizan un aligerante para rebajar su peso e incrementar el espesor.

**LOSA UNIDIRECCIONAL:** son aquellas que la carga se transmite en una dirección hacia los muros portantes.

**MAMPOSTERÍA CONFINADA:** perimetralmente lleva un anillo de concreto reforzado con viguetas y columnetas, el objetivo es no permitir que salgan los elementos de la mampostería.

**PALUSTRE:** herramienta formada por una hoja con alma de acero que va hasta la empuñadura o mango de madera. Tiene diferentes formas y tamaños y sirve para extender y lanzar mortero.

**PARRILLAS:** Acero que va embebido en las zapatas.

**PISO PRIMARIO:** capa de protección y de soporte para colocar el piso en baldosa u otro material.

**PISON:** herramienta que consta de una cabeza pesada de forma cilíndrica o rectangular sostenida por un cabo largo. Sirve para emparejar o nivelar suelos y compactarlos por medio de percusión o golpes.

**RIOSTRAS:** diagonales que se colocan en un encofrado para hacerlo rígido.

**SEGREGACIÓN:** separación de los materiales del concreto por movimientos bruscos.

**SOLADO:** primera capa de concreto pobre (14 Mpa) que se coloca en una zanja para luego fundir el cemento de 5 a 10 cm. de espesor.

**TRASLAPE:** unir dos elementos remontando una parte del elemento sobre la otra.

**VIBRADO:** proceso que garantiza una mayor uniformidad en la distribución del concreto en las estructuras, permite sacar el aire que se introduce en el concreto al momento del vaciado.

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Costo de obra Mercedes Pardo .....	14
<b>Tabla 2</b> Costo de obra Jhon F. Kennedy .....	18
<b>Tabla 3</b> Costo de obra San Isidro .....	21
<b>Tabla 4</b> Costo de obra El Cabuyo .....	23
<b>Tabla 5</b> Costo de obra Los Llanos .....	25
<b>Tabla 6</b> Pesos teóricos unitarios del acero para fines de cálculo .....	33
<b>Tabla 7</b> Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción y sistemas de colocación y compactación.....	43
<b>Tabla 8</b> Resultados del ensayo resistencia a la compresión para cimentaciones .....	47
<b>Tabla 9</b> Resultados resistencia en Mpa para cimentaciones .....	47
<b>Tabla 10</b> Resultados del ensayo resistencia a la compresión para Columnas.....	57
<b>Tabla 11</b> Resultados resistencia en Mpa para columnas.....	57
<b>Tabla 12</b> Resultados del ensayo resistencia a la compresión para losa	

Aligerada.....	65
<b>Tabla 13</b> Resultados resistencia en Mpa para losa aligerada.....	66
<b>Tabla 14</b> Asentamientos recomendados para diversos tipos de Construcción y Sistemas de colocación y compactación.....	68

## LISTA DE FIGURAS Y FOTOS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Geometría lote existente Colegio Mercedes Pardo .....	13
<b>Figura 2</b> Detalle de zapata tipo Z2 y Z4 Colegio Tomas Cipriano de Mosquera...29	29
<b>Figura 3</b> Plano estructural inicial Colegio Tomas Cipriano de Mosquera .....	30
<b>Figura 4</b> Plano estructural modificado Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	30
<b>Figura 5</b> Detalle Zapata tipo Z1 Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	31
<b>Figura 6</b> Detalle Zapata tipo Z3 Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	32
<b>Figura 7</b> Detalle despiece de vigas nivel 1 Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	36
<b>Figura 8</b> Detalle despiece de columnas Colegio Tomas Cipriano de Mosquera...37	37
<b>Foto 1</b> Lote espacio disponible Colegio Mercedes Pardo .....	13
<b>Foto 2</b> Lote espacio disponible Colegio Mercedes Pardo.....	13
<b>Foto 3</b> Pisos Colegio John F. Kennedy.....	16
<b>Foto 4</b> Orinales Colegio John F. Kennedy.....	17
<b>Foto 5</b> Muros Colegio John F. Kennedy.....	17
<b>Foto 6</b> Baños Escuela San Isidro.....	20

<b>Foto 7</b> Cocina Escuela San Isidro.....	20
<b>Foto 8</b> Fisura del muro Escuela el Cabuyo.....	22
<b>Foto 9</b> Entrada escuela Escuela los Llanos.....	24
<b>Foto 10</b> Sala de lectura Escuela los Llanos.....	24
<b>Foto 11</b> Apique en el cual se puede observar el suelo arcilloso y la cimentación de la estructura existente Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	28
<b>Foto 12</b> Concreto ciclópeo sobre el que están las vigas de cimentación Vaciado del concreto Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	28
<b>Foto 13</b> Demolición piso primario Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	32
<b>Foto 14</b> Parrilla de zapata Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	35
<b>Foto 15</b> Parrilla y castillo armados Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	39
<b>Foto 16</b> Columnas amarradas Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	39
<b>Foto 17</b> Columnas con madera Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	39
<b>Foto 18</b> Agregado fino Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	40
<b>Foto 19</b> Agregado grueso Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	41
<b>Foto 20</b> Almacenamiento del cemento Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	42
<b>Foto 21</b> Mezcladora de concreto Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	44
<b>Foto 22</b> Vaciado del concreto Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	45
<b>Foto 23</b> Vibrado Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	46
<b>Foto 24</b> Zapata fundida Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	46

<b>Foto 25</b> Colocación de la formaleta Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	50
<b>Foto 26</b> Vaciado del concreto Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	50
<b>Foto 27</b> Vibrado del concreto Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	51
<b>Foto 28</b> Nivel de la viga Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	51
<b>Foto 29</b> Viga fundida Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	52
<b>Foto 30</b> Compactación manual del relleno Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	53
<b>Foto 31</b> Columna fundida Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	54
<b>Foto 32</b> Columna fundida Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	54
<b>Foto 33</b> Agregado expuesto Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	55
<b>Foto 34</b> Recuperación de la cubierta Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	59
<b>Foto 35</b> Casetones en esterilla de guadua Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	60
<b>Foto 36</b> Malla con vena Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	60
<b>Foto 37</b> Encofrado Metálico Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	62
<b>Foto 38</b> Colocación del refuerzo y casetones Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	63
<b>Foto 39</b> Instalación de ductos eléctricos Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	63
<b>Foto 40</b> Colocación del concreto Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	64
<b>Foto 41</b> Vibrado del concreto Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	64

<b>Foto 42</b>	Muestras de concreto Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	65
<b>Foto 43</b>	Prueba de asentamiento Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	67
<b>Foto 44</b>	Losa Fundida Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	69
<b>Foto 45</b>	Desencofrado de la losa Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	70
<b>Foto 46</b>	Errores Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	70
<b>Foto 47</b>	Viga del eje B Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	71
<b>Foto 48</b>	Sin repello Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	73
<b>Foto 49</b>	Sin energía Eléctrica Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	73
<b>Foto 50</b>	Humedad Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	73
<b>Foto 51</b>	Agua Estancada Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	73
<b>Foto 52</b>	Andenes Destruídos Colegio Tomas Cipriano de Mosquera.....	73

## **ANEXOS**

- Acta de Iniciación del contrato de obra No. 191 de 2007
- Acta de Obra ejecutada No. 01, 02 y final
- Acta de Aprobación de precios no previstos
- Acta de Liquidación final del contrato de obra pública No. 191 de 2007