

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO PUNTO CENTRO EN EL  
MUNICIPIO DE SAN JUAN DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**



**FRANKLIN MANUEL CEBALLOS  
CÓDIGO: 04042045**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
POPAYÁN-CAUCA  
2010**

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO PUNTO CENTRO EN EL  
MUNICIPIO DE SAN JUAN DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**FRANKLIN MANUEL CEBALLOS**

**PROYECTO DE GRADO (PASANTÍA) PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR  
EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**Arquitecto: GUSTAVO ÁNGEL VERA**  
**Director de pasantía**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN**  
**POPAYÁN-CAUCA**  
**2010**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

ING. HUGO EDUARDO MUÑOZ MUÑOZ  
Jurado

---

ARQ. GUSTAVO ÁNGEL VERA  
Director de Pasantía

Popayán, 12 Agosto de 2010

*A mi madre por el respeto a mis decisiones, su amor inconmensurable y su valentía, a mi tía por su gran corazón desinteresado y su profundo cariño de madre.*

## CONTENIDO

PÁG.

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>1. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.3 COMPROMISOS Y PLAN DE TRABAJO A DESARROLLAR.....	12
<b>2. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....</b>	<b>14</b>
2.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO .....	14
2.2 DISEÑO ARQUITECTÓNICO .....	14
2.3 ESTUDIO DE SUELOS.....	17
2.4 DISEÑO ESTRUCTURAL .....	18
2.5 MANO DE OBRA .....	19
<b>3. SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>20</b>
3.1 COLUMNAS.....	20

3.1.1	Concreto.....	20
3.1.2	Acero de refuerzo.....	24
3.1.3	Encofrado.....	30
3.1.4	Vaciado concreto.....	31
3.1.5	Vibrado concreto.....	32
3.1.6	Desencofrado.....	34
3.1.7	Curado.....	34
3.1.8	Inconformidades.....	35
3.2	VIGAS AÉREAS.....	36
3.2.1	Formaleta metálica.....	36
3.2.2	Refuerzo.....	37
3.2.3	Formaleta lateral.....	39
3.2.4	Vigas metálicas.....	40
3.2.5	Vaciado del concreto.....	43
3.2.6	Vibrado del concreto.....	45
3.2.7	Desencofrado.....	45
3.3	METALDECK O STEEL DECK: .....	46
3.3.1	Diseño estructural.....	46
3.3.2	Instalación lámina metaldeck.....	48
3.3.3	Instalación malla electro soldada .....	50
3.3.4	Instalación ductería.....	51
3.3.5	Vaciado del concreto.....	52
3.3.6	Inconformidades.....	52
3.3.7	Observaciones.....	53
3.4	MAMPOSTERÍA .....	55

3.4.1	Ladrillo .....	55
3.4.2	Inconformidades .....	58
3.5	REPellos.....	59
3.6	ESTUCO.....	61
3.7	ESCALERAS.....	63
3.8	CAJAS DE INSPECCIÓN. ....	65
3.9	CINTAS DE AMARRE.....	65
<b>4.</b>	<b>COMPARACIÓN DE COSTOS PRESUPUESTADOS VS COSTOS REALES (EJECUTADOS).....</b>	<b>67</b>
4.1	ANÁLISIS BÁSICOS DE PRECIOS.....	70
4.2	ANÁLISIS DE COSTOS VIGAS ENTREPISO .....	73
4.3	ANÁLISIS DE COSTOS VIGAS METÁLICAS EN CAJÓN .....	74
4.4	ANÁLISIS DE COSTOS PLACA ENTREPISO.....	75
4.5	ANÁLISIS DE COSTOS COLUMNAS PISO 4.....	77
4.6	ANÁLISIS DE COSTOS VIGAS DE CIMENTACIÓN .....	78
4.7	ANÁLISIS DE COSTOS ZAPATAS CUADRADAS.....	79
4.8	ANÁLISIS DE COSTOS GRADA .....	80
4.9	ANÁLISIS DE COSTO DE REFUERZO .....	81
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>82</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>84</b>
	<b>ANEXO A .....</b>	<b>85</b>

**ANEXO B ..... 86**

**ANEXO C ..... 94**



## LISTA DE ILUSTRACIONES

Pág.

<i>Ilustración 1 Imagen tridimensional del Edificio Punto Centro</i>	14
<i>Ilustración 2. Muestra de Porcelanato</i>	16
<i>Ilustración 3. Perfil estratigráfico</i>	17
<i>Ilustración 4. Mezclado del concreto (elementos de dosificación)</i>	21
<i>Ilustración 5. Cemento diamante</i>	22
<i>Ilustración 6. Arena blanca y arena Gris</i>	23
<i>Ilustración 7. Acero figurado</i>	24
<i>Ilustración 8. Etiqueta acero figurado</i>	26
<i>Ilustración 9. Disposición del Acero</i>	26
<i>Ilustración 10. Instalación varillas de 9 m.</i>	27
<i>Ilustración 11. Disposición de ganchos y flejes</i>	28
<i>Ilustración 12. Apuntalamiento del encofrado columna</i>	30
<i>Ilustración 13. Detalle formaleta (recubrimiento)</i>	31
<i>Ilustración 14. Mordazas</i>	31
<i>Ilustración 15. Vaciado del concreto</i>	31
<i>Ilustración 16. Varilla inadecuadamente traslapada</i>	32
<i>Ilustración 17. Vibrado manual concreto</i>	33
<i>Ilustración 18. Punta del vibrador alojada en la columna</i>	33
<i>Ilustración 19. Desencofrado columna</i>	34
<i>Ilustración 20. Curado del concreto</i>	35
<i>Ilustración 21. Hormigueros base columna</i>	35
<i>Ilustración 22. Formaleta vigas aéreas</i>	37
<i>Ilustración 23. Fleje requerido</i>	37
<i>Ilustración 24. Fleje adquirido</i>	37
<i>Ilustración 25. Disposición refuerzo vigas aéreas</i>	38
<i>Ilustración 26. Disposición flejes en la intersección viga-columna</i>	39
<i>Ilustración 27. Instalación formaleta lateral</i>	40
<i>Ilustración 28. Uso de rocas como separadores</i>	40
<i>Ilustración 29. Perfiles metálicos</i>	41
<i>Ilustración 30. Instalación de vigas metálicas en cajón.</i>	43
<i>Ilustración 31. Vaciado del concreto</i>	43
<i>Ilustración 32. Junta a 45º</i>	44
<i>Ilustración 33. Instalación de conectores de cortante</i>	44
<i>Ilustración 34. Vibrado manual y mecánico del concreto</i>	45
<i>Ilustración 35. Vigas desencofradas</i>	45
<i>Ilustración 36. Corte lámina metaldeck</i>	48
<i>Ilustración 37. Instalación adecuada lámina metaldeck</i>	49
<i>Ilustración 38. Instalación Lámina Metaldeck</i>	50
<i>Ilustración 39. Sujeción Metaldeck</i>	50
<i>Ilustración 40. Separadores malla electro-soldada</i>	51
<i>Ilustración 41. Perforaciones en la lámina para tubería sanitaria</i>	51
<i>Ilustración 42. Instalación ductería eléctrica</i>	52
<i>Ilustración 43. Vaciado del concreto</i>	52

<i>Ilustración 44. Fisuras en placa de entrepiso</i>	53
<i>Ilustración 45. Apertura de orificio para construcción de nueva grada</i>	53
<i>Ilustración 46. Tipo de ladrillos</i>	55
<i>Ilustración 47. Desperdicio ladrillos</i>	55
<i>Ilustración 48. Construcción de muros</i>	56
<i>Ilustración 49. Fisuras Ladrillo</i>	56
<i>Ilustración 50. Mezcla de mortero</i>	56
<i>Ilustración 51. Anclaje de muros.</i>	57
<i>Ilustración 52. Plomado de muros</i>	57
<i>Ilustración 53. Dilataciones sobre repello</i>	57
<i>Ilustración 54. Disposición de muros.</i>	58
<i>Ilustración 55. Demolición apartamento 311</i>	59
<i>Ilustración 56. Humedecimiento ladrillo y uso de malla de vena</i>	60
<i>Ilustración 57. Picado de columnas para garantizar mayor adherencia repello</i>	60
<i>Ilustración 58. Uso de "estuka dos" sobre columnas</i>	61
<i>Ilustración 59. Fisuración de estuco</i>	63
<i>Ilustración 60. Formaleta y distribución acero grada</i>	64
<i>Ilustración 61. Anclaje de acero grada a viga</i>	64
<i>Ilustración 62. Cajas de inspección</i>	65
<i>Ilustración 63. Cintas de amarre</i>	66
<i>Ilustración 64. Curva Esfuerzo Deformación Típica Del Acero</i>	88
<i>Ilustración 65. Geometría lámina de metaldeck 2"</i>	89
<i>Ilustración 66. Geometría lámina de metaldeck 3"</i>	90
<i>Ilustración 67. Nomenclatura básica pasa sección de losa con lámina colaborante</i>	92
<i>Ilustración 68. Detalle traslazo lámina metaldeck</i>	93

## INTRODUCCIÓN

Para optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca, el Consejo Superior Universitario con el Acuerdo N° 051 de 2001 y el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil con la resolución N° 281 del 10 de junio de 2005, otorgan la posibilidad al estudiante de participar con una entidad constructora en un proyecto claramente definido, para la realización de una práctica profesional como pasante, con el objeto de que haya una confrontación de los conocimientos teóricos adquiridos en la academia, así como el de realizar aportes a dicho proyecto haciendo uso de sus criterios y adquirir a su vez experiencia en construcción y administración de obra.

La empresa ECODICON LTDA. en el proyecto de apartamentos multifamiliar y comercial llamado EDIFICIO PUNTO CENTRO ubicado en la ciudad de San Juan de Pasto, departamento de Nariño, brinda una gran oportunidad para que el estudiante en calidad de pasante y bajo la supervisión de profesionales idóneos incurriere y conozca la tecnología, la administración, técnicas y manejo de los materiales en este tipo de proyectos de construcción; familiarizándose con las situaciones propias, en las cuales un ingeniero civil se ve enfrentado en su labor diaria, permitiendo que el estudiante una vez terminado su trabajo como pasante obtenga una visión más amplia y sólida sobre la aplicación de la ingeniería civil necesaria para su futuro desempeño profesional.

# **1. OBJETIVOS**

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar labores de auxiliar de ingeniería en la construcción del proyecto EDIFICIO PUNTO CENTRO, ubicado en la ciudad de Pasto, departamento de Nariño.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar la supervisión técnica de los procesos de construcción del EDIFICIO PUNTO CENTRO en la etapa de estructura y obra gris.
- Actualizar los costos reales de obra versus los programados.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, con especial énfasis en los impartidos por el departamento de construcción, familiarizándose con los procesos constructivos que se lleven a cabo.

## **1.3 COMPROMISOS Y PLAN DE TRABAJO A DESARROLLAR**

- Conocer los diseños y estudios previos realizados para el surgimiento del proyecto, con el fin de realizar un seguimiento adecuado y contemplar los ajustes necesarios en la cuantificación del material en el caso en que se presenten variaciones entre lo proyectado y lo construido.
- Inspeccionar los sitios de la obra.
- Verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y los requerimientos de la obra.

- Colaborar en la verificación de las mezclas de concreto hidráulico
- Determinar las cantidades de obra teóricas y las ejecutadas, para así realizar pedidos de materiales.
- Colaborar en realización de actas de pago de mano de obra.

## 2. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 2.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

El edificio PUNTO CENTRO de propiedad de la constructora ECODICON LTDA. se encuentra ubicado en el sector centro de la ciudad de Pasto en la carrera 29 N° 19 esquina.

De acuerdo con la nueva reglamentación del Plan de Ordenamiento Territorial ( P.O.T.) del municipio de Pasto, en el artículo 123 del decreto N° 0084 de Marzo 5 de 2003, establece que este sector se clasifica como suelo urbano de actividad residencial y comercial de alto impacto y hace parte de la comuna N°1 de acuerdo con el artículo 40.



Ilustración 1 Imagen tridimensional del Edificio Punto Centro

### 2.2 DISEÑO ARQUITECTÓNICO

El presente proyecto contempla la construcción de un edificio de siete pisos y sótano en un lote cuya área es de 786 m<sup>2</sup> diseñado por el Arquitecto Luis Alejandro Zúñiga. La distribución del edificio viene dada por la siguiente descripción: El sótano constituido por el parqueadero con capacidad para 26 vehículos y 16 bodegas de aprox. 1m<sup>2</sup>. El primer piso está conformado por 8 locales comerciales y 1 clínica odontológica, el segundo piso lo

conforman los mezanines de 7 locales comerciales, 2 oficinas y un salón comunal, el tercer y cuarto piso lo conforman 14 aparta estudios y 2 apartamentos por cada piso, el quinto piso lo conforman 5 aparta estudios y 4 apartamentos, el sexto piso está conformado por 2 apartamentos, 3 aparta estudios y un apartamento tipo dúplex, el séptimo piso está constituido por 2 apartamentos y 1 aparta estudio.

Tabla 1. Áreas construidas por sector

SECTOR	ÁREA M2	SECTOR	ÁREA M2
<b>Parqueadero</b>	736	Aparta-estudio 403	20.72
		Aparta-estudio 404	21.05
<b>Piso uno</b>		Aparta-estudio 405	22.29
Local 101	54.37	Aparta-estudio 406	23.88
Local 102	55.78	Aparta-estudio 407	22.57
Local 103	100.98	Aparta-estudio 408	22.26
Local 104	68.55	Aparta-estudio 409	28.56
Local 105	155.40	Aparta-estudio 410	27.31
Local 106	117.57	Apartamento 411	59.72
Local 107	22.56	Apartamento 412	81.3
Local 108	192.77	Aparta-estudio 413	40.28
Local Clínica	67.58	Aparta-estudio 414	23.91
Zonas Comunes	70.76	Aparta-estudio 415	25.41
<b>Piso dos</b>		Aparta-estudio 416	26.56
Salón Comunal	36.39	Zonas Comunes	72.75
Oficina 206	33.32	<b>Piso Cinco</b>	
Oficina 207	34.35	Aparta-Estudio 505	28.74
Zonas Comunes	34.03	Aparta-Estudio 506	25.00
<b>Piso tres</b>		Apartamento 509	39.80
Aparta-estudio 301	29.63	Aparta-Estudio 510	23.91
Aparta-estudio 302	25.57	Apartamento 504	96.55
Aparta-estudio 303	20.72	Apartamento 502	98.68
Aparta-estudio 304	21.05	Apartamento 501	63.34
Aparta-estudio 305	22.29	Apartamento 508	59.76
Aparta-estudio 306	23.88	Apartamento 507	78.32
Aparta-estudio 307	22.57	Zonas Comunes	46.62
Aparta-estudio 308	22.26	<b>Piso Seis</b>	
Aparta-estudio 309	28.56	Aparta-Dúplex 601	123.82

Continuación tabla 1.

SECTOR	ÁREA M2	SECTOR	ÁREA M2
Aparta-estudio 310	27.31	Apartamento 602	97.88
Apartamento 312	81.30	Aparta-estudio 604	62.08
Aparta-estudio 313	40.28	Aparta-estudio 607	66.98
Aparta-estudio 314	23.91	Aparta-estudio 608	42.32
Aparta-estudio 315	25.41	Zonas Comunes	38.63
Aparta-estudio 316	26.56	<b>Piso Siete</b>	
Zonas Comunes	72.75	Apartamento 701	105.67
<b>Piso Cuatro</b>		Aparta-estudio 702	43.57
Aparta-estudio 401	29.63	Apartamento 703	138.64
Aparta-estudio 402	25.57	Zonas Comunes	43.68
<b>Suma</b>	<b>2409.04</b>	<b>Suma</b>	<b>1903.66</b>

La fachada del edificio será enchapada en su mayor parte, dando la apariencia de ladrillo a la vista; contempla grandes ventanas, que brindan gran luminosidad al interior de la edificación; las puertas de acceso al edificio y las ventanas serán elaboradas en aluminio; además la fachada contempla descolgados que serán realizados en fibrocemento por su facilidad de instalación, su resistencia al ambiente y por su bajo peso.

El proyecto a partir de la losa seis sufre un retroceso eliminando las columnas del eje H y el eje 8, dejando una terraza para los apartamentos de este piso. El acabado de los pisos se realizará en porcelanato de diferentes tonalidades y piso flotante en madera de acuerdo con los planteamientos arquitectónicos y los requerimientos de los usuarios.



Ilustración 2. Muestra de Porcelanato



Se proyectó realizar el cielo falso con el sistema Drywall, por su versatilidad y rapidez en la instalación, además de la experiencia positiva que la constructora ha tenido en otras edificaciones.

El edificio contará con un ascensor con capacidad para ocho (8) personas, y además contará con un sistema propio de abastecimiento de agua.

### 2.3 ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos fue realizado por la empresa INGENIERÍA DE SUELOS Y CIMENTACIONES LTDA. Se realizaron tres apiques con una profundidad máxima de 4.0 m y seis (6) sondeos cuya profundidad máxima fue de 1.30 m, de las exploraciones realizadas se tomaron muestras a medida que la estratigrafía cambiaba, para realizarles las pruebas de laboratorio como: límites, granulometrías, gravedad específica, compresión inconfiada y corte directo.

Teniendo en cuenta los sondeos, ensayos de laboratorio y de campo; la estratigrafía se presentó con homogeneidad en todo el sector de estudio, constituida esencialmente por bolos de diámetro hasta de 1.20 m. en matriz areno limosa color tabaco. La estratigrafía se resume en la siguiente ilustración.

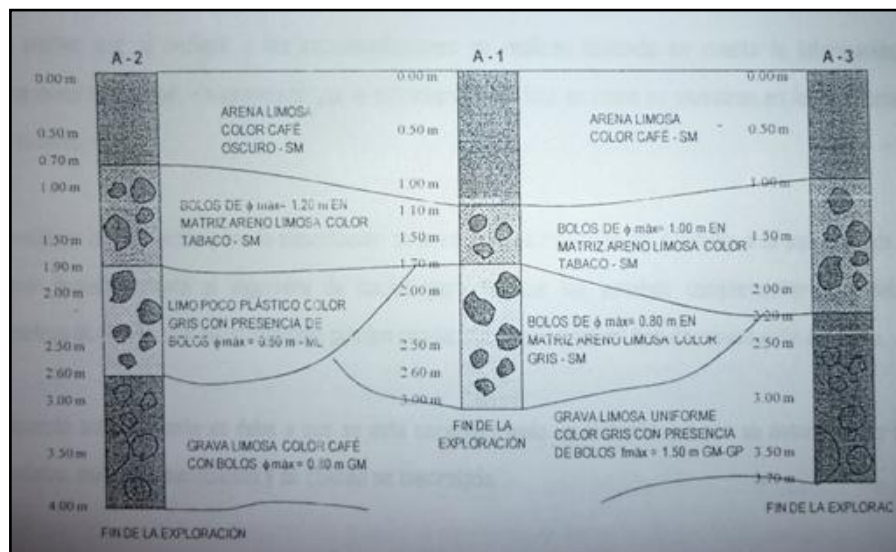


Ilustración 3. Perfil estratigráfico

En el momento de realizar el trabajo de campo el nivel freático no se presentó en ninguna de las exploraciones.

La empresa que realizó el estudio de suelos recomendó como la cimentación más adecuada zapatas cuadradas o rectangulares, debidamente amarradas con vigas en ambos sentidos y continuas o alargadas para los muros o varias columnas; de acuerdo con la norma colombianas de diseño y construcción sismo resistente N.S.R. 98 el perfil estratigráfico lo clasificó como un S3.

El estudio de suelos da las recomendaciones necesarias para la construcción de los muros de contención, ya que prevén un relajamiento de esfuerzos en las paredes de la excavación que pueden comprometer la estabilidad de las edificaciones vecinas.

## **2.4 DISEÑO ESTRUCTURAL**

El diseño estructural estuvo a cargo del ingeniero: Álvaro Javier Guzmán A. quien propuso inicialmente una cimentación en caissons; pero debido a la estabilidad del terreno al momento de realizar las excavaciones para este tipo de cimentación, el ingeniero encargado de la obra observó que comprometía la seguridad y la integridad física del personal debido a los continuos deslizamientos del terreno dentro de la zona de excavación, además de consideraciones de tipo económico y consecución de los materiales adecuados; como los flejes de tipo espiral ya que en la ciudad de Pasto este tipo de refuerzo transversal no es comercialmente disponible; la constructora con el visto bueno del ingeniero estructural optó por realizar el planteamiento sugerido en el estudio de suelos, construir zapatas aisladas cuadradas y rectangulares amarradas con vigas en ambos sentidos.

El sistema estructural del edificio está conformado por pórticos en concreto reforzado y muros de contención en el área del sótano.

Las placas de entre piso se construyeron con un espesor de 12 cm, sobre una lámina metálica o lámina colaborante (Steel deck), la cual hace las veces de acero de refuerzo positivo durante la etapa de servicio y durante el proceso constructivo sirve como formaleta o encofrado de la placa. La lámina tiene como soportes las vigas que constituyen los pórticos en concreto reforzado y perfiles tipo C, sección en cajón.

La cubierta se conformó con estructura metálica, correas con perfiles C y tejas de fibrocemento.

## **2.5 MANO DE OBRA**

La construcción del edificio se realizó en varios frentes de trabajo que actuaron de la siguiente manera: Dos maestros cada uno con aproximadamente veinticinco (25) trabajadores diarios; los cuales se dedicaron a la construcción de la estructura, mampostería, repellos y terminado final de los pisos; otro frente de trabajo se dedicó a la aplicación del estuco, actividad que se debió realizar posteriormente a la culminación de la estructura; otro frente de trabajo a la instalación de la estructura del cielo falso; otro frente de trabajo lo conformaron las personas que la empresa contrató directamente para realizar las labores de instalación de la tubería hidro-sanitaria y la instalación de la red eléctrica del edificio.

### 3. SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN.

La supervisión técnica se desarrolló a partir de la losa del cuarto piso, ya que coincidió con el momento de iniciación de la pasantía, en la cual el pasante verificó de manera continua que lo ejecutado en obra estuviese en concordancia con lo estipulado en los planos y diseños, informando oportunamente al encargado de la obra de las anomalías que se presentasen, para ello se realizó un estudio mesurado de todos los planos y diseños.

#### 3.1 COLUMNAS

Son elementos generalmente verticales, que reciben las cargas de las losas y de las vigas con el fin de transmitirlos hacia la cimentación, y permiten que una edificación tenga varios niveles. Desde el punto de vista sísmico, las columnas son elementos muy importantes, pues forman con las vigas los denominados pórticos, que constituyen el esqueleto sismo resistente junto con los muros, si estos existen. La sección transversal de la columna dependerá de la magnitud de la carga vertical que recibe y de la magnitud de los momentos flectores actuantes.<sup>1</sup>

Las columnas se construyeron de acuerdo con las especificaciones suministradas por el diseñador.

**3.1.1 Concreto.** El concreto fue elaborado en obra; dosificado en volumen en proporciones 1:2:3, que teóricamente y basados en la experiencia que la constructora ha tenido en obras anteriores (NSR 98 C.5.2.3), corresponde a un resistencia a la compresión simple de 210 kg/cm<sup>2</sup> ó 3000 psi, resistencia que el diseñador uso en el cálculo estructural del edificio.

Los elementos de medición de las cantidades a emplear fueron baldes con las equivalencias así: 4 baldes corresponden a un saco de 50 kg de cemento, 8 baldes de triturado y 12 baldes de agregado fino (arena gris). Se realizó control sobre la dosificación del agua tratando siempre de generar la menor relación agua cemento, sin afectar la

---

<sup>1</sup>ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO (n.d.).  
<http://publiespe.esp.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon9-a.htm>.

manejabilidad de la mezcla y la resistencia.



Ilustración 4. Mezclado del concreto (elementos de dosificación)

El mezclado del concreto se realizó de manera mecánica con mezcladora tipo basculante, el orden de adición de los materiales agua, triturado, arena y cemento; se realizó tratando de que no hubiera adherencia de materiales en la mezcladora.

En la obra durante el tiempo que duró la pasantía no se realizaron ensayos de cilindros de tal manera que no se pudo comprobar efectivamente la resistencia del concreto, se recomendó realizarlos porque de esta manera se podría corroborar que la dosificación que se estaba realizando fuese la correcta en términos de resistencia del concreto, esta situación es muy grave, pues se está violando el código (NSR-98) que es una ley.

El cálculo de la cantidad de materiales a usar por metro cúbico de concreto se realizó de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2. Cantidades de materias estimadas por metro cubico de concreto y resistencia probable

MEZCLA EN VOL.	CEMENTO		ARENA M3	GRAVA M3	AGUA LITROS		R. COMP. 28 DÍAS	
	KILOS	SACOS			AGR. HUM.	AGR. SECO	KG/CM2	LB/PULG2
1:2:3	350	7.00	0.555	0.835	160	180	220	3130

- **Cemento.** En el proceso constructivo de la obra Punto Centro, tanto para elementos estructurales como para los no estructurales se utilizó cemento gris marca Diamante, en sacos de 50 Kg, el cual es un cemento hidráulico portland tipo I, que

según sus fabricantes cumple con la NTC 121 y NTC 321, además de ser un producto certificado por ICONTEC.

El cemento se almacenó de tal manera que este no sufriera deterioro alguno, ni presentara ningún cambio en sus propiedades físico-químicas, para esto el cemento fue apilado sobre tableros de madera y estibaron de tal manera que estos quedasen juntos para reducir la circulación de aire.<sup>2</sup>



Ilustración 5. Cemento diamante

Al momento en que el cemento llegaba al depósito de la obra se inspeccionaban los sacos, se observaba que el cemento no presentara humedades y/o rompimiento en los sacos, otra inspección que se realizaba al momento de usar el cemento era que este no presentara grumos.

- **Agua.** El agua que se utilizó para realizar todas las labores propias de la construcción como: mezcla de concretos y morteros; además del curado del hormigón se hizo con agua potable que garantizara la calidad de la mezcla.
- **Agregados.** Gran parte de las características de las mezclas de concreto y mortero, tanto en estado plástico como endurecido, dependen de las características y

<sup>2</sup>RIVERA LÓPEZ, Gerardo A. Concreto Simple. Popayán: Universidad del Cauca Popayán, 1992.p.38

propiedades de los agregados, las cuales deben ser estudiadas para obtener morteros o concretos de buena calidad y económicos.<sup>3</sup>

La arena gris (ó negra) que se utilizó únicamente en la fabricación de concretos era una arena lavada extraída de cantera y la arena amarilla es una arena limpia la cual se utilizó en la fabricación de morteros.



Ilustración 6. Arena blanca y arena Gris

El triturado que se utilizó en la obra es un triturado seleccionado, lavado, el cual no presentaba partículas planas en gran cantidad, en general tras una inspección ocular es un agregado de buenas condiciones de calidad; pero para dar un concepto adecuado de su calidad es necesario realizar ensayos de laboratorio que permitan determinar las verdaderas características de los materiales



---

<sup>3</sup> RIVERA LÓPEZ, Op. Cit.,p.41



**3.1.2 Acero de refuerzo.** El acero de refuerzo que se utilizó para los elementos estructurales se adquirió corrugado y figurado previamente con  $F_y=420$  Mpa. Ferreterías G&J, la empresa que realizaba la figuración garantizó que el acero entregado cumple con las normas colombianas vigentes aplicables a estos elementos, mediante la presentación de certificados de calidad.



Ilustración7. Acero figurado

El acero que se utilizó posee las siguientes características y se usaron en su totalidad los traslapos y ganchos presentados en la siguiente tabla.

Tabla 3. Características y dimensiones nominales de las barras de acero

<b>VARILLA Nº</b>	<b>DIÁMETRO Pulg.</b>	<b>TRASLAPO (cm)</b>	<b>GANCHO 90º (cm)</b>	<b>PESO (kg/ml)</b>	<b>ÁREA cm<sup>2</sup></b>	<b>PERÍMETRO cm</b>
3	3/8"	40	15	0.56	0.71	3.00
4	1/2"	60	20	1.00	1.29	4.00
5	5/8"	70	25	1.56	2.00	5.00



Continuación tabla 3.

VARILLA Nº	DIÁMETRO Pulg.	TRASLAPO (cm)	GANCHO 90º (cm)	PESO (kg/ml)	ÁREA cm <sup>2</sup>	PERÍMETRO cm
7	7/8"	120	35	3.06	3.87	7.00
8	1"	140	40	4.00	5.10	8.00

Fuente: NSR-98 y cartilla de despiece Ferreterías G&J

El despiece del acero tanto longitudinal como transversal estaba dispuesto en los planos estructurales suministrados por el diseñador. Para realizar el pedido del hierro figurado se utilizaron cartillas de despiece, cuyo formato fue suministrado por la empresa que realizaba la figuración. Como pasante se colaboró en la realización de dichas cartillas; esta es una labor que toma un tiempo considerable y merece la mayor atención posible, ya que de esto depende que el refuerzo de los elementos estructurales quede conformado de acuerdo con lo establecido en los planos.

A continuación se muestra el formato de dicha cartilla:

CARTILLA DE DESPIECE	No.
----------------------	-----

Obra : PUNTO CENTRO  
Dirección: CALLE 19 -CRA. 29 Etapa de la Obra : FLEJE VIG. INT. LOSA CINCO  
Cliente : ING. DIEGO GUERRA Fecha de Recibo : Noviembre 08 DE 2009  
Teléfono : 7316500 Fecha de Entrega : \_\_\_\_\_  
ARQ. / ING Ing. Jorge Caicedo S. Cel. 3168784705

CÓDIGO OBRA	FILA	DIÁM. Oct. / pulg.	CANT UND	LONG CORTE	FIG. TIPO	A	B	C	D	TOTAL	
										Metros	Kilos
EV-4.1	1	3	26	0.78	16	0.09	0.22		0.08	20.28	11.36
EV-4.2	2	3	26	0.78	16	0.09	0.22		0.08	20.28	11.36
EV-4.3	3	3	48	0.94	16	0.17	0.22		0.08	45.12	25.27
EV-5.1	4	3	43	0.94	16	0.17	0.22		0.08	40.42	22.64
EV-5.2	5	3	25	0.94	16	0.17	0.22		0.08	23.50	13.16
EV-5.3	6	3	22	0.78	16	0.09	0.22		0.08	17.16	9.61
EV-5.4	7	3	14	0.78	16	0.09	0.22		0.08	10.92	6.12
EV-5.5	8	3	6	0.78	16	0.09	0.22		0.08	4.68	2.62
EV-5.7	9	3	6	0.78	16	0.09	0.22		0.08	4.68	2.62

El tipo de figuración va de acuerdo con el ANEXO A.

El acero longitudinal se recibió en la obra etiquetado de la siguiente manera:

<b>G &amp; J FERRETERÍAS S.A.</b>					
Tel : 7330511 San Juan de Pasto					
<b>OBRA:</b>	PUNTO CENTRO			<b>PED :</b>	1
<b>TIPO:</b>	1	<b>DIAM:</b>	8	<b>FILA:</b>	1
<b>CANT:</b>	6	<b>Kg.</b>	240.00	<b>LONG :</b>	10.00
<b>A</b>	0.40	<b>B</b>	9.60	<b>C</b>	0.00
		<b>D</b>	0.00		

Ilustración 8. Etiqueta acero figurado

- **Refuerzo longitudinal.** El acero de refuerzo longitudinal utilizado en las columnas comprendía varillas No. 6 y No.7, cuyos traslapos se realizaron a la mitad de la altura de la columna con una longitud traslapada de 0.85 m y 1.20 m respectivamente para cada barra. La cantidad de barras traslapadas en este sector central de la columna fue de la mitad del total de barras utilizadas en cada columna.



Ilustración 9. Disposición del Acero

La longitud de las barras que se instalaban a medida que la construcción avanzaba era variable dependiendo de la columna, la barra de mayor longitud que se instaló fue de 9.00 m en las columnas 4D, 4F, 5D Y 5F del piso quinto, con las cuales se tuvo problemas durante el izado ya que al ser una barra tan larga tendía a doblarse, por eso hubo la necesidad de colocar tensores y puntales para que las barras no se curvaran.



Ilustración 10. Instalación varillas de 9 m.

La razón por la cual se usaron barras de tan larga longitud fue para no tener que realizar otro traslape, logrando así reducción en el tiempo y por lo tanto reduce un poco los costos. La varilla de longitud típica fue de aprox. 6 m. la cual no presentaba mayores inconvenientes al momento de su instalación.

- **Refuerzo transversal.** Los estribos o flejes cumplen las siguientes funciones en las columnas:
  - Definir la geometría de la armadura longitudinal
  - Mantener en su sitio al acero longitudinal durante la construcción
  - Controlar el pandeo transversal de las varillas cuando están sometidas a compresión
  - Colaborar en la resistencia a las fuerzas cortantes<sup>4</sup>

Para este refuerzo se usó varilla de 3/8" (No.3) tanto para los flejes como para los ganchos, el amarre de estos elementos se realizó de acuerdo con el siguiente cuadro de columnas, del cual cada maestro poseía una copia con el fin de reducir los errores al momento de realizar dicho amarre.

---


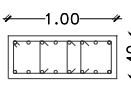

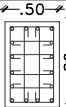



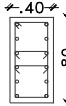

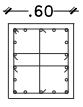
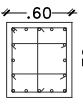
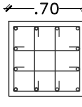








<sup>4</sup>ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO (n.d.).  
<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon09-a.htm>.



Ilustración 11. Disposición de ganchos y flejes

Se verificó que los estribos y ganchos estuviesen amarrados adecuadamente y que el refuerzo instalado realmente correspondiera a lo establecido en el plano estructural, el primer fleje de acuerdo con los planos estructurales se instaló a 5cm medidos a partir de la placa.

## CUADRO DE COLUMNAS ENTRE LOSA 3 Y LOSA 4

<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>
Columnas 1-C, 1-D, 1-E, 2-H		10 No. 6	Columna 5-B		16 No. 6
<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>
Columnas 3-B.		6 No. 6	Columnas 4-D, 4-F, 5-D, 5-F.		16 No. 7
<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>
Columna 2-B.			Columnas 5-H, 6-H, 7-H.		10 No. 6
<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>
Columnas 1-F, 1-G, 1-H.		10 No. 6	Columnas 4-H		12 No. 6
<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>
Columnas 2-D, 2-F.		12 No. 6	Columnas 6-D, 6-F, 7-D, 7-F		18 No. 6
<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>
Columna 8-D, 8-F.		16 No. 6	Columnas 8-B		12 No. 7
<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>
Columnas 1-A, 9-B, 9-D, 9-F.			Columnas 8-H		14 No. 6
<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>
Columna 2-G.		10 No. 6	Columnas 6-B, 7-B.		16 No. 7
<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>
Columna 3-C.		12 No. 6	Columnas 3-A, 4-A.		6 No. 6
<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>COLUMNA</b>		<b>CANTIDAD</b>
Columnas 4-G, 5-G, 6-G, 7-G.		12 No. 6	Columna 4-B.		10 No. 6
<b>NOTA! RECUBRIMIENTO DE 5 CM</b>					
<b>ELABORO</b> _____			<b>REVISADO</b> _____		

**3.1.3 Encofrado.** Los tableros del encofrado se realizaron de acuerdo con las dimensiones diseñadas en madera tajillo sajo cepillada y canteada unidos con cuartones cada 40 cm.

Una vez dispuesto el refuerzo adecuadamente se cimbraron los ejes, se localizó la columna y se dibujó sobre la losa la sección de esta, posteriormente se procedió a colocar el encofrado siempre teniendo el cuidado de garantizar el recubrimiento de 5 cm estipulado en el diseño estructural; debido a que dicho recubrimiento se dejaba a la subjetividad del personal encargado de realizar esta labor; se recomendó el uso y fabricación de separadores que garanticen efectivamente este recubrimiento.

La base del encofrado se aseguró con chapetas clavadas directamente sobre la losa, en el sentido longitudinal se aseguraron con varillas de 1/4" (mordazas) con el fin de que la formaleta no sufriera ningún tipo de deformación durante el vaciado del concreto; además se colocaron puntales conformados por gatos metálicos; conjuntamente con tensores fabricados de alambre con el fin de dar mayor soporte y garantizar que la columna estuviera siempre vertical.

Para garantizar la verticalidad del elemento se usaron ladrillos que pendían de un alambre, dicha verticalidad se chequeo en toda la longitud y las cuatro caras de la columna.



Ilustración 12. Apuntalamiento del encofrado columna



Ilustración 13. Detalle formaleta (recubrimiento)



Ilustración 14. Mordazas

**3.1.4 Vaciado concreto.** El concreto se usó en proporciones 1:2:3, la formaleta se pre humedecía con el fin de que el agua de hidratación del concreto no fuese absorbida por la madera de la formaleta.



Ilustración 15. Vaciado del concreto

El concreto era elevado con la ayuda de la pluma grúa, se transportaba por medio de carretillas hasta el sitio donde se encontraba la columna y con la ayuda de baldes era vaciado el concreto. Para ello el refuerzo longitudinal en la parte superior era separado con el fin de realizar más fácilmente el vaciado, un problema que se detectó fue que el refuerzo no era colocado nuevamente en su posición generando el problema indicado en



la imagen, donde al colocarse el refuerzo longitudinal de la columna del siguiente nivel con la separación adecuada no coincidía en el punto de traslape, esta inconformidad posteriormente se corrigió y las dos barras fueron atadas una contra otra garantizando de esta manera que el traslape funcione.



Ilustración 16. Varilla inadecuadamente traslapada

**3.1.5 Vibrado concreto.** El concreto se compactaba con vibrador de aguja de tipo eléctrico, hasta que sobre la superficie empezara a aparecer la pasta de cemento, y en ocasiones se varillaba (compactación manual) debido a la falta de disponibilidad del equipo, en lo que a la calidad del concreto concierne, tanto la vibración como la compactación manual con la mezcla justa y buena calidad de mano de obra pueden producir un excelente concreto; así mismo , ambos medios de compactación pueden producir concretos de baja calidad, en el caso del concreto apisonado a mano la causa más común es la compactación inadecuada, cuando se usa vibración es posible que no se aplique uniformemente a la masa completa de concreto, de modo que algunas de sus partes no queden compactadas del todo, mientras que otras se segregan debido a la sobre-vibración.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup>RIVERA LÓPEZ, Op. Cit.,p.100





Ilustración 17. Vibrado manual concreto

Algunos problemas que se detectaron durante el vibrado debido a la gran cantidad de refuerzo transversal era que la aguja tocaba el refuerzo, práctica no recomendada.

En una ocasión la punta del vibrador se salió de la manguera quedándose dentro de la columna, generando un corto retraso en el vaciado del concreto mientras se extraía el objeto; para lo cual hubo que perforar la formaleta.

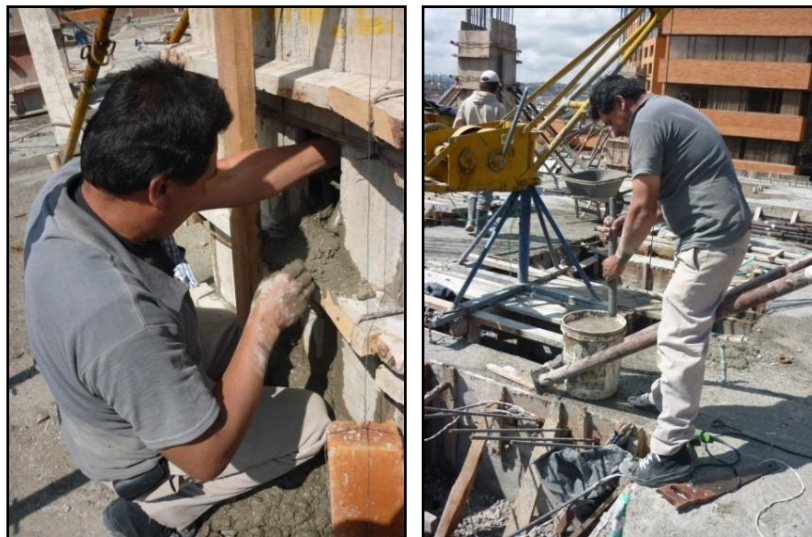


Ilustración 18. Punta del vibrador alojada en la columna

Cabe resaltar que también es obligación del encargado de la obra y/o almacenista revisar cuidadosamente el equipo que ingresa a la obra.

**3.1.6 Desencofrado.** Debido a la celeridad con la cual la obra transcurría, la formaleta se retiraba al día siguiente después de ser fundida la columna, con el fin de reutilizar la formaleta como encofrado de otra columna, para ello la columna era humedecida y se supervisaba que la formaleta se retirara con la mayor seguridad sobre todo en las columnas perimetrales.



Ilustración 19. Desencofrado columna

**3.1.7 Curado.** El curado se define como el proceso de mantener el un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto, durante la hidratación de los materiales cementantes, de manera que se desarrollen en el hormigón las propiedades deseadas.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup>RIVERA LÓPEZ, Op. Cit.,p.149



Ilustración 20. Curado del concreto

Inmediatamente luego de retirada la formaleta se procedía a realizar el curado con agua, el cual se realizaba durante 7 días de una manera intermitente durante cada día.

**3.1.8 Inconformidades.** En algunas columnas las cuales cabe resaltar que eran muy pocas se presentaron algunos hormigueros, los cuales no eran de gran profundidad, que se cubrían con mortero.

La columna que se muestra en la imagen es la que presentó el mayor problema de hormigueros.



Ilustración 21. Hormigueros base columna

## 3.2 VIGAS AÉREAS

Elemento estructural, horizontal o aproximadamente horizontal, cuya dimensión longitudinal es mayor que las otras dos y su sollicitación principal es el momento flector, acompañado o no de cargas axiales, fuerzas cortantes y torsiones.<sup>7</sup>

**3.2.1 Formaleta metálica.** Se usó formaleta metálica compuesta por gatos y cerchas y tableros de madera, la cual se nivelaba de acuerdo con los peraltes de las vigas y cumpliendo con la altura libre de piso que era de 2.44 m, los tableros eran nivelados adecuadamente y algunos amarrados con el fin de que en el momento de realizar el vaciado del concreto no sufrieron movimiento alguno. Los gatos metálicos eran arriostrados con la ayuda de las tijeras metálicas tanto en el sentido transversal como longitudinal.



---

<sup>7</sup>ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas colombianas de diseño y construcción Sismo Resistente NSR – 98,1998





Ilustración 22. Formaleta vigas aéreas

**3.2.2 Refuerzo.** El refuerzo figurado desde el lugar de depósito era izado hasta el lugar donde se armaría la viga; el refuerzo tanto transversal como longitudinal fue dispuesto de acuerdo con lo especificado en los planos estructurales; armándose primero las vigas principales luego las vigas internas, debido a la facilidad con que se armaban las últimas.

Algunas vigas que tenían una sección de 15x30 cm y les correspondía un fleje rectangular con dos lados de 22 cm, dos lados de 7 cm y ganchos de 8cm, para garantizar un recubrimiento de 4 cm, en la planta de figuración el lado más corto para poder flectarlos era de 9cm con el fin de que el fleje tuviera una forma rectangular de lo contrario estos flejes llegaban con una forma aproximadamente circular, por lo anterior el recubrimiento en estas vigas era de tan solo de 2 cm.

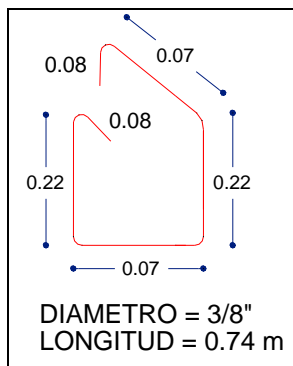


Ilustración 23. Fleje requerido

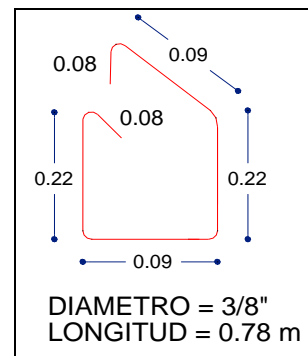


Ilustración 24. Fleje adquirido



Ilustración 25. Disposición refuerzo vigas aéreas

Algunos problemas que se tuvieron al amarrar el refuerzo longitudinal se debieron a que las personas encargadas de realizar esta labor instalaban el refuerzo positivo como negativo y viceversa, el control de la correcta disposición del refuerzo el pasante lo realizaba en lo posible justo en el momento de instalación del refuerzo y si se presentaba algún tipo de falla se procedía a modificar dicha disposición para que la colocación del acero estuviese en concordancia con los planos estructurales, otro error común era en la instalación de bastones ya que omitían colocarlos o los instalaban de la longitud incorrecta para solucionar esto se recomendó y se colaboró en la entrega del refuerzo antes de ser izado; además se verificó que los flejes estuviesen con la separación correcta; el primer fleje se colocó a 5 cm de la cara del nudo. En los pisos inferiores la responsabilidad de esta revisión recaía directamente sobre el encargado de la obra quien procedía a tomar las medidas que a su criterio consideraba las más adecuadas.

En el lugar donde se realizaba la intersección entre la viga y la columna se continuaban colocando tres flejes de columna con el fin de dar mayor rigidez al nudo.



Ilustración 26. Disposición flejes en la intersección viga-columna

**3.2.3 Formaleta lateral.** Luego de armada adecuadamente la viga se procedía a instalar la formaleta lateral que se realizaba con tablas canteadas unidas con bastidores de 4x4 cm. distanciados aproximadamente cada 40 cm., esta formaleta se perforó lateralmente en el lugar donde las vigas metálicas se iban a instalar. La formaleta lateral de las vigas perimetrales se realizaba con tableros de tal manera que sirvieran también como formaleta lateral de la placa.







Ilustración 27. Instalación formaleta lateral

Para garantizar el recubrimiento del refuerzo el cual era de 4 cm se usaron rocas de aprox. esta altura, esta práctica no es muy buena ya que las rocas no tienen exactamente esta altura o se pueden mover durante el vaciado, lo ideal es fabricar distanciadores con el fin de proporcionar la separación indicada en los planos estructurales; pero el constructor aducía la dificultad en fabricar estos elementos; además que significaría un nuevo ítem de pago al contratista.

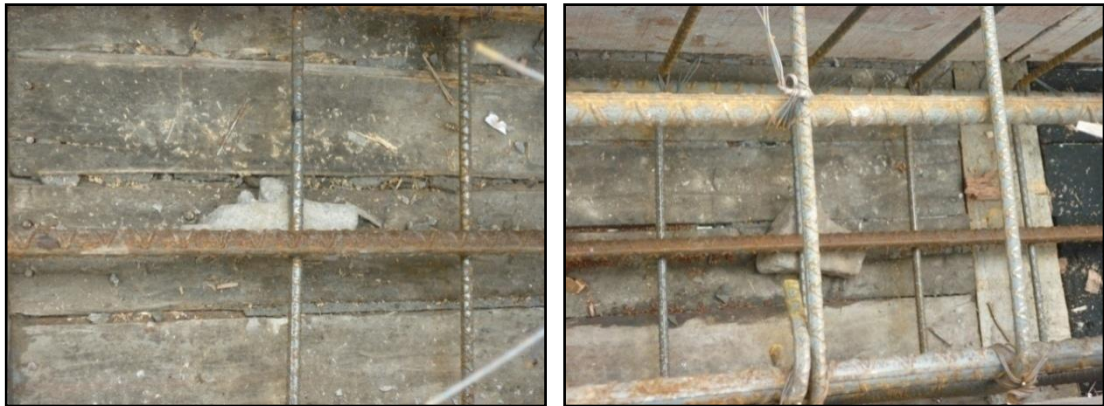


Ilustración 28. Uso de rocas como separadores

A pesar de la dificultad de esta situación se verificó en todas las vigas que al usar estos elementos (rocas) se garantizara un recubrimiento aproximado a los 4 cm.

**3.2.4 Vigas metálicas.** Las vigas metálicas en cajón usadas en la obra y de acuerdo con los requerimientos estructurales establecidos en el diseño; se armaron con dos perfiles metálicos en “C”, dichos perfiles usados en la obra fueron de 120x60x2.0

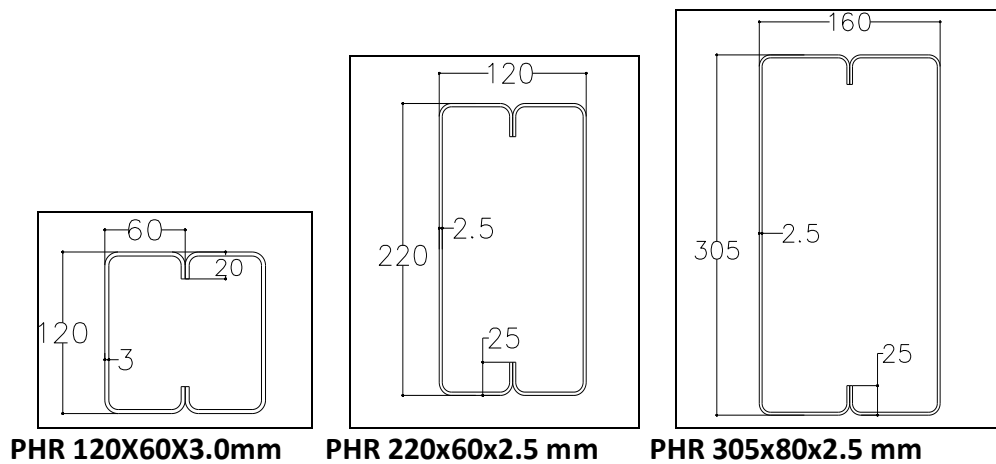


mm, 160x60x3.0 mm y 305x80x2.5 mm, a los cuales se les soldó en los extremos dos varillas No 5 (5/8") de 40cm. de longitud con el fin de asegurarlas en el momento de instalación; además internamente se les soldó dos láminas metálicas las cuales limitaban el ingreso del concreto al interior de la viga en cajón, finalmente se les aplicó pintura anticorrosiva color gris, para darles mayor protección contra la corrosión.



Ilustración 29. Perfiles metálicos

### Geometría de perfiles en cajón



Los perfiles metálicos se soldaron en el taller para armar las vigas metálicas en cajón y se transportaron hasta la obra donde se izaban con la ayuda de poleas, este trabajo era

difícil, tomaba un tiempo considerable y representaba riesgo para la integridad física del personal por la magnitud y peso de estos elementos.

Una vez ubicadas en el lugar de instalación se nivelaban y se procedía a soldar las dos varillas previamente adheridas a los perfiles metálicos al refuerzo longitudinal de la viga, y se les adicionaba otras dos varillas No 5 que unían dos vigas en cajón por medio de soldadura. Se verificó que las vigas estuvieran en la posición adecuada y correctamente niveladas, se procuró además que este tipo de vigas no fueran vigas de borde en los vacíos, pero por decisiones arquitectónicas de último momento se dispusieron en estos sitios ya que este sistema representa menor consumo de tiempo en la instalación, para esto se soldaron a otras como se muestra en la imagen, asegurándolas por medio de ángulos, que ayudan a mejorar el soporte de estos elementos; es claro que este tipo de decisiones se deben consultar con el diseñador estructural, quien tiene la potestad de decir si este tipo de medidas es la más indicada en cuanto a las secciones de los perfiles y el tipo de apoyo.





Ilustración 30. Instalación de vigas metálicas en cajón.

**3.2.5 Vaciado del concreto.** El concreto se usó en proporciones 1:2:3 medidas en volumen, se llevó el concreto hasta el lugar de vaciado con la ayuda de la pluma grúa, luego era depositado en carretillas y se transportaba hasta el sitio donde se realizaba el vaciado, procurando consumir el menor tiempo y sin que la mezcla se endureciera, allí se descargaba y se distribuía dentro del elemento.



Ilustración 31. Vaciado del concreto

Debido a la magnitud, este vaciado se realizó en dos jornadas de trabajo dejando una junta por recomendación del ingeniero estructural a 45° de inclinación y a una longitud aproximada de 1m de la cara de una viga principal, este corte de jornada se realizaba en



los lugares en los cuales se generaran el menor número de juntas, al día siguiente el lugar de la junta se humedeció con abundante agua, con el fin de que el agua de hidratación del concreto nuevo no fuese absorbida por el concreto del día anterior, todo esto se realizó con el aval del ingeniero estructural.



Ilustración 32. Junta a 45°

Durante este procedimiento en las vigas principales alfabéticas en las cuales la lámina metaldeck se apoyaba se instalaron los conectores de cortante de 20 cm, se supervisó que estos conectores estuvieran con la separación y verticalidad adecuada.



Ilustración 33. Instalación de conectores de cortante

### 3.2.6 Vibrado del concreto



Ilustración 34. Vibrado manual y mecánico del concreto

Este procedimiento se hizo por medio de varillado y con vibrador de concreto, se verificó que no se vibrara excesivamente la mezcla.

**3.2.7 Desencofrado.** La formaleta lateral se retiró al día siguiente de fundida las vigas, la formaleta metálica antes descrita se retiraba en un tiempo no inferior a los 20 días. Durante este proceso de desencofrado verificó que el personal tuviera usara los elementos de seguridad suministrados, además que la formaleta perimetral estuviera debidamente asegurada para que no se presentara ningún tipo de inconveniente y esta cayera a la calle.



Ilustración 35. Vigas desencofradas

### 3.3 METALDECK O STEEL DECK

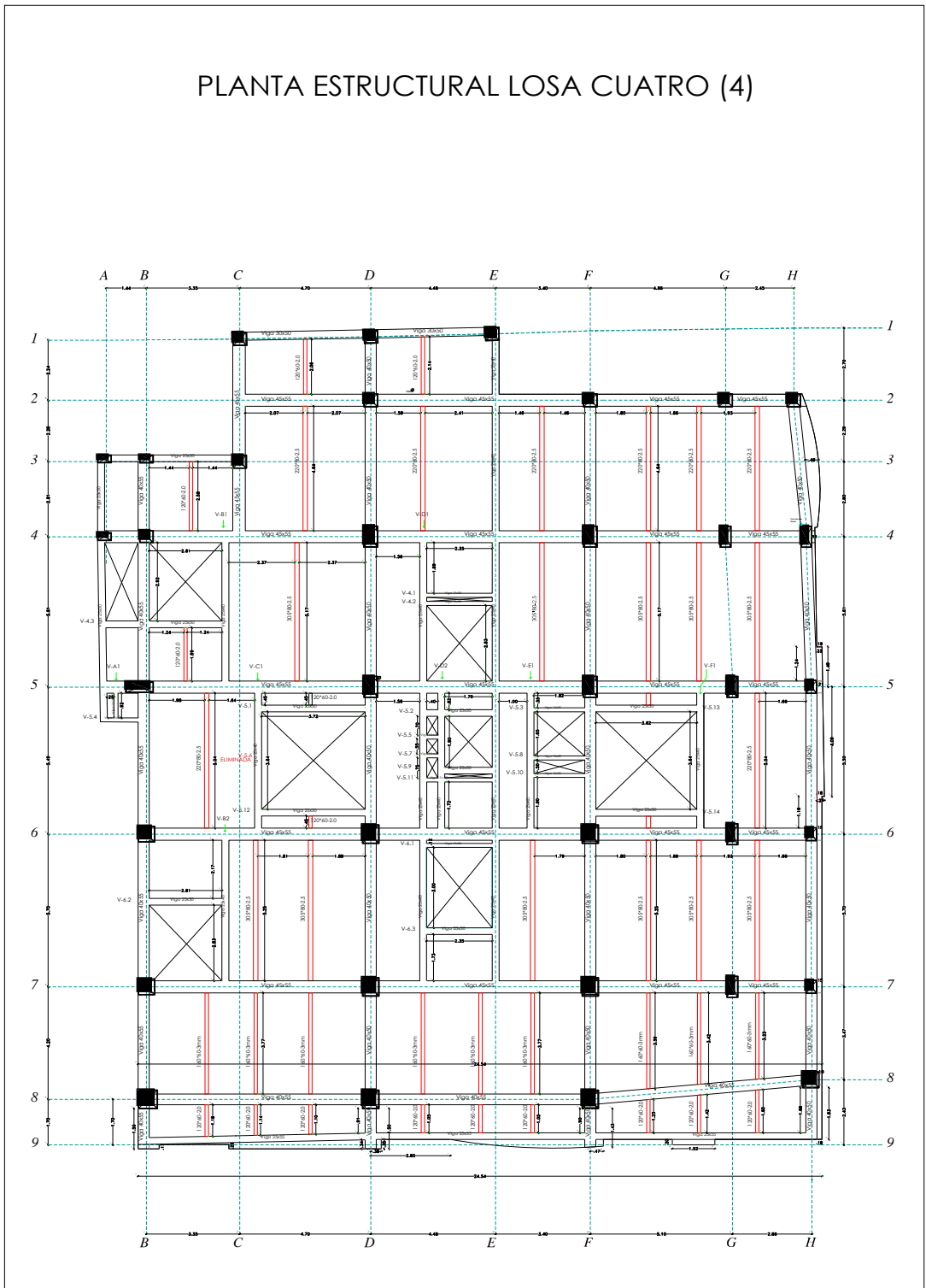
El sistema metaldeck es un sistema que ofrece una gran versatilidad en el momento de construir losas de entrepiso, a nivel mundial el sistema constructivo con placa colaborante se utiliza desde los años 50 y en Colombia este sistema es relativamente nuevo. En la ciudad de Pasto ha tenido gran acogida entre los constructores por la rapidez, la limpieza y el ahorro de formaleta con el cual el sistema se construye.

En el ANEXO B se describen algunas características del sistema porque se tuvo la necesidad de realizar una investigación para familiarizarse con este sistema debido a la falta de conocimiento acerca del tema.

**3.3.1 Diseño estructural.** De acuerdo con el diseño estructural la lámina que se usó fue de 2" calibre 22, el espesor terminado de la losa fue de 12 cm.

Los sistemas conocidos para la instalación de la metaldeck son: sobre estructura en acero, sobre estructura en concreto y la que se utilizó en la obra que fue una estructura mixta que combina la estructura en acero como en concreto, se utilizó esta última empleando las vigas principales en concreto reforzado y perfiles metálicos en "C" como viguetas para evitar la flexión de la lámina, además por la rapidez en su instalación y de acuerdo con las recomendaciones planteadas en el diseño estructural.

# PLANTA ESTRUCTURAL LOSA CUATRO (4)



En el despiece y en la instalación de lámina se verificó que en ningún lugar esta fuese colocada en voladizo, porque en estos casos la lamina metaldeck únicamente funciona como formaleta permanente, y habría la necesidad de colocar refuerzo negativo.

**3.3.2 Instalación lámina metaldeck.** El método que funcionó adecuadamente y que el personal lo asimiló muy bien por la manera didáctica como se presentó la disposición de la lámina en los planos, fue el de representar una medida determinada de la lámina de un color específico, lo cual ayudó en su rápida instalación. Durante el despiece de la lámina se procuró utilizar láminas completas y se dejaron las formas irregulares o algunos sitios donde las láminas no cubrían totalmente estos espacios con el fin de que con algunos de los recortes, estos espacios durante la instalación se cubrieran, por la facilidad que representa la colocación de los elementos.

Este es un sistema que se adecua a las formas irregulares plasmadas en la planta arquitectónica, además permite realizar cortes con el fin de que el acero de las columnas tenga continuidad para ello la lámina fue cortada con disco abrasivo (pulidora).



Ilustración 36. Corte lámina metaldeck

Durante la instalación se verificó que las láminas no fuesen colocadas de manera invertida ya que con ello se reduce la capacidad de carga de la losa<sup>8</sup>; se verificó que los clips de ensamble quedaran apuntando hacia arriba, que al mirar la lámina desde la parte superior

---

<sup>8</sup> ACESCO, Manual Técnico Metaldeck Grado 40, 2007

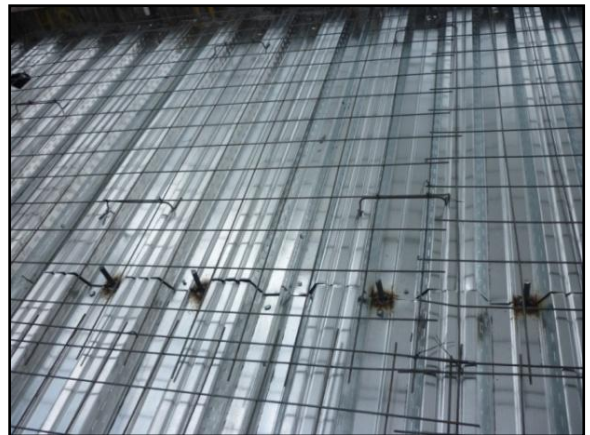


se observaran tres roblones y dos valles y no al revés o para el caso específico que desde la parte inferior se pudiera leer la marca de la lámina (ACESCO).



Ilustración 37. Instalación adecuada lámina metaldeck

Las láminas son colocadas sobre los conectores de cortante que se adosaron previamente a las vigas principales de concreto para ello simplemente luego de determinar la posición correcta se usa un tubo y con la ayuda de una maceta se la golpea de tal manera que el conector perfora la lámina y esta quede sujeta; además como practica propia de la construcción y con el fin de que el concreto no vaya a introducirse por debajo de la lámina metaldeck se la anclaba con la ayuda de puntillas de acero, sobre las viguetas metálicas, se soldaron conectores de cortante de 9 cm y se aseguraron con tornillos auto-perforantes, los conectores de cortante se instalaron en los dos valles de cada lámina lo cual genera un espaciamiento de 60 cm entre lámina y lámina por recomendación del diseño estructural.



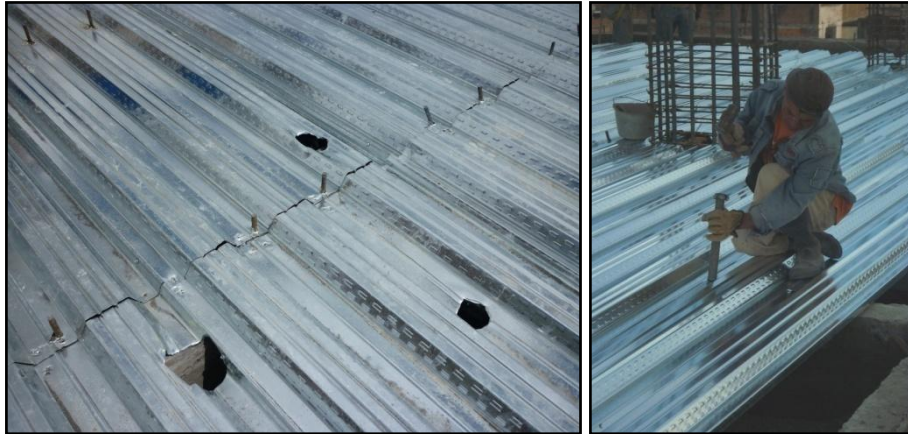


Ilustración 38. Instalación Lámina Metaldeck

La sujeción en el sentido longitudinal entre láminas se realizó con tornillos auto-perforantes los cuales eran instalados con la ayuda de un taladro a una distancia aproximada de 0.9 m; a pesar de que hay otros procedimientos de unir las láminas se usó la sujeción con tornillos debido a la rapidez y la fácil consecución de los tornillos, el problema principal de instalarlos con esta herramienta es que se le puede aplicar un torque excesivo a los tornillos, para ello existen pistolas especiales que están equipadas con un embrague y un localizador de profundidad que evita aplicar dicho torque.

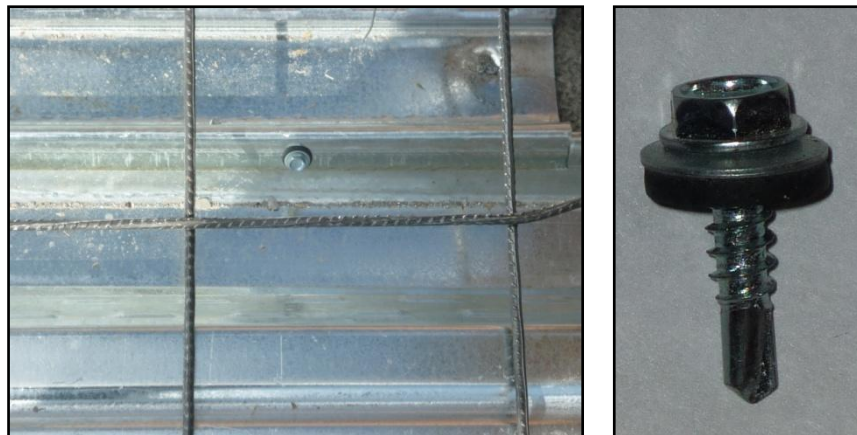


Ilustración 39. Sujeción Metaldeck

**3.3.3 Instalación malla electro soldada.** Luego de instalada la lámina se colocó la malla electro-soldada de 15X15X5 la cual tiene 6 m de largo por 2.35 m de ancho la cual provee un área de  $14.1 \text{ m}^2$ , se utilizaron separadores fabricados en obra elaborados con varilla de  $\frac{1}{4}$ " amarrados con alambre a la malla; los cuales le garantizaban un recubrimiento de 2.5 cm, el espaciamiento entre estos separadores era de 1 m



aproximadamente, una vez instalados la malla se pisaba con el fin de ver los sitios en los cuales la malla se flexionaba lo cual se tomaba como indicio de que hacían falta estos elementos.



Ilustración 40. Separadores malla electro-soldada

**3.3.4 Instalación ductería.** Se localizó la ductería sanitaria, se marcó el punto y se dibujó el diámetro de la tubería y con la ayuda de un cincel se procedió a perforar la lámina, en los orificios se introdujo un pedazo de guadua, con el fin de posteriormente ubicar correctamente la tubería y con el fin de no incrementar los costos usando pedazos de tubo, a estas perforaciones no se les realizó ningún tipo de reforzamiento ya que sobre la lámina metaldeck se pueden realizar perforaciones de hasta 15 cm sin necesidad de reforzarlas.



Ilustración 41. Perforaciones en la lámina para tubería sanitaria

Previamente a la fundición se instaló la ductería eléctrica como se observa en la Ilustración.



Ilustración 42. Instalación ductería eléctrica

**3.3.5 Vaciado del concreto.** El vaciado del concreto se realizó en dos jornadas dejando una junta a 45° aproximadamente en la mitad de la losa; el proceso de fundición se realizó utilizando un concreto en proporciones 1:2:3 en volumen, se trabajó en dos frentes los cuales para realizar el transporte del concreto lo hicieron en carretillas los cuales iban sobre tabloncillos de acuerdo con las recomendaciones suministradas en los manuales de ACESCO, el vaciado se realizó intentando hacerlo desde un lugar como una viga, para de esta manera no cargar demasiado la lámina en los centros de luz.



Ilustración 43. Vaciado del concreto

**3.3.6 Inconformidades.** La losa presentó algunos problemas de fisuras debido a que no se realizó un buen curado, además en algunos lugares faltó recubrimiento de la malla electro-soldada, lo cual sucedió porque no tuvo el suficiente cuidado de garantizarlo durante el vaciado del concreto.





Ilustración 44. Fisuras en placa de entrespiso

**3.3.7 Observaciones.** El sistema de lámina colaborante permite una rápida, ágil y versátil construcción de losas, además permite la realización de perforaciones sanitarias posteriores a la fundición de la losa si estas son necesarias o no estaban previstas, además este sistema constructivo permite dejar vacíos; para el caso específico de la obra que se dejó un vacío sobre el primer piso para permitir el izado de materiales con la ayuda de la pluma grúa, la única condición para realizar este tipo de operaciones esta en tener claro los requerimientos mínimos de apoyo de la lámina y que este sistema estructural de losa funciona en una sola dirección. Como en toda construcción es importante tener muy en cuenta el diseño estructural.

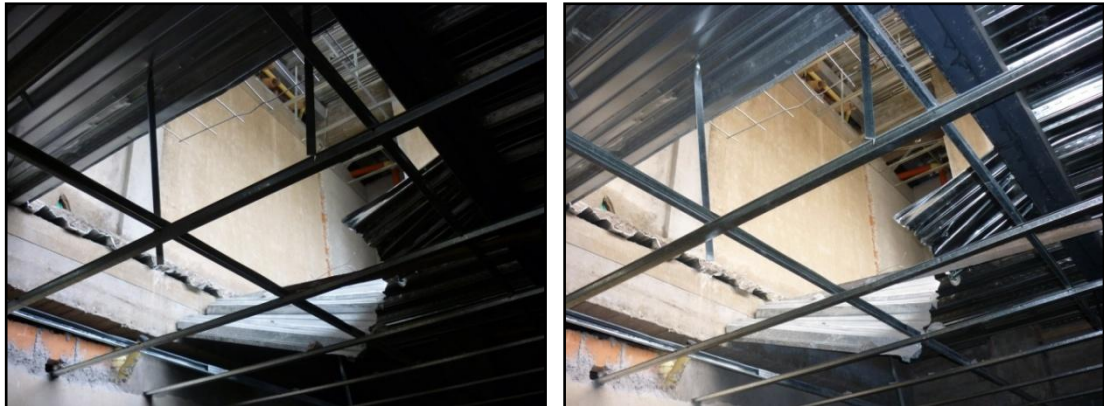
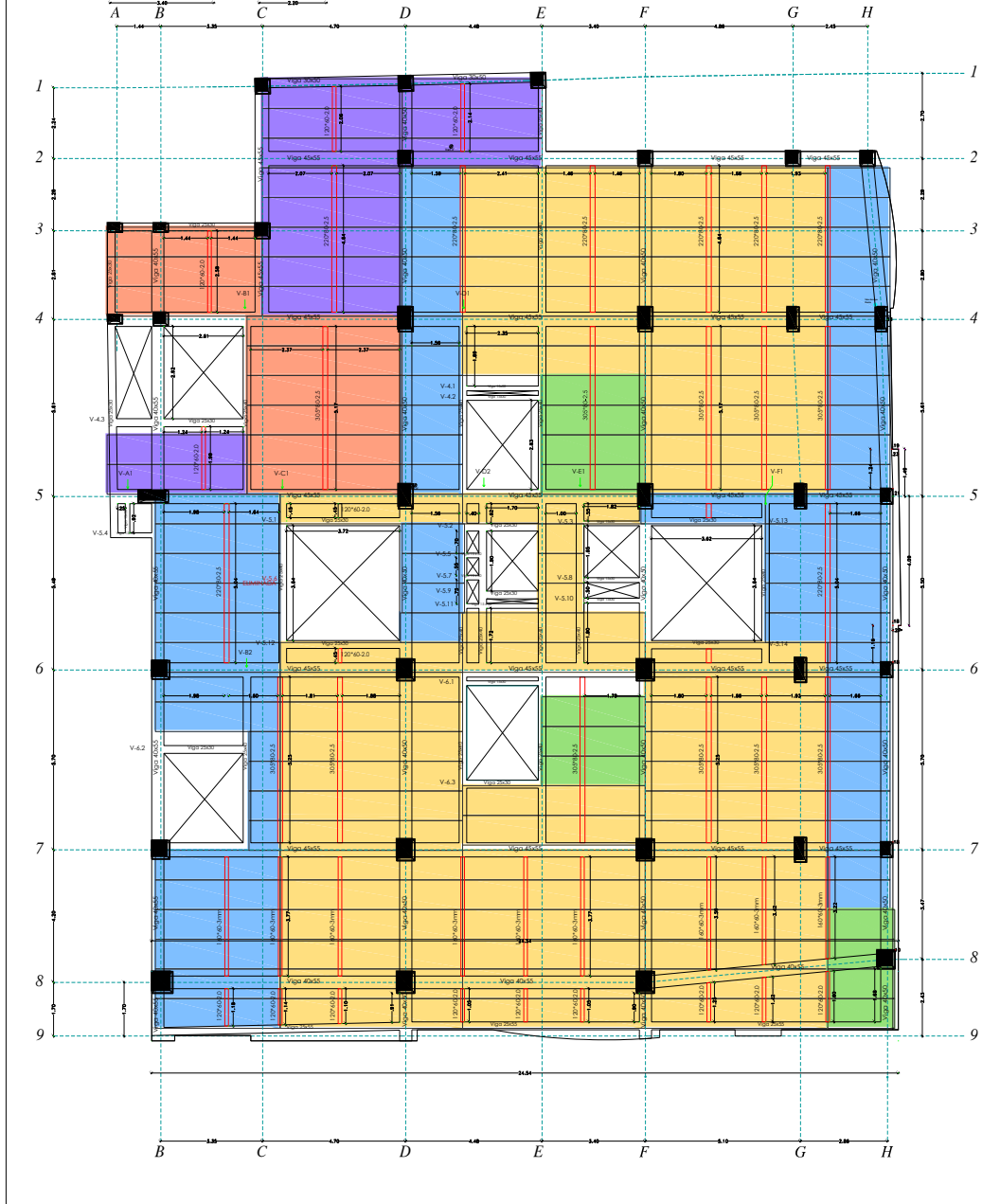
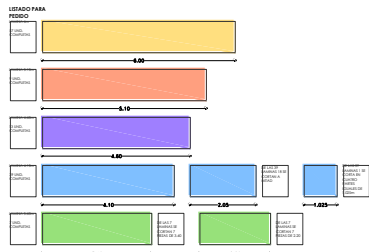


Ilustración 45. Apertura de orificio para construcción de nueva grada

Las imágenes presentan una perforación realizada sobre la placa para la construcción de una grada atendiendo los requerimientos de un cliente.

# PLANTA ESTR. LAMINA COLABORANTE LOSA CINCO (5)



### 3.4 MAMPOSTERÍA

**3.4.1 Ladrillo.** Se manejaron dos clases de ladrillos: ladrillo tolete de dimensiones 13x9x22 cm con un rendimiento de 26 unid/m<sup>2</sup> pegado en papelillo y ladrillo farol de dimensiones 23x9x32 cm con cuatro perforaciones de 6x4 cm en el lado más corto con un rendimiento de 12 unid/m<sup>2</sup>.

Al ladrillo que ingresó a la obra se lo disponía en un lugar completamente plano y se controló que las dimensiones fuesen las adecuadas, que no presentara fisuras, ampollas, que no tuvieran deformaciones en sus aristas.

Los ladrillos que presentaron fisuras en lo posible no eran utilizados y se desechaban, un lote en especial fue devuelto al proveedor por presentar fisuras excesivas, el desperdicio que se generó durante la manipulación del ladrillo bloque fue aproximadamente de un 1% de las unidades adquiridas.

El ladrillo tolete fue utilizado en la construcción de muros perimetrales y para plantillar por la facilidad de manipulación durante este proceso.



Ilustración 46. Tipo de ladrillos



Ilustración 47. Desperdicio ladrillos





Ilustración 48. Construcción de muros



Ilustración 49. Fisuras Ladrillo

La mampostería no cumplía un papel estructural, estos muros únicamente cumplían una función divisoria. Se verificó que los muros estuvieran totalmente verticales (plomados) y que en el momento de ser plantillados estuvieran de acuerdo con el plano arquitectónico. Un problema que se presentó fue que en los planos arquitectónicos el espesor de los muros terminados era de 15 cm y en la obra debido al espesor de los ladrillos este espesor era de 12 cm, lo cual generaba que algunos espacios fuesen más grandes, la decisión de que espacio quedase más grande se tomaba directamente en la obra, observando las necesidades de cada espacio.

Las proporciones que se usaron para la elaboración del mortero de pega fueron 1:3, una parte de cemento gris por tres partes de arena blanca pasante de la malla N° 4, la dosificación se realizó en volumen y se verificó que se realizase se esta manera, además se verificó que el ladrillo fuese adecuadamente humedecido para que el agua de hidratación del mortero no fuese absorbida por este.



Ilustración 50. Mezcla de mortero



Ilustración 51. Anclaje de muros.



Ilustración 52. Plomado de muros

Los muros que estaban adosados a la estructura se anclaron a esta mediante varillas de 3/8" de aproximadamente 25 cm. De longitud, colocándose este anclaje cada dos hiladas con el fin de que cuando hubiese un sismo los muros no se volcaran, el precepto que prima para la realización de este anclaje es el preservar la vida humanas tanto de ocupantes como de transeúntes, lo que se espera con este sistema es que los muros se fisuren o se agrieten, pero que no se desplomen; los orificios que se crearon para el anclaje se rellenaron únicamente con mortero, lo ideal para realizar este relleno hubiese sido utilizar un producto epóxico que garantizase mejor la adherencia entre la varilla y el concreto, en el sitio de anclaje de los muros o en los lugares en los cuales la mampostería se uniera con la estructura se realizaron dilataciones sobre el repello con el fin de que si se presenta la fisura esta tenga una línea definida de recorrido. En los lugares en los cuales una tubería cortase un muro debido a que la ubicación de un buitrón arquitectónicamente no era viable ya que interfería con las áreas de circulación peatonal a ambos lados se unían por medio de varillas de 3/8" para garantizar así mayor sustento al tramo corto.

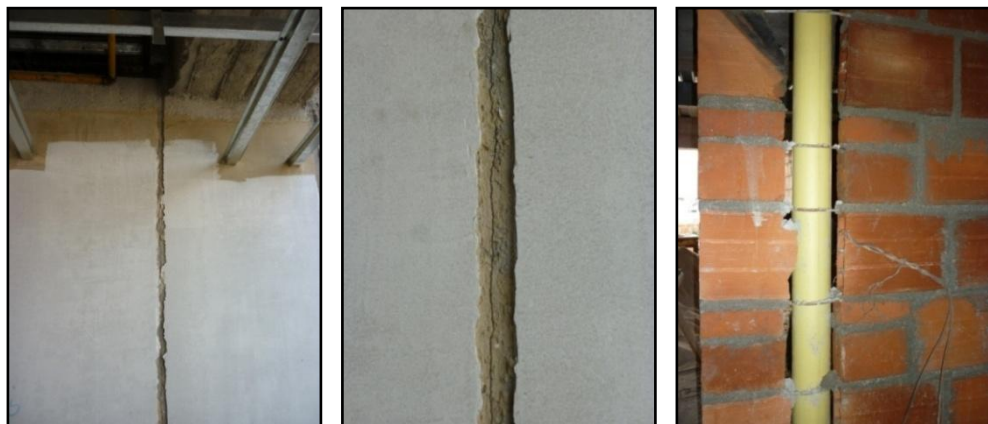


Ilustración 53. Dilataciones sobre repello

El sistema de lámina colaborante no permite que los muros queden arriostrados en la parte superior, es por eso que los muros se trabaron horizontalmente lo máximo posible entre ellos con el fin de darles mayor rigidez, además donde se presentaba grandes longitudes de muro se colocaron columnetas aproximadamente cada 3 m. para darles mayor soporte.



Ilustración 54. Disposición de muros.

### 3.4.2 Inconformidades.

Se presentaron demoliciones de muros, generando retraso en la obra y costos adicionales debido entre otras a las siguientes razones principales:

- Los planos arquitectónicos no estaban adecuadamente acotados y en algunos sectores no estaban acordes con los planos estructurales, afectando la localización de dichos muros, por eso se realizó un mayor control tanto en la localización y replanteo como en realizar un detallado estudio de los planos arquitectónicos y si era necesario se imprimía un nuevo juego de planos con las modificaciones realizadas; además se encontró un problema recurrente por parte del arquitecto y era que sobre el lavamanos ubicaba una ventana, lo cual posteriormente no permitiría la colocación de un espejo.
- Los clientes dueños de algunos apartamentos en desacuerdo con la ubicación de ciertos muros ordenaban su demolición, se llegó a un punto en el cual un apartamento fue demolido completamente porque un cliente hizo modificaciones al plano original y posteriormente se deshizo del negocio con lo cual se decidió volver a la idea inicial.



Ilustración 55. Demolición apartamento 311

- Falta de comunicación entre el arquitecto y el ingeniero encargado de la obra, ya que cuando arquitectónicamente se realizaba algún tipo de modificación esta no era oportunamente informada al encargado de la obra.

La mampostería además de servir como división arquitectónica se usó también para el recubrimiento de tubería tanto sanitaria como de aguas lluvias, ya que ningún elemento por precepto propio del ingeniero encargado de la obra y de la Norma Colombiana atravesaría elementos estructurales (vigas y columnas)

### 3.5 REPELLOS

Las proporciones que se usaron para la elaboración de este mortero fueron 1:4, una parte de cemento gris por cuatro partes de arena blanca pasante de la malla N° 6, la dosificación se realizó en volumen.

Para realizar este proceso previamente se humedecía la superficie lo suficiente con el fin de que el agua de hidratación del mortero no fuese absorbida por esta. Para que el mortero sobre las tuberías tuviera mayor adherencia y no se desprendiera; estas se cubrían con malla de vena.





Ilustración 56. Humedecimiento ladrillo y uso de malla de vena

Antes de aplicar el repello sobre la estructura (vigas y columnas) estas se picaron con cincel con el fin de darle mayor rugosidad a estas superficies, además a estas se les aplicó un mortero lanzado (champeado) el cual se lo dejó aproximadamente durante tres (3) días, para que con ello el mortero tuviera mayor adherencia; a pesar de esto algunos repellos en el primer y segundo piso perdieron adherencia y hubo que demolerlos posiblemente por falta de humedecimiento de la superficie adecuadamente o a un exceso de espesor debido a que la superficie no estaba debidamente plomada; por esta razón se decidió que las columnas no se repellaran y se aplicara un producto de Sika llamado “Estuka dos” el cual es un estuco en polvo el cual puede remplazar el repello, se mezcló con arena fina utilizando el producto como relleno y se usó el estuco como viene directamente de la fábrica para darle el terminado final con llana metálica.



Ilustración 57. Picado de columnas para garantizar mayor adherencia repello



Ilustración 58. Uso de “estuka dos” sobre columnas

En los primeros pisos se tuvo un problema y era el repello se agrietaba en el lugar donde las regatas usadas para la instalación de la ductería eléctrica se habían realizado después de ejecutarse el repello, debido quizá a la falta de humedecimiento de la superficie adyacente a la tubería o a unas proporciones inadecuadas ya que se usaban cantidades muy bajas de mortero, para solucionar este problema se contrató nuevo personal que realizara las regatas antes de que los muros fuesen repellados, ya que los contratistas en su afán de obtener valores más altos en sus actas procuraban realizar esta actividad de repello cada vez más aprisa.

Los repellos realizados en el piso de las terrazas se impermeabilizaron mediante la aplicación de Sika 1, el cual era adicionado al agua de mezcla en proporciones en volumen 1:10, que se traduce en que por cada parte de este producto se adicionaron 10 partes de agua limpia.

### **3.6 ESTUCO**

El estuco que se usó para interiores desde el comienzo de esta actividad es Estuka de Sika por su gran resistencia al agua ya que permite ser aplicado sobre muros que aún están húmedos; esta característica es la que el Ingeniero Director de obra consideró de gran ventaja, debido a la agilidad con la cual la constructora quería que el proyecto transcurriera, por el menor costo que representaba en comparación con el estuco que se prepara en obra, además de ser una mezcla que en obra únicamente hay que adicionarle agua para que adquiera sus propiedades.

DESCRIPCIÓN	BULTO (Kg)	CANT (Bultos)	VALOR (Bulto)	PESO (Kg)	VALOR TOTAL
Yeso	45.00	4	18,000.00	180.00	72,000.00
Caolín	25.00	2	8,000.00	50.00	16,000.00
Cemento gris	50.00	1	21,000.00	50.00	21,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>280.00</b>	<b>109,000.00</b>

Tabla 4. Estuco Preparado en Obra

$$\text{Costo materiales por metro cuadrado} = \frac{109,000.00}{80.00} = 1,362.50 \text{ \$/m}^2$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{280.00}{80.00^*} = 3.50 \text{ kg/m}^2$$

\* El rendimiento aquí estipulado es consecuencia de mediciones anteriores en otras construcciones en las cuales se usó este tipo de estuco.

DESCRIPCIÓN	BULTO (Kg)	CANT (Bultos)	VALOR (Bulto)
Estuka	40.00	1	36,424.00

Tabla 5. Estuka de Sika Rendimiento teórico entre 1.0 Kg/m<sup>2</sup> - 1.5 Kg/m<sup>2</sup>

$$\text{Costo materiales por metro cuadrado} = \frac{36,424.00}{27} = 1,349.04 \text{ \$/m}^2$$

El estuco usado se aplica con llana metálica y se agrega agua de tal manera que la pasta se torne manejable y fácil de aplicar, el número de manos necesarias determinadas en obra para un acabado perfecto es de tres (3).

Tras realizar una inspección minuciosa se determinó que en algunos sectores el estuco presentaba fisuras, los problemas detectados fueron:

1. El material se aplicó en sectores donde los repellos estaban demasiado secos, por eso se propuso humedecer totalmente los muros antes de la aplicación del producto, consiguiendo con esto un mejor resultado final.



2. La capa de estuco en sectores fisurados era demasiado gruesa, se consultó al proveedor del producto y este afirmó que el espesor de la capa de estuco terminado no debería tener más de 3 mm.
3. Personal con poca o nula experiencia en la aplicación de este producto.



Ilustración 59. Fisuración de estuco

### 3.7 ESCALERAS

Las escaleras se usaron como el medio más eficiente para que tanto el personal, como los materiales de construcción ascendieran al siguiente nivel de la manera más ágil posible, para esto se fundieron conjuntamente con las vigas aéreas, el diseño se rigió de acuerdo con la norma sismo resistente NSR98 en el título k 3.8.3; la contrahuella se realizó con una altura de 0.18 m, la huella se construyó de 0.28 m y con un ancho de 1.00 m; se verificó que las escaleras cumplieran con estas medidas y se realizaran de acuerdo con el diseño estructural.



Ilustración 60. Formaleta y distribución acero grada

La escalera se ancló a las vigas tanto a la de arranque como en la que descansaba; el refuerzo longitudinal de la escalera se realizó con varilla de  $\frac{1}{2}$ " (No 4) cada 0.20 m y el refuerzo transversal en  $\frac{3}{8}$ " cada 0.20 m a los cuales se les realizó un gancho de 7 cm.



Ilustración 61. Anclaje de acero grada a viga

La formaleta se fabricó con tabla de madera común apoyada sobre tacos de guadua, se dibujaron los peldaños sobre la formaleta y se colocaron unas tablas transversales que conformarían las contrahuellas, el concreto usado se dosificó en volumen en una proporción 1:2:3.

### 3.8 CAJAS DE INSPECCIÓN.

Por directrices de la empresa de obras sanitarias de Pasto (EMPOPASTO) se construyeron 2 cajas de inspección, la primera que recibe las aguas residuales y la segunda las aguas lluvias del edificio, con el fin de que cuando se construya en el sector el alcantarillado pluvial independiente del alcantarillado sanitario, las aguas sean individualmente conducidas a su respectivo colector. Por el momento las cajas se intercomunicaron por medio de un tubo de 4", para que desde la caja de aguas residuales conectar con el alcantarillado combinado que pasa por el sector.



Ilustración 62. Cajas de inspección

Las cajas se construyeron de 0.8 x 0.8 m cada una para ello se empleó ladrillo tolete, mortero de pega y repello con dosificación 1:4 y se esmaltaron; la cañuela fue elaborada con la mitad de un tubo sanitario de 6".

### 3.9 CINTAS DE AMARRE

Se consideran las cintas de amarre como elementos suplementarios a las vigas de amarre, utilizables en antepechos de ventanas, en remates de culatas, en remates de parapetos, etc.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas Colombianas de diseño y construcción Sismo Resistente NSR – 98,1998.p.E-8





Ilustración 63. Cintas de amarre

Las vigas cintas se construyeron con una sección de 12 cm de ancho por 10 cm de alto, con un recubrimiento del acero de 2 cm, el refuerzo utilizado en estas cintas fueron dos varillas 3/8" en el sentido longitudinal, el refuerzo transversal se realizó en forma de "s" con acero de 3/8".cumpliendo con lo establecido en el titulo E.3.5.1 de la norma NSR 98.

El encofrado se fabricó con tabla en la que se colocaron chapetas para evitar que la formaleta se deforme, la pendiente utilizada para su localización fue del 16% que es la mínima pendiente con la cual que la teja de fibrocemento puede ser colocada.<sup>10</sup>

Se colocó el concreto y se consolidó utilizando una varilla, por la facilidad que representa la utilización de este elemento y por las dimensiones de las vigas cintas.

Los muros que servían como formaleta inferior se humedecieron antes del vaciado para que el ladrillo del muro no absorbiera el agua de hidratación del concreto.

---

<sup>10</sup>ETERNIT. Cubiertas onduladas de fibrocemento,2009.p.24

#### 4. COMPARACIÓN DE COSTOS PRESUPUESTADOS VS COSTOS REALES (EJECUTADOS)

Los rendimientos de mano de obra dependiendo del lugar donde ellos se analicen, varían notoriamente; el conocer rendimientos de mano de obra en una construcción civil es esencial para poder desempeñar una labor de la mejor manera; además el conocimiento de los rendimientos permite realizar la programación de obra con los tiempos y plazos adecuados para luego no tener que retrasarse en tiempos de entrega que generan malestar entre los clientes (compradores).

El análisis de costos que se realiza con antelación a la iniciación del proyecto constructivo es de gran ayuda en el momento de realizar la contratación de mano de obra, ya que permiten tener gran noción de los precios a pactar; la siguiente tabla muestra los precios de mano de obra que se pagaron en el edificio Punto Centro, de común acuerdo con los contratistas.

Tabla 6. Precios de mano de obra contratados vs presupuestados

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	VR. UNIT. CONTRATADO	VR. UNIT. PRESUPUESTADO
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>			
1.1	Localización y replanteo	M2	300.00	540.62
1.2	Excavación a mano H< 1.50 m	M3	6,000.00	5,578.00
1.3	Desalojo interno excavación y cargue	M3	2,000.00	2,789.06
1.4	Relleno y compactación	M3	3,000.00	5,604.90
1.5	Relleno compactado suelo cemento	M3	5,000.00	
1.6	Desalojo de rajón y cargue volqueta	M3	5,000.00	
1.7	Ingreso grava, arena y recebo	M3	1,200.00	
1.8	Ingreso ladrillo	UN	15.00	
1.9	Desenconfada vigas	M2	500.00	
1.10	Cortes piedra	UN	1,500.00	1500,00
<b>2</b>	<b>DESCARGUE MATERIALES</b>			
2.1	Descargue de cemento	BT	100.00	
2.2	Descargue de acero	KG	5.00	
2.3	Descargue alambre amarre	KG	5.00	
2.4	Cargue y descargue de formaleta metálica	GB	70,000.00	
2.5	Descargue perf met losa 6	GB	30,000.00	

2.6	Descargue Lam metálica losa	GB	10,000.00	
2.7	Descargue malla electros losa	GB	10,000.00	
2.8	Descargue lámina metálica losa 7	GB	25,000.00	
2.9	Descargue malla electros losa 7	GB	25,000.00	
<b>3</b>	<b>REFUERZO</b>			
3.1	Refuerzo instalado	KG	180.00	371,88
3.2	Refuerzo figurado en obra (\$ 250 / kg)	KG	250.00	
<b>4</b>	<b>CONCRETOS</b>			
4.1	Ccto. para solado zapatas E=7cm	M2	3,500.00	1,984,76
4.2	Ccto. para solado vigas cimentación E=7 cm	M2	3,500.00	1,984,76
4.3	Ccto. ciclópeo cimentación	M3	25,000.00	33,668,29
4.4	Ccto. para zapatas	M3	40,000.00	29,580.00
4.5	Ccto. para vigas cimentación	M3	70,000.00	84,922,73
4.6	Ccto. para columnas	M3	90,000.00	115,033.33
4.7	Ccto. Columnetas para muros ladrillo	M3	130,000.00	
4.8	Ccto. vigas y col 25x25	M3	130,000.00	
4.9	Ccto. pobre relleno muro sótano	M3	25,000.00	28,353,75
4.10	Ccto. pedestales zapatas	M3	90,000.00	115,033.33
4.11	Ccto. para vigas aéreas	M3	90,000.00	116,768,75
4.12	Losa lámina colaborante	M2	10,000.00	16,564.80
4.13	Ccto. Tanque almacenamiento	M3	70,000.00	
4.14	Alfajía Fachada	ML	5,000.00	
4.15	Mesones ccto ref. 0.07 x 0.60 m	ML	8,000.00	
4.16	Columnetas 20x12	UN	6,000.00	
4.17	Viga cinta tímpanos de cubierta 10x10 cm	ML	3,000.00	
<b>5</b>	<b>PAVIMENTO</b>			
5.1	Pavimento ccto. E=0,10 m	M2	4,500.00	3,944.00
5.2	Pavimento ccto. E=0,15 m	M2	6,000.00	5,916.00
5.3	Cañuelas perimetrales	ML	2,000.00	
5.4	Sardinel para anden	ML	3,000.00	
<b>6</b>	<b>MAMPOSTERÍA</b>			
6.1	Muro en ladrillo tizón E=0,23 m	M2	6,600.00	6,359.06
6.2	Muro en ladrillo soga E=0,12 m	M2	3,300.00	5,087.25
6.3	Muro en ladrillo papelillo E=0,07 m	M2	3,000.00	3633,75
6.4	Muro en ladrillo triple E=0.36 m	M2	9,000.00	
<b>7</b>	<b>REPELLOS</b>			

7.1	Repello de muros por área	M2	3,300.00	3,913.27
7.2	Repello de muros por filos	ML	1,650.00	1,956.63
7.3	Regatas estrías repello	ML	1,000.00	
7.4	Esmaltado cemento gris	M2	1,000.00	
7.5	Repellos de Piso	M2	3,300.00	3,768.33
7.6	Repello peldaños de gradas	UN	3,300.00	
7.7	Repello bajo placa	M2	3,500.00	
7.8	Repello fachadas	M2	7,000.00	
7.9	Afinado de repello muro interno	M2	1,000.00	
7.10	Repello afinado vacíos internos	M2	7,000.00	
<b>8</b>	<b>INSTALACIÓN HIDRÁULICA</b>			
8.1	Punto Hidráulico	UN	6,000.00	9,562.50
8.2	Mezcladores de ducha (Llave)	UN	5,000.00	
8.3	Red hidráulica de 1/2" y 3/4"	ML	800.00	1,211.25
<b>9</b>	<b>METÁLICA</b>			
9.1	Instalación vigas metálicas cajón losa 7	ML	700.00	800
<b>10</b>	<b>ENCHAPES</b>			
10.1	Porcelanato piso	M2	5,500.00	8,478.75
10.2	Cerámica pared	M2	5,000.00	5,652.50
10.3	Cerámica piso	M2	5,000.00	5,652.50
<b>11</b>	<b>INSTALACIÓN DE GAS</b>			
11.1	Red 1/2 acero Carbón	ML	7,500.00	8,681.59
11.2	Llaves paso Gas-1/2	UN	5,000.00	6,366.50
<b>12</b>	<b>INSTALACIÓN CIELO RASO EN ESTRUCTURA METÁLICA Y PANEL YESO, INCLUYE PINTURA Y ACABADO ARQUITECTÓNICO</b>	M2	5500	
12.1	Estructura metálica en aluminio con omega, vigueta, Angulo, tornillos y clavo acero	M2	1,000.00	
12.2	Instalación lámina panel yeso 12.7 mm (tapada)	M2	2,000.00	
	en fibrocemento de 8mm	ML	6,000.00	
12.3	Estuco cielo raso	M2	1,000.00	
12.4	Pintura	M2	1,500.00	
<b>13</b>	<b>ESTUCO</b>			
13.1	Estuco	M2	900.00	1,695.75



Los precios se pactaron de acuerdo con los precios que rigen en el mercado laboral de la ciudad de Pasto, esto implica que si hay un oferente externo a la construcción con un precio menor a la actividad que se iniciará, el precio de la actividad a iniciar estará supeditado a las cotizaciones presentadas.

A continuación se presenta una serie de tablas con los costos reales de la obra Punto Centro, para ello se tuvieron en cuenta las cantidades de obra estipuladas en las actas de pago y los precios de materiales y mano de obra, los cuales fueron suministrados directamente por la constructora.

#### 4.1 ANÁLISIS BÁSICOS DE PRECIOS.

<b>CONCRETO SIMPLE ELABORADO EN OBRA 1:2:3 -M3</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>I</b>	<b>CONCRETO SIMPLE 3000 psi</b>				
1.1	Cemento	KG	350	420	147,000.00
1.2	Arena Negra Lavada	M3	0.555	28,000	15,540.00
1.3	Triturado fino	M3	0.835	40,000	33,400.00
1.4	Agua	LT	180	50.00	9,000.00
	<b>Suma materiales</b>				<b>204,940.00</b>
<b>CONCRETO SIMPLE 3000 PSI ELABORADO EN OBRA</b>					<b>204,940.00</b>

<b>CONCRETO PARA SOLADO 1:3:4-M3</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>I</b>	<b>CONCRETO SIMPLE 1:3:4 2500 psi</b>				
1.1	Cemento	KG	260	420	109,200.00
1.2	Arena Negra Lavada	M3	0.625	28,000	17,500.00
1.3	Triturado fino	M3	0.835	40,000	33,400.00
1.4	Agua	LT	165	50.00	8,250.00
	<b>Suma materiales</b>				<b>168,350.00</b>
<b>CONCRETO SIMPLE 1:3:4 PARA SOLADO</b>					<b>168,350.00</b>

<b>MORTERO 1:4-M3</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>I</b>	<b>MORTERO 1:4</b>				
1.1	Cemento	KG	360	420	151,200.00
1.2	Arena Blanca	M3	1.150	28,000	32,200.00
1.4	Agua	LT	240	50.00	12,000.00
	<b>Suma materiales</b>				<b>195,400.00</b>
<b>COSTO MORTERO 1:4</b>					<b>195,400.00</b>

<b>CONCRETO CICLÓPEO -M3</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>I</b>	<b>CONCRETO CICLÓPEO</b>				
1.1	Concreto 3000 psi	M3	0.60	204,940	122,964.00
1.2	Rajón	M3	0.65	16,000	10,400.00
	<b>Suma materiales</b>				<b>133,364.00</b>
<b>CONCRETO CICLÓPEO</b>					<b>133,364.00</b>

\* Las cantidades anteriores están calculadas para 1M3 de concreto ciclópeo ,60% concreto simple y 40% rajón, asumiendo la densidad aparente seca de la piedra Gp=2.6 Ton/M3 y la masa unitaria suelta de la piedra MUSp=1.60 Ton/M3<sup>11</sup>

<b>FORMALETA MADERA COLUMNAS 0.4x0.4</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>I</b>	<b>FORMALETA COLUMNA 0.4 X 0.4</b>				
1.1	Tajillo sajo	ML	8.00	5,000.00	40,000.00
1.2	Listón 8 X 4	ML	7.20	2,000.00	14,400.00
1.3	Guadua	UN	1.50	5,000.00	7,500.00
1.4	Abrazadera ¼	KG	2.00	1,800.00	3,600.00
1.5	Alambre de amarre	KG	0.10	2,100.00	210.00
1.6	Clavos	LB	0.80	1,000.00	800.00

<sup>11</sup> RIVERA LÓPEZ. Op. Cit.,p.224

1.7	Clavos de acero	LB	0.40	2,800.00	1,120.00
	<b>Suma materiales por ML</b>	ML	1.00		<b>67,630.00</b>
	<b>Suma materiales por M3</b>	M3	0.16		<b>422,687.50</b>
	<b>FORMALETA POR 3 USOS</b>	USOS	3.00		<b>140,895.83</b>

<b>FORMALETA METÁLICA VIGAS</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
I	<b>FORMALETA METÁLICA VIGAS DE ENTREPISO</b>				
1.1	Gatos	UN	3.00	87.00	261.00
1.2	Tableros	UN	4.00	140.00	560.00
1.3	Cruceta Larga	UN	2.00	60.00	120.00
1.4	Cruceta Corta	UN	1.50	60.00	90.00
1.5	Vigas	UN	2.00	90.00	180.00
	<b>Suma materiales por 2.8 ML/día</b>	2.8 ML/DÍA			<b>1,211.00</b>
	<b>Suma materiales por ML/día</b>	ML/DÍA			<b>432.50</b>
	<b>Suma materiales por ML/MES</b>	ML/MES			<b>12,975.00</b>

<b>FORMALETA MADERA VIGAS DE ENTREPISO-ML</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
I	<b>FORMALETA LATERAL VIGAS DE ENTREPISO</b>				
1.1	Tablas	ML	4.00	1,818.2	7,272.73
1.2	Bastidores 4x4- X 50 cm	ML	2.00	772.7	1,545.45
1.3	Bastidores 4x4- X 60 cm	ML	2.40	772.7	1,854.55
1.4	Clavos 2",2 1/2",3"	LB	0.30	1,000.0	300.00
	<b>Suma materiales por ML (1 Uso)</b>	ML			<b>10,972.73</b>

<b>ANÁLISIS FORMALETA GRADA-ML</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
I	<b>FORMALETA GRADA</b>				
1.1	Clavo Ordinario	LB	4.00	1,000.00	4,000.00
1.2	Clavo de acero	LB	1.00	2,800.00	2,800.00
1.3	Tablas	UN	22.00	4,000.00	88,000.00
1.4	Listón 8X4	UN	7.00	1,700.00	11,900.00
1.5	Listón 4X4	UN	2.00	1,700.00	3,400.00
1.6	Guadua	UN	9.00	5,000.00	45,000.00

	<b>Suma materiales</b>	GB			<b>155,100.00</b>
--	------------------------	----	--	--	-------------------

	<b>FORMALETA GRADA ML (3 usos)</b>	ML	5.73		<b>9,022.69</b>
--	------------------------------------	----	------	--	-----------------

#### 4.2 ANÁLISIS DE COSTOS VIGAS ENTREPISO

Área total = 715 m<sup>2</sup>

Área de losa construida = 644 m<sup>2</sup>

Longitud Total vigas= 419.68 ML

<b>MATERIALES</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>I</b>	<b>VIGAS CONCRETO REFORZADO</b>				
1.1	Formaleta metálica y madera	GB	1.00	3,630,232.00	3,630,232.00
1.2	Formaleta madera vigas - 3 usos	GB	1.00	1,535,011.39	1,535,011.39
1.3	Concreto simple de 3000 psi	M3	75.00	204,940.00	15,370,500.00
	<b>Suma materiales</b>				<b>20,535,743.39</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>II</b>	<b>VIGAS DE CONCRETO REFORZADO</b>				
2.1	Fundición concreto de obra	M3	75.00	90,000.00	6,750,000.00
2.2	Ingreso de arena	M3	42.00	1,200.00	50,400.00
2.3	Ingreso de triturado	M3	63.00	1,200.00	75,600.00
2.4	Descargue e Ingreso de cemento	BTO	525.00	100.00	52,500.00
2.5	Desencofrado formaleta metálica	M2	322.00	500.00	161,000.00
	<b>Suma mano de obra</b>				<b>7,089,500.00</b>

<b>EQUIPO</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>III</b>	<b>ALQUILER DE EQUIPO</b>				
3.1	Mezcladora de concreto	DÍA	4.00	30,000.00	120,000.00
3.2	Pluma grúa	DÍA	4.00	60,000.00	240,000.00
3.3	Vibrador de concreto	DÍA	4.00	47,000.00	188,000.00
	<b>Suma equipo en alquiler</b>				<b>548,000.00</b>

<b>SUMA MATERIALES + MANO OBRA + EQUIPO</b>	<b>28,173,243.39</b>
<b>COSTO UNITARIO POR M3</b>	<b>375,643.25</b>
<b>COSTO UNITARIO POR ML</b>	<b>67,130.30</b>
<b>COSTO UNITARIO POR M2 DE PLACA</b>	<b>43,747.27</b>

#### 4.3 ANÁLISIS DE COSTOS VIGAS METÁLICAS EN CAJÓN

Perfiles 120x60x2 = 48.00 ML

Perfiles 160x60x3 = 72.00 ML

Perfiles 220x80x2.5 = 78.00 ML

Área de losa construida = 644 m<sup>2</sup>

<b>MATERIALES</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>I</b>	<b>VIGAS METÁLICAS EN CAJÓN</b>				
1.1	Perfiles 120x60x2	ML	48.00	10,000.00	480,000.00
1.2	Perfiles 160x60x3	ML	72.00	18,335.00	1,320,120.00
1.3	Perfiles 220x80x2.5	ML	78.00	20,500.00	1,599,000.00
1.4	Perfiles 305x80x2.5	ML	120.00	25,240.00	3,028,800.00
1.5	Refuerzo varillas N5 y N4 extremos	KG	198.36	1,900.00	376,884.00
1.6	Pintura anticorrosiva color gris	GAL	5.00	32,600.00	163,000.00
1.7	Thinner para anticorrosivo	GAL	3.00	11,320.00	33,960.00
	<b>Suma materiales</b>				<b>7,001,764.00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>II</b>	<b>VIGAS METÁLICAS EN CAJÓN</b>				
2.1	Descargue, limpieza, corte, soldadura, pintura, tapas terminales en lamina, terminales en varilla N5 y N4, transporte a obra, soldadura anclajes en obra e instalación conectores de cortante en obra. Para un total de 45 vigas de acuerdo con planos estruct.				
		GB	1.00	1,500,000.00	1,500,000.00
	<b>Suma mano de obra</b>				<b>1,500,000.00</b>

<b>EQUIPO</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>III</b>	<b>ALQUILER DE EQUIPO</b>				
3.1	Pluma grúa	DÍA	1.00	60,000.00	240,000.00
	<b>Suma equipo en alquiler</b>				<b>240,000.00</b>

<b>SUMA MATERIALES + MANO OBRA + EQUIPO</b>	<b>8,741,764.00</b>
<b>COSTO UNITARIO POR ML</b>	<b>44,150.32</b>
<b>COSTO UNITARIO POR M2 DE PLACA</b>	<b>13,574.17</b>

#### 4.4 ANÁLISIS DE COSTOS PLACA ENTREPISO

Área total = 715 m<sup>2</sup>

Área de losa construida = 644 m<sup>2</sup>

<b>MATERIALES</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>I</b>	<b>LOSA LÁMINA COLABORANTE</b>				
1.1	Lámina metaldeck 2" calibre 22	M2	644.00	22,340.00	14,386,960.00

1.2	Malla electro soldada 15x15 N5	UN	47.00	61,000.00	2,867,000.00
1.3	Tornillo auto perforante	UN	900.00	120.00	108,000.00
1.4	Clavos de acero	LB	10.00	2,800.00	28,000.00
1.5	Separadores malla en varilla 1/4"	KG	45.00	1,900.00	85,500.00
1.6	Conectores cortante N5 de 20 cms	KG	124.80	1,900.00	237,120.00
1.7	Conectores cortante N5 de 9 cms	KG	56.16	1,900.00	106,704.00
1.8	Concreto simple de 3000 psi	M3	68.50	204,940.00	14,038,390.00
	<b>Suma materiales</b>				<b>31,857,674.00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>II</b>	<b>LOSA LÁMINA COLABORANTE</b>				
2.1	Losa de concreto con lámina colab	M2	644.00	10,000.00	6,440,000.00
2.2	Ingreso de arena	M3	38.00	1,200.00	45,600.00
2.3	Ingreso de triturado	M3	58.00	1,200.00	69,600.00
2.4	Descargue e Ingreso de cemento	BTO.	480.00	100.00	48,000.00
2.5	Descargue e Ingreso de lámina	GB	1.00	25,000.00	25,000.00
	<b>Suma mano de obra</b>				<b>6,628,200.00</b>

<b>EQUIPO</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>II</b>	<b>ALQUILER DE EQUIPO</b>				
2.1	Mezcladora de concreto	DÍA	4.00	30,000.00	120,000.00
2.2	Pluma grúa	DÍA	4.00	60,000.00	240,000.00
2.3	Pulidora para corte	DÍA	4.00	30,000.00	120,000.00
2.4	Taladro para tornillo auto perforante	DÍA	4.00	20,000.00	80,000.00
2.5	Discos fibra para corte lámina	UN	4.00	6,800.00	27,200.00
	<b>Suma equipo en alquiler</b>				<b>587,200.00</b>

<b>SUMA MATERIALES + MANO OBRA + EQUIPO</b>	<b>39,073,074.00</b>
<b>COSTO UNITARIO LOSA POR M2</b>	<b>60,672.48</b>



#### 4.5 ANÁLISIS DE COSTOS COLUMNAS PISO 4

Volumen total columnas piso 4 = 26.75 m<sup>3</sup>

Altura Columnas Piso 4 = 2.44 m

MATERIALES					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>I</b>	<b>COLUMNAS CONCRETO REFORZADO</b>				
1.1	Formaleta madera Tajillo sajo -3 usos	M3	26.75	140,895.83	3,768,963.54
1.2	Concreto simple 3000 psi	M3	26.75	204,940.00	5,482,145.00
	<b>Suma materiales</b>				<b>9,251,108.54</b>

MANO DE OBRA					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>II</b>	<b>COLUMNAS CONCRETO REFORZADO</b>				
2.1	Fundición concreto de obra	M3	26.75	90,000.00	2,407,500.00
2.2	Ingreso de arena	M3	14.84	1,200.00	17,808.00
2.3	Ingreso de triturado	M3	22.33	1,200.00	26,796.00
2.4	Descargue e Ingreso de cemento	BTO	188.00	100.00	18,800.00
	<b>Suma mano de obra</b>				<b>2,470,904.00</b>

EQUIPO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>II</b>	<b>ALQUILER DE EQUIPO</b>				
2.1	Mezcladora de concreto	DÍA	4.00	30,000.00	120,000.00
2.2	Pluma grúa	DÍA	4.00	60,000.00	240,000.00
2.3	Vibrador de concreto	DÍA	4.00	47,000.00	188,000.00
	<b>Suma equipo en alquiler</b>				<b>548,000.00</b>

<b>SUMA MATERIALES + MANO OBRA + EQUIPO</b>	<b>12,270,012.54</b>
<b>VALOR COLUMNA POR M3</b>	<b>458,692.06</b>

#### 4.6 ANÁLISIS DE COSTOS VIGAS DE CIMENTACIÓN

Volumen concreto total Vigas de cimentación = 52.72 M3

Longitud total Vigas de cimentación = 292.86 MI

<b>MATERIALES</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>I</b>	<b>VIGAS DE CIM. CONCRETO REFORZADO</b>				
1.1	Formaleta madera vigas - 3 usos	ML	292.86	4,600.00	1,347,156.00
1.2	Concreto simple de 3000 psi	M3	52.72	204,940.00	10,804,436.80
2.1	Ccto simple solado vigas 1:3:4	M3	7.39	168,350.00	1,243,938.15
	<b>Suma parcial</b>				<b>13,395,530.95</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>II</b>	<b>VIGAS DE CIM. CONCRETO REFORZADO</b>				
2.1	Concreto vigas cimentación	M3	52.72	70,000.00	3,690,400.00
2.2	Ingreso de arena	M3	22.81	1,200.00	27,372.00
2.3	Ingreso de triturado	M3	34.32	1,200.00	41,184.00
2.4	Descargue e Ingreso de cemento	BTO	369.04	100.00	36,904.00
2.5	Concreto solado de vigas	M2	147.78	3,500.00	517,230.00
	<b>Suma parcial</b>				<b>4,313,090.00</b>

<b>EQUIPO</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>III</b>	<b>ALQUILER DE EQUIPO</b>				
3.1	Mezcladora de concreto	DÍA	30.00	30,000.00	900,000.00
3.2	Vibrador de concreto	DÍA	30.00	47,000.00	1,410,000.00
	<b>Suma equipo en alquiler</b>				<b>2,310,000.00</b>

<b>COSTO TOTAL VIGAS CIMENTACIÓN</b>	<b>20,018,620.95</b>
<b>COSTO UNITARIO POR M3</b>	<b>379,715.88</b>
<b>COSTO UNITARIO POR ML</b>	<b>68,355.60</b>

#### 4.7 ANÁLISIS DE COSTOS ZAPATAS CUADRADAS

Volumen concreto zapatas total = 170,04 M3

Refuerzo total Zapatas 10,489 KG

Área Total Zapatas= 273.25 M2

MATERIALES					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>I</b>	<b>ZAPATAS CONCRETO REFORZADO</b>				
1.1	Concreto simple Zapatas de 3000 psi	M3	170.04	204,940.00	34,847,997.60
1.2	Ccto. para solado Zapatas 3000 psi	M3	20.64	204,940.00	4,230,289.50
1.3	Ccto. para Pedestales Zapatas	M3	16.68	204,940.00	3,418,399.20
1.4	Ccto. Ciclópeo	M3	12.25	133,364.00	1,633,709.00
	<b>Suma parcial</b>				<b>44,130,395.30</b>

MANO DE OBRA					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>II</b>	<b>ZAPATAS CONCRETO REFORZADO</b>				
2.1	Fundición concreto de obra	M3	170.04	40,000.00	6,801,600.00
2.2	Ingreso de arena	M3	94.37	1,200.00	113,246.64
2.3	Ingreso de triturado	M3	141.98	1,200.00	170,380.08
2.4	Descargue e Ingreso de cemento	BTO	1,190.28	100.00	119,028.00
2.5	Ccto. para solado Zapatas	M2	294.88	3,500.00	1,032,080.00
2.6	Ccto. para Pedestales Zapatas	M3	16.68	90,000.00	1,501,200.00
2.7	Ccto. Ciclópeo	M3	12.25	25,000.00	306,250.00
	<b>Suma parcial</b>				<b>10,043,784.72</b>

EQUIPO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>III</b>	<b>ALQUILER DE EQUIPO</b>				
3.1	Mezcladora de concreto	DÍA	50.00	30,000.00	1,500,000.00
	<b>Suma equipo en alquiler</b>				<b>1,500,000.00</b>

<b>COSTO ZAPATA CONCRETO SIMPLE</b>	<b>55,674,180.02</b>
<b>COSTO UNITARIO POR M3</b>	<b>327,418.14</b>
<b>COSTO UNITARIO POR M2</b>	<b>203,748.14</b>

#### 4.8 ANÁLISIS DE COSTOS GRADA

Volumen concreto = 1.71 m<sup>3</sup>

Longitud = 5,73 ml

Ancho de grada = 1,00 m

Huella = 0,28 m

Contrahuella = 0,18 m

MATERIALES					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>I</b>	<b>GRADA CONCRETO REFORZADO</b>				
1.1	Formaleta madera grada ( 2 usos)	GB	1.00	77,550.00	77,550.00
1.2	Concreto simple de 3000 psi	M3	1.71	204,940.00	350,447.40
	<b>Suma materiales</b>				<b>427,997.40</b>

MANO DE OBRA					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>II</b>	<b>GRADA CONCRETO REFORZADO</b>				
2.1	Fundición concreto de obra	GB	1.00	326,657.50	326,657.50
2.2	Ingreso de arena	M3	0.95	1,200.00	1,140.00
2.3	Ingreso de triturado	M3	1.43	1,200.00	1,716.00
2.4	Descargue e Ingreso de cemento	BTO	12.00	100.00	1,200.00
2.5	Desencofrado formaleta	M2	7.00	500.00	3,500.00
	<b>Suma mano de obra</b>				<b>334,213.50</b>

EQUIPO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>III</b>	<b>ALQUILER DE EQUIPO</b>				
3.1	Mezcladora de concreto	HORA	2.00	3,750.00	7,500.00
3.2	Pluma grúa	HORA	2.00	7,500.00	15,000.00
3.3	Vibrador de concreto	HORA	2.00	5,875.00	11,750.00
	<b>Suma equipo en alquiler</b>				<b>34,250.00</b>

<b>SUMA MATERIALES + MANO OBRA + EQUIPO</b>	<b>796,460.90</b>
<b>COSTO UNITARIO POR M3</b>	<b>465,766.61</b>
<b>COSTO UNITARIO POR ML</b>	<b>138,998.41</b>

#### 4.9 ANÁLISIS DE COSTO DE REFUERZO

<b>ACERO DE REFUERZO-KG</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR UNITARIO</b>	<b>VR TOTAL</b>
<b>I</b>	<b>ACERO DE REFUERZO</b>				
1.1	Acero de refuerzo PDR-60	KG	1.00	1,800.0	1,800.00
1.2	Alambre de amarre	KG	0.03	2,100.0	63.00
1.3	Instalación refuerzo figurado	KG	1.00	180.00	180.00
1.4	Descargue e Ingreso de refuerzo	KG	1.00	5.00	5.00
	<b>ACERO DE REFUERZO</b>	<b>KG</b>			<b>2,048.00</b>

Tabla 7. Cuadro comparativo entre los costos reales y los costos presupuestados

<b>ÍTEM</b>	<b>UND</b>	<b>COSTO</b>	
		<b>Real</b>	<b>Presupuestado</b>
Concreto simple 3000 psi	M3	204,940.00	197,750.00
Concreto simple 2500 psi para solado	M3	168,350.00	160,780.00
Concreto ciclópeo	M3	133,364.00	128,250.00
Mortero 1:4	M3	195,400.00	187,200.00
Formaleta Columna 3 usos	M3	140,895.83	156,375.00
Formaleta Columna 3 usos	ML	22,543.33	25,020.00
Formaleta madera vigas aéreas	ML	10,972.73	9883.00
Formaleta grada	ML	9,022.69	11,124.00
Vigas aéreas concreto reforzado	ML	67,130.30	109,630.00
Vigas metálicas en cajón	ML	44,150.32	61,566.00
Placa de entepiso en Metaldeck 2" calibre 22	M2	60,672.48	89,091.00
Columnas con concreto reforzado	M3	458,692.06	588,700.00
Vigas de cimentación en concreto reforzado	ML	68,355.60	47,762.00
Zapatas concreto reforzado	M3	327,418.14	388,836.36
Grada en concreto reforzado	ML	138,998.00	69,672.00
Acero de refuerzo	KG	2,048.00	2,823.00

## 5. CONCLUSIONES

La construcción comercial civil, busca un beneficio económico, que conlleva a reducir costos en los materiales (situación no presentada en la obra edificio Punto Centro), lo cual podría conducir a una mala calidad de la construcción en general. Instituciones como las curadurías deberían realizar un control exhaustivo a las obras de carácter privado, exigiéndoles pruebas de calidad y resistencia de los materiales, así como que todo lo estructuralmente construido este de acuerdo con los diseños y normas vigentes de la construcción, como ejemplo EMPOPASTO (empresa de obras sanitarias de Pasto) realiza esta intervención en lo que tiene que ver con la instalación hidro-sanitaria la cual realiza una inspección (es), con el fin de corroborar que lo instalado (construido) esté de acuerdo con los diseños y de acuerdo con las normas vigentes, para ello realiza un cobro antes de que la obra sea ejecutada.

Un proyecto de esta naturaleza debe tener una interventoría técnica administrativa y contable.

La planeación detallada comprometiendo en su análisis cada actividad de la construcción, permite que la obra tenga un ritmo de avance adecuado y sin retrasos, el tener realizados los análisis de costos permite tener criterio necesario al momento de contratar mano de obra.

El pagar actas parciales de mano de obra excesivamente altas, incluyendo todas la actividades realizadas en el periodo de esta no es lo más indicado, ya que en la siguiente acta las actividades a pagar pueden ser menores y el dinero no puede ser suficiente para pagar las nóminas de los contratistas, el dejar remanentes es un buen hábito ya que permite la realización de compensaciones monetarias.

Cada proceso de la construcción debe ser controlado específicamente y conviene verificar que cronológicamente las actividades se ejecuten en el tiempo y el orden indicado; además la verificación de la calidad de los materiales con la ayuda de ensayos de laboratorio es de gran importancia ya que permite que el resultado final sea el esperado, reduciendo posteriormente los costos de postventa.

La comunicación interna entre las personas encargadas del diseño, control, ventas y construcción de la obra permite que la obra transcurra sin mayores sobresaltos y retrasos, una única persona debería comunicar directamente al grupo específico de trabajo los



cambios o modificaciones en el diseño para que posteriormente no existiesen discrepancias entre lo ejecutado y lo propuesto.

La práctica empresarial es una excelente herramienta que brinda la Universidad del Cauca para que el estudiante se acerque a la realidad profesional, sin que ello conlleve al desconocimiento de las teorías impartidas en la etapa de pregrado. El conocimiento del comportamiento de los materiales dentro del proceso mismo de la construcción, técnicas constructivas y manejo administrativo propio de cada empresa constructora, además del contacto con el personal que labora en cada una de las actividades comprometidas en la construcción de este tipo de estructuras, es una experiencia enriquecedora para un futuro desempeño laboral en este campo de la ingeniería civil y más aún cuando se lleva al lado de empresas e ingenieros que dan lo mejor de sí para obtener el mejor resultado.

El presupuesto como parte de la planeación debe ser una actividad que refleje el verdadero costo del proyecto, tanto como una herramienta para analizar la viabilidad económica y financiera como un documento para el desarrollo de la construcción en la parte del control de costo; por lo tanto el presupuesto debe ser lo más elaborado y detallado posible.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BOTERO B Luís F, Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en la construcción, Revista Universidad Eafit 2002 #128

RIVERA LÓPEZ, Gerardo A. Concreto Simple. Popayán: Universidad del Cauca Popayán, 1992.

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Guías Técnicas Curso Construcción de Casas Sismo resistentes de 1 y 2 pisos. Antioquia. 2004

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas colombianas de diseño y construcción Sismo Resistente NSR – 98,1998

STEEL. Deck Steel, Manual de instalación del producto, Colmena, 2007.

ACESCO, Manual Técnico Metaldeck Grado 40, 2007

ACESCO, Manual de Instalación Metaldeck Grado 40, 2007

## **ANEXO A**

## ANEXO B

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE LÁMINA COLABORANTE

- **Historia**

Hace más de sesenta años, las siderúrgicas en Estados Unidos e Inglaterra, se estaban quedando con material sobrante de las coladas de acero, en espesores por debajo de 6mm y hasta 0.75mm que clasificaban en rollos de 4 a 10 toneladas cada uno. Cuando comenzaron a ver que les ocupaba mucho espacio, se pusieron de acuerdo con las Universidades y patrocinaron tesis de grado para que los investigadores le pusieran uso a estos materiales considerados hasta este momento como desperdicio. El coautor del Libro Estructuras en Concreto, de Neilsen & Winter. Pues este último señor, en la Universidad de Cornell, se dio a la tarea de comenzar a revisar qué hacer con los rollitos que les habían puesto de tarea los siderúrgicos. Seguramente después de muchos ensayos, los investigadores en cabeza del Profesor Winter, se dieron cuenta que cualquier sección, de cualquier material, al ser plegado adquiere resistencia (o capacidad de soportar cargas transversales), de manera que al tomar las bobinas de 1.20m de ancho y hacerlas pasar por una línea de rodillos, podían al final de los pasos de doblado, obtener una sección plegada en un ancho útil del orden de tres pies de ancho (90cm). Alguno de los investigadores debió tener el siguiente raciocinio:

Si una losa al soportar las cargas de las personas y de equipos, se flecta (se dobla su sección transversal), de la mitad de la sección transversal de la placa hacia arriba, se tienen compresiones y de la mitad hacia abajo se tienen tensiones. Si en la zona de las tensiones, hay que colocar acero para soportar las tensiones... Qué pasa si toda la parte inferior la coloco en acero y comienzo a usar las láminas que produce y que por el doblado que se le hizo son rígidas y van a soportar las personas que trabajan en la parte superior, para fundir el concreto?.

De esta manera nació la lámina colaborante Metaldeck™ (también conocida como steel deck). Con ensayos y con el tiempo, se dieron cuenta que para tener una mayor adherencia entre el concreto y la lámina colaborante, ésta última debe tener un troquelado o repujado y que si el material se usa en separaciones adecuadas, no se requiere colocar parales en la parte inferior para soportarlo y por tanto las obras se

pueden hacer más rápido y de una manera más limpia y se pueden comenzar actividades en las losas inferiores, que permiten una mayor rapidez de construcción, lo que permite obtener unos menores costos financieros

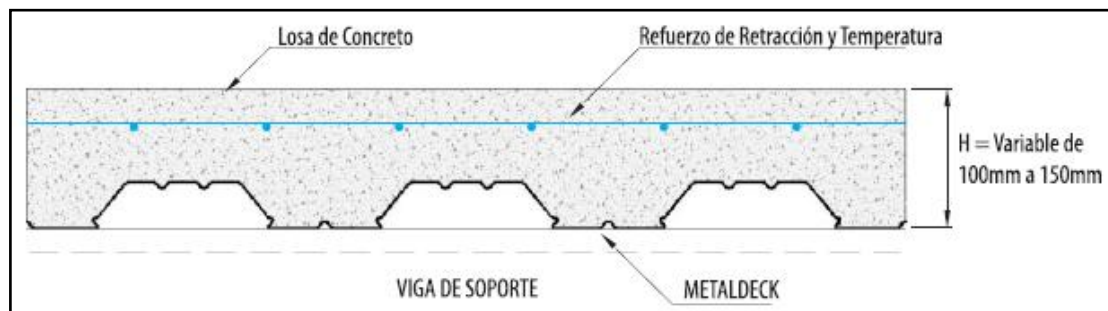
- **Descripción del sistema metaldeck**

El sistema **METALDECK** hace parte de un sistema de losas de entrepiso y de cubierta que incorpora láminas de acero formadas en frío (“steel deck”) y una losa de concreto reforzada vaciada sobre dichas láminas y que actúan de manera monolítica conformando una sección compuesta (“Composite Steel Floor Deck”).

Las láminas de acero tienen dos funciones principales:

- Servir de formaleta para el vaciado de la losa de concreto y cargas adicionales debido al proceso constructivo.
- Actuar como refuerzo positivo de la losa una vez el concreto haya fraguado. Esta propiedad de la lámina de actuar como refuerzo de la losa da las características de **lámina colaborante**.

El sistema puede utilizarse en edificios donde la estructura principal es en concreto o en acero y debe conectarse adecuadamente a las vigas principales de apoyo para servir de diafragma estructural y para, si así se proyecta, conformar elementos en construcción compuesta con dichas vigas. En la Figura se presenta el esquema general del sistema estructural de entrepiso **METALDECK**.



**Esquema General Del Sistema Metaldeck**

- **Lámina de metaldeck**

El acero utilizado es del tipo Laminado en Frío (Cold Rolled) con un comportamiento esencialmente elastoplástico, con esfuerzo de fluencia mínimo nominal igual a 2803kg/cm<sup>2</sup> (275Mpa) y con un módulo de elasticidad igual a 2.07\*10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia última es de 380 Mpa.

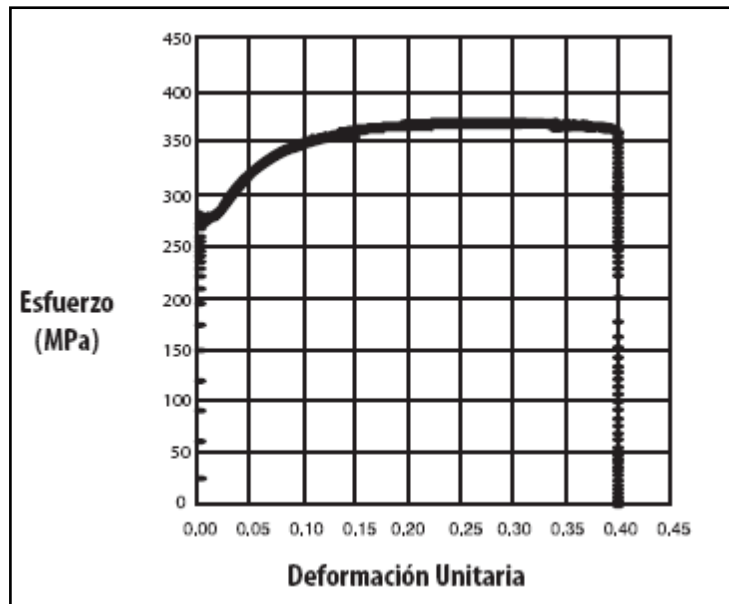


Ilustración 64. Curva Esfuerzo Deformación Típica Del Acero

El proceso de galvanizado se desarrolla a partir de láminas de acero Laminado en frío (Cold Rolled) las cuales se someten a un proceso de inmersión en caliente en un baño de zinc fundido para obtener los recubrimientos deseados, bajo las normas ICONTEC NTC 4011 y ASTM A-6531.

Generalmente el espesor de la lámina está dado para el material sin el recubrimiento de zinc en decimales de pulgada o de milímetros. En muchas situaciones se trabaja con el calibre de la lámina en cuyo caso el espesor de acero antes de la protección con pintura o metal debe cumplir con la siguiente tabla.

Calibre (tipo No.)	Espesor de diseño		Espesor mínimo	
	mm	Pulg.	mm	Pulg.
22	0.75	0.0295	0.720	0.0283
20	0.90	0.0354	0.855	0.0337
18	1.20	0.0472	1.140	0.0449
16	1.50	0.0591	1.425	0.0561

El espesor de la lámina utilizado en el diseño no debe tener en cuenta el recubrimiento en zinc u otro material para protección o acabado. Este es el espesor del acero base sin ningún tipo de recubrimiento. El recubrimiento en zinc o pintura no incrementa la capacidad estructural y por ende no debe ser tenido en cuenta en el diseño.

Debido a que existen tolerancias al momento de solicitar láminas o rollos de acero a cualquier proveedor, es razonable esperar algunas diferencias entre el espesor distribuido de un producto formado en frío y el espesor de diseño. Las especificaciones del SDI (Steel Deck Institute) permiten una tolerancia negativa en el espesor de un 5%, de allí que un 95% del espesor de diseño puede establecerse como el “espesor mínimo entregado” para la lámina Metaldeck formada en frío.

El METALDECK es formado a partir de hojas de acero de 1200mm de ancho con variación de longitud dependiendo de los rollos con los que se alimenta la maquina, cortándose a la medida por el formato respectivo. Una vez formado el producto, a partir del acero galvanizado, el ancho útil para los elementos resultantes es de 940mm para Metaldeck de 2” (MD2) y de 870mm para Metaldeck de 3” (MD3).

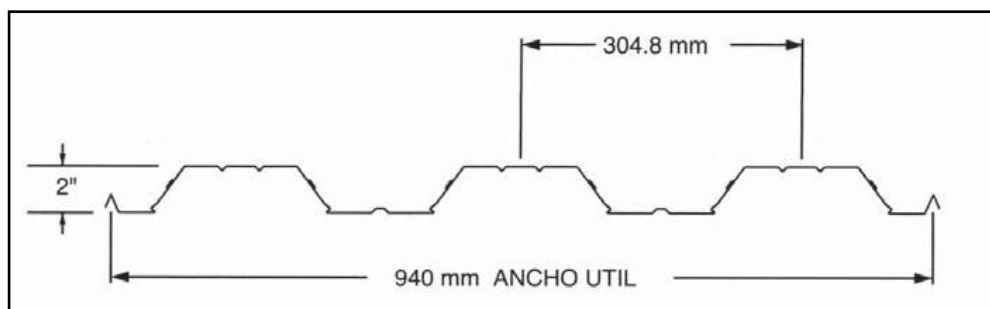


Ilustración 65. Geometría lámina de metaldeck 2"



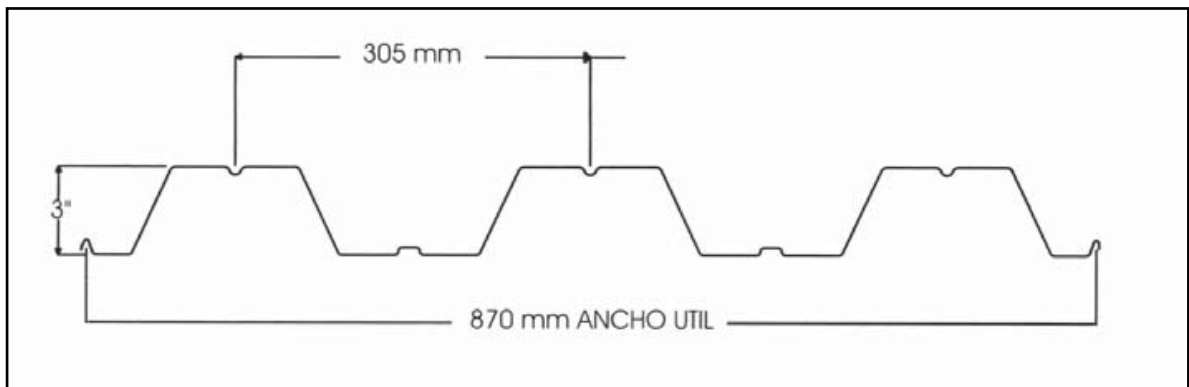


Ilustración 66. Geometría lámina de metaldeck 3"

Las láminas de METALDECK se conforman longitud dependiendo de los rollos máquina, cortándose a la medida lámina en frío el ancho útil para los elementos resultantes es de 94 cm para Metaldeck de 2" y de 87 cm para Metaldeck de 3" Las diferentes formas transversales disponibles además las dimensiones típicas nominales. La longitud máxima que puede solicitarse es de 11.50 metros, debido a las restricciones por transporte.

#### Tolerancias para la lámina de metaldeck

Parámetro de control de la lámina	Tolerancia
Longitud	$\pm 12\text{mm}$
Espesor	$\geq 95\%$ del espesor de diseño
Ancho efectivo	$-10\text{mm} + 20\text{mm}$
Flecha y curvatura	6mm en 3.00m
Borde de la lámina por fuera de la escuadra	10mm por metro de ancho de la lámina.

- **Funciones de la lámina de acero**

La lámina de acero tiene dos funciones principales que son:

1. Durante el proceso constructivo sirve como formaleta permanente o para conformar una plataforma segura de trabajo. Esta elimina la necesidad de armar y remover las formaletas temporales utilizadas en los sistemas tradicionales. Antes del endurecimiento

del concreto fresco, la lámina debe soportar su propio peso más el peso propio del concreto fresco y las cargas adicionales de construcción. Se deben verificar tanto los esfuerzos como las deflexiones máximos y compararlos con los valores máximos permitidos.

2. Como componente estructural definitivo conforma el refuerzo positivo de la losa. Una vez que el concreto alcanza su resistencia actúa con el acero en forma compuesta para resistir las cargas muertas y las cargas vivas sobre impuestas. La interacción se forma a partir de una combinación de adherencia superficial entre el concreto y el acero y por medios mecánicos mediante la restricción impuesta por la forma de la lámina a través de resaltes en la superficie, hendiduras o dispositivos para transferencia de cortante uniformemente espaciados. En este estado deben calcularse igualmente los esfuerzos y las deflexiones máximas y compararlos con los permitidos.

La losa de concreto con METALDECK y la viga de acero o concreto reforzado que sirve de apoyo a la misma, pueden interconectarse conveniente-mente mediante conectores de cortante para producir una sola unidad estructural a flexión la cual tiene mayor resistencia y rigidez que una losa y viga independientes.

- **Concreto**

El concreto a utilizar para la losa de entrepiso deberá cumplir con la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-98, La resistencia mínima a la compresión especificada para el concreto,  $f'c$ , será de 210 kg/cm<sup>2</sup> (3000 psi). No se permite el uso de aditivos o acelerantes que contengan sales clorhídricas ya que éstos pueden producir corrosión sobre la lámina de acero.

- **Malla de acero – refuerzo de repartición**

La malla de acero de refuerzo que se recomienda colocar en el sistema tiene el propósito fundamental de absorber los efectos de la retracción de fraguado del concreto y de los cambios térmicos que ocurran en el sistema. Esta malla o refuerzo conformado por barras con resistencia a la fluencia de al menos 4200 kg/cm<sup>2</sup> o por mallas electro-soldadas de alambroón debe tener un área mínima de 0.00075 veces el área de concreto por encima de

la lámina de Metaldeck, con un área de acero de por lo menos 0.6 cm<sup>2</sup> por metro de ancho de la losa (malla 15 x 15 y  $\phi = 5$  mm).

La malla ha demostrado ser eficiente en el control de la grietas en especial si se mantiene cercana a la superficie superior de la losa. Por otro lado se ha determinado que esta malla de acero tiene un efecto benéfico en las losas, consistentes en un incremento en la capacidad de carga de la misma, con respecto a una losa sin la malla de refuerzo.

- **Espesor de la losa y recubrimiento mínimo**

El recubrimiento mínimo de concreto por encima de la parte superior de la lámina de METALDECK ( $t_c$ ) debe ser de 50mm (2pulg.) Cuando se coloque refuerzo negativo adicional a la malla por temperatura y retracción, el recubrimiento mínimo de concreto por encima del este debe ser de 20mm.

De acuerdo con lo anterior los espesores mínimos totales recomendados para losas en METALDECK se resumen en la tabla:

Referencia	Altura de Lámina	Espesor Total Mínimo Concreto
Metaldeck 2"	50.8mm (2")	100mm (4")
Metaldeck 3"	76.2mm (3")	130mm (5")

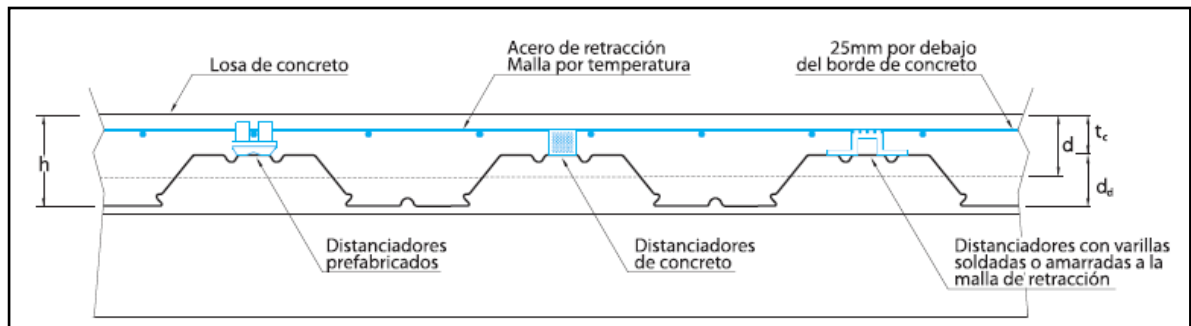


Ilustración 67. Nomenclatura básica para sección de losa con lámina colaborante

- **Fijación lateral**

Las láminas de acero deben sujetarse unas con otras en sentido transversal con tornillos auto-perforantes, remaches pop o puntos de soldadura (hasta calibre 20). La distancia entre estas fijaciones debe cumplir con la siguiente especificación:

Para Luz < 1.50m: Un (1) Tornillo en el centro de la luz.

Para Luz > 1.50m: un (1) Tornillo cada 36" (1000mm)

El detalle del traslapeo se muestra en la figura.

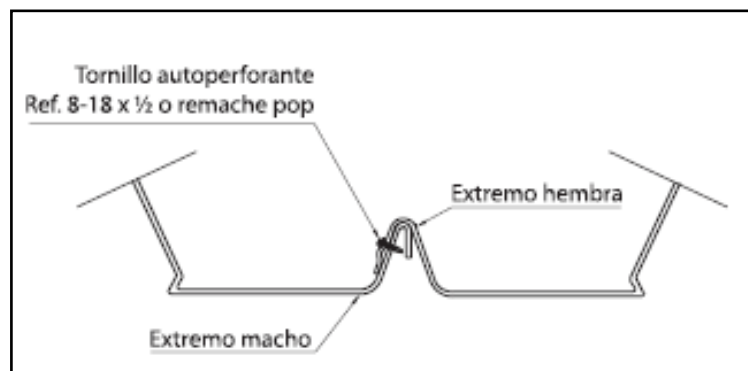


Ilustración 68. Detalle traslapeo lámina metaldeck

## ANEXO C

### COSTOS PRESUPUESTADOS

<b>CONCRETO SIMPLE DE 3.000 PSI</b>					<b>UND. M3</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. PARCIAL</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Cemento	Kg	430.00	350.00	150,500.00	
Triturado	M3	33,000.00	0.835	27,555.00	
Arena negra	M3	29,000.00	0.555	16,095.00	
Agua	Lt	20.00	180.00	3,600.00	
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>197,750.00</b>

<b>CONCRETO SIMPLE DE 2.500 PSI</b>					<b>UND. M3</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. PARCIAL</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Cemento	Kg	430.00	260.00	111,800.00	
Triturado	M3	33,000.00	0.84	27,555.00	
Arena negra	M3	29,000.00	0.63	18,125.00	
Agua	Lt	20.00	165.00	3,300.00	
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>160,780.00</b>

<b>CONCRETO CICLÓPEO</b>					<b>UND M3</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. PARCIAL</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Concreto simple de 2500 psi	M3	160,900.00	0.60	96,540.00	
Rajón	M3	800.00	0.40	320.00	
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>96,860.00</b>

<b>MORTERO 1:4 f'c = 240 Kg/c2</b>					<b>UND. M3</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. PARCIAL</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Cemento	Kg	430.00	360.00	154,800.00	
Arena blanca	M3	24,000.00	1.15	27,600.00	
Agua	Lt	20.00	240.00	4,800.00	
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>187,200.00</b>

FORMALETA COLUMNA 40x40					UND. MI
DESCRIPCIÓN	UND	VR. UNIT	CANT.	VR. PARCIAL	SUB-TOTAL
Tabla 17 cms Cepillada	und	4,000.00	6.67	26,680.00	
clavos	lbs	1,200.00	0.50	600.00	
Listón	und	2,000.00	3.89	7,780.00	
Guadua	und	2,500.00	16.00	40,000.00	
COSTO DIRECTO					75,060.00
USOS					3.00
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>25,020.00</b>

FORMALETA VIGA AÉREA					UND. ML
DESCRIPCIÓN	UND	VR. UNIT	CANT.	VR. PARCIAL	SUB-TOTAL
Tabla 17 cms Cepillada	und	4,000.00	4.50	18,000.00	
clavos	lbs	1,200.00	0.50	600.00	
Bastidor	und	800.00	6.00	4,800.00	
Guadua	und	2,500.00	2.50	6,250.00	
Desperdicios	%	23,400.00	0.00	0.00	
COSTO DIRECTO					29,650.00
USOS					3.00
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>9,883.00</b>

FORMALETA ESCALERAS					UND. ML
DESCRIPCIÓN	UND	VR. UNIT	CANT.	VR. PARCIAL	SUB-TOTAL
clavos	lbs	1200	1	1200	
Bastidor	und	800	0.89	712	
Guadua	und	2500	4.8	12000	
Desperdicios	%	33372	0	0	
COSTO DIRECTO					33372
USOS					3
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>11,124.00</b>

VIGA DE ENTREPISO EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI SECCION:45X55					UNID.: ML
DESCRIPCIÓN	UND	VR. UNIT	CANT.	VR. PARCIAL	SUB-TOTAL
Herramienta menor 5 % m de o.	%	22,241.67	0.05	1,112.08	1,112.08
Vibrador de inmersión	Hora	5,000.00	7.00	714.29	714.29

Ccto. Simple 3000 PSI premezclado	M3	286,300.00	0.248	70,859.25	
Formaleta	ML	10,628.00	1.00	10,628.00	
Desperdicios 5%	%	81,487.25	0.05	4,074.36	81,487.25
Cuadrilla B. Ml/día	Jornal	133,450.00	6.00	22,241.67	22,241.67
<b>COSTO DIRECTO</b>					105,555.29
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>109,630.00</b>

<b>INSTALACIÓN PERFIL ARMADO CAJÓN PHR 160X60X3.0 mm</b>					<b>UNID: ML</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. PARCIAL</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Herramienta menor 5 % m de o.	%	4,547.50	0.05	227.38	227.38
Equipo de soldadura	Hora	5,000.00	7.00	714.29	714.29
Perfil PHR 160x60x3.0 mm	ML	26,703.39	2.000	53,406.78	
Desperdicios 5%	%	53,406.78	0.05	2,670.34	56,077.12
Cuadrilla G. Ml/día	Jornal	90,950.00	20.00	4,547.50	4,547.50
<b>COSTO DIRECTO</b>					61,566.28
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>61,566.00</b>

<b>LOSA COLABORANTE METALDECK 2" CALIBRE 20 h=12 cm</b>					<b>UNID: M2</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. PARCIAL</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Herramienta menor 5 % m de o.	%	15,776.00	0.05	788.80	788.80
Vibrador de inmersión	Hora	5,000.00	10.00	500.00	
Equipo de soldadura	Hora	5,000.00	12.00	416.67	916.67
Ccto. Simple 3000 PSI premezclado	M3	286,300.00	0.095	27,198.50	
Formaleta metaldeck	M2	6,433.00	1.00	6,433.00	
Metaldeck 2" calibre 20	ML	27,599.36	1.00	27,599.36	
Malla electro soldada	kg	6,170.21	1.00	6,170.21	
Distanciadores varilla 1/4"	kg	2,250.00	0.16	360.00	
Conector de cortante varilla 5/8"	kg	2,250.00	0.40	900.00	
Pernos autoperforantes	un	140.00	3.00	420.00	
Tabla común	un	4,000.00	0.18	720.00	
Desperdicios 5%	%	36,169.57	0.05	1,808.48	71,609.55
Cuadrilla A. M2/día	Jornal	197,200.00	12.50	15,776.00	15,776.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					89,091.02
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>89,091.00</b>



<b>COLUMNAS 0.40 X 0.40 M. CONCRETO 3500 PSI</b>					<b>UNID: M3</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. PARCIAL</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Herramienta menor 5 % m de o.	%	16,433.33	0.05	821.67	821.67
Vibrador de inmersión	Hora	5,000.00	15.00	333.33	333.33
Ccto. Simple 3500 PSI premezclado	M3	299,600.00	0.160	47,936.00	
Formaleta	ML	25,020.00	1.00	25,020.00	
Desperdicios 5%	%	72,956.00	0.05	3,647.80	76,603.80
Cuadrilla A. Ml/día	Jornal	197,200.00	12.00	16,433.33	16,433.33
<b>COSTO DIRECTO</b>					94,192.13
<b>COSTO TOTAL ML</b>					94,192.00
<b>COSTO TOTAL M3</b>					<b>588700</b>

<b>ÍTEM: VIGA DE CIMENTACIÓN 0.30 X 0.40 M, CONCRETO 3000 PSI</b>					<b>UNID: ML</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. PARCIAL</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Herramienta menor 5 % m de o.	%	6,672.50	0.05	333.63	333.63
Mezcladora Cap. 1 bulto	Hora	7,500.00	12.50	600.00	
Vibrador de inmersión	Hora	5,000.00	12.50	400.00	1,000.00
Concreto simple de 3000 psi	M3	197,550.00	0.160	31,608.00	
Concreto de limpieza 1:4:8	M3	116,720.00	0.020	2,334.40	
Formaleta	GB	3,920.00	1.00	3,920.00	
Desperdicios 5%	%	37,862.40	0.05	1,893.12	39,755.52
Cuadrilla B. Ml/día	Jornal	133,450.00	20.00	6,672.50	6,672.50
<b>COSTO DIRECTO</b>					47,761.65
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>47,762.00</b>

<b>ESCALERA EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI</b>					<b>UNID: ML</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. PARCIAL</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Herramienta menor 5 % m de o.	%	32,866.67	0.05	1,643.33	
Mezcladora Cap. 1 bulto	Hora	7,500.00	12.00	625.00	
Vibrador de inmersión	Hora	5,000.00	12.00	625.00	2,893.33
Concreto simple de 3000 psi	M3	197,550.00	0.13	25,681.50	
Formaleta	ml	11,124.00	1.00	11,124.00	
Desperdicios 5%	%	36,805.50	0.05	1,840.28	36,805.50
Cuadrilla A. M2/día	Jornal	197,200.00	6.00	32,866.67	32,866.67
<b>COSTO DIRECTO</b>					69,672.17
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>69,672.00</b>

<b>ACERO DE REFUERZO</b>					<b>UNID: KG</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. PARCIAL</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Herramienta menor 5 % m de o.	%	354.17	0.05	17.71	17.71
Acero de refuerzo PDR-60	KG	2,250.00	1.00	2,250.00	
Alambre de amarre	KG	2,800.00	0.03	84.00	2,334.00
Desperdicios %	%	2,334.00	0.05	116.70	116.70
Cuadrilla D - Kg/día	Jornal	21,250.00	60.00	354.17	354.17
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>2,822.58</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>2,823.00</b>