



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN

PRÁCTICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL EN LA CONSTRUCTORA M&L GROUP S.A.S. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CLÍNICA REINA VICTORIA



ANDRÉS FELIPE BENÍTEZ ORDÓÑEZ

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN (CAUCA)
2017**



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN

**PRÁCTICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL EN LA CONSTRUCTORA M&L
GROUP S.A.S. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CLÍNICA REINA VICTORIA**



ANDRÉS FELIPE BENÍTEZ ORDÓÑEZ

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR
ING. FREDY ARTURO JARAMILLO OTERO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN (CAUCA)
2017**



Nota de Aceptación

El Director y los Jurados han evaluado este documento, escuchando la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al egresado para que desarrolle las gestiones administrativas para optar al título de Ingeniero Civil.

Presidente del Jurado

Jurado

Director

Popayán, 26 de Julio de 2017



Dedico este logro a mi familia, especialmente a mis padres, quienes han sido fundamentales en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica como de la vida, por brindarme su apoyo incondicional y nunca dejar de creer en mí.



AGRADECIMIENTOS

A mis padres quienes día a día lucharon para brindarme todo lo necesario para que este sueño se hiciera realidad, por los consejos y por la fortaleza para no desfallecer en este camino.

A todos aquellos familiares y amigos que estuvieron a mi lado aconsejándome y apoyándome para lograr este objetivo tan importante en mi vida.

A mis compañeros Juan Camilo Rosero y Yhonathan Pacheco con quienes me apoyé mutuamente en nuestra formación profesional y que en el transcurso del tiempo se convirtieron en grandes amigos permitiéndome disfrutar más este proceso.

Al grupo de trabajo de la Constructora M&L que me abrieron sus puertas para adquirir la experiencia laboral que me convierta en alguien competitivo.

Y a mis profesores quienes se esforzaron, tuvieron paciencia y nunca desistieron al enseñarme y transmitirme todos los conocimientos para ser un buen profesional.

Por último agradecer a la Universidad del Cauca que me acogió y me abrió sus puertas para cumplir esta meta, y me permitió vivir esta experiencia tan enriquecedora como es estudiar en una universidad pública.

Todo esto ha sido posible gracias a ustedes. ¡Muchas gracias!



CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	12
INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS	14
1.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
2. INFORMACION GENERAL	15
2.1. EMPRESA RECEPTORA	15
2.2. TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA	17
2.3. TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA.....	17
2.4. DURACIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL.....	17
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	18
3.1. GENERALIDADES	18
3.2. LOCALIZACIÓN	20
4. METODOLOGÍA.....	22
5. CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	23
6. ESTADO DE LA OBRA AL INICIAR LA PASANTÍA	24
7. EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA	25
7.1. CAPÍTULO I. CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.....	25
7.1.1. Prueba de Asentamiento.....	25
7.1.2. Elaboración de cilindros de ensayo	26
7.1.3. Análisis de Resultados de los ensayos.....	28
7.1.4. Actividades de control por parte del pasante de ingeniería	29
7.2. CAPÍTULO II. COLUMNAS	30
7.2.1. Descripción del refuerzo.....	30
7.2.2. Colocación de la Formaleta	35



7.2.3.	Especificaciones del concreto empleado	36
7.2.4.	Cuantías del acero de refuerzo empleado	38
7.2.5.	Tiempo de construcción	40
7.2.6.	Actividades de control por parte del pasante de ingeniería	41
7.3.	CAPÍTULO III. LOSA DE ENTREPISO	43
7.3.1.	Procedimiento	44
7.3.2.	Cantidades de acero empleado	47
7.3.3.	Fundición de la losa	49
7.3.4.	Duración de la construcción	52
7.3.5.	Actividades de control por parte del pasante de ingeniería	53
7.4.	CAPÍTULO IV. ESTRUCTURA METÁLICA.....	54
7.4.1.	Descripción	54
7.4.2.	Montaje de los elementos estructurales (Columnas)	55
7.4.3.	Duración del montaje	58
7.4.4.	Actividades de control por parte del pasante de ingeniería	58
7.5.	CAPÍTULO V. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	59
7.5.1.	Mortero de nivelación del segundo piso.....	59
7.5.2.	Descapote del lote destinado a parqueadero	62
7.5.3.	Registro diario de las actividades realizadas durante el día	65
8.	CONCLUSIONES	66
9.	OBSERVACIONES	67
10.	BIBLIOGRAFÍA	68



LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Cantidades de acero de refuerzo para columnas con dimensiones 70x70cm.</i>	38
Tabla 2. <i>Cantidades de acero de refuerzo para columnas con dimensiones 80x80 cm.</i>	38
Tabla 3. <i>Resumen de cantidades de acero de refuerzo para columnas.</i>	39
Tabla 4. <i>Figuración de los estribos para las columnas.</i>	40
Tabla 5. <i>Cálculo del concreto premezclado empleado en la fundición de las columnas del quinto piso.</i>	41
Tabla 6. <i>Cantidades de lámina MeisaDeck en losa del sexto piso.</i>	47
Tabla 7. <i>Cantidad de malla electrosoldada en losa de entrepiso.</i>	48
Tabla 8. <i>Cantidades de acero de refuerzo en la losa del sexto piso.</i>	48
Tabla 9. <i>Volumen del movimiento de tierra obtenido en el descapote.</i>	64



LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1. Imagen corporativa.</i>	15
<i>Figura 2. Render de la fachada de la Clínica.</i>	18
<i>Figura 3. Ubicación del proyecto en mapa satelital.</i>	20
<i>Figura 4. Localización por ejes en planta.</i>	21
<i>Figura 5. Estado de la obra, 20 Nov 2016.</i>	24
<i>Figura 6. Medición del asentamiento por cono Slump.</i>	26
<i>Figura 7. Toma de muestras para ensayo a compresión.</i>	26
<i>Figura 8. Cilindros de concreto para ensayo a compresión.</i>	27
<i>Figura 9. Desencofrado de cilindros de concreto para ensayo a compresión.</i>	27
<i>Figura 10. Resultado del ensayo de resistencia a la compresión.</i>	28
<i>Figura 11. Refuerzo transversal de las columnas 70 x 70.</i>	31
<i>Figura 12. Despiece de las columnas 70 x 70.</i>	31
<i>Figura 13. Refuerzo transversal de las columnas 70 x 70 en los nudos.</i>	32
<i>Figura 14. Refuerzo transversal de las columnas 80 x 80.</i>	33
<i>Figura 15. Refuerzo transversal de las columnas 80 x 80 en los nudos.</i>	33
<i>Figura 16. Despiece de las columnas 80 x 80.</i>	34
<i>Figura 17. Colocación de acero de refuerzo transversal en columna.</i>	34
<i>Figura 18. Colocación de la formaleta metálica en columna.</i>	35
<i>Figura 19. Apuntalamiento de la formaleta metálica.</i>	35
<i>Figura 20. Remisión de concreto premezclado en planta.</i>	36
<i>Figura 21. Elevación de concreto por medio de la torre grúa.</i>	37
<i>Figura 22. Vibrado del concreto en una columna.</i>	37
<i>Figura 23. Tabla de características principales del acero corrugado.</i>	39
<i>Figura 24. Detalle de doblamiento y traslapo de barras.</i>	42
<i>Figura 25. Corte longitudinal y transversal de la lámina colaborante.</i>	43
<i>Figura 26. Apuntalamiento de las vigas y viguetas.</i>	44
<i>Figura 27. Colocación de malla electrosoldada para losa del sexto piso.</i>	44
<i>Figura 28. Traslapo de malla electrosoldada para losa del sexto piso.</i>	45
<i>Figura 29. Colocación de panelas de concreto para garantizar recubrimiento.</i>	45
<i>Figura 30. Colocación de refuerzo en las esquinas y voladizo.</i>	46
<i>Figura 31. Detalle de refuerzo en las esquinas.</i>	46
<i>Figura 32. Distribución de la lámina MeisaDeck en el plano.</i>	47
<i>Figura 33. Bomba estacionaria schwing sp 500.</i>	49
<i>Figura 34. Fundición de la losa de entrepiso día 1.</i>	49
<i>Figura 35. Fundición de la losa de entrepiso día 2.</i>	50
<i>Figura 36. Vista en planta del plano de la fundición de la losa de entrepiso.</i>	50



Figura 37. Realizando el acabado sobre la losa.	51
Figura 38. Curado de la losa sin protección.	51
Figura 39. Detalle de conexión continuación columna 70x70 cm.	54
Figura 40. Radios de giro de la torre grúa.	55
Figura 41. Izaje de columna mediante torre grúa.	55
Figura 42. Chequeo de verticalidad mediante plomo.	56
Figura 43. Marca para ajuste a 2/3 de giro.	56
Figura 44. Aplicando soldadura en unión de columnas.	57
Figura 45. Panorámica del izaje de las columnas del sexto y séptimo piso.	57
Figura 46. Nivel de agua empleando manguera.	59
Figura 47. Preparación del material para realizar el mortero de nivelación.	60
Figura 48. Realización del mortero de nivelación en el segundo piso.	60
Figura 49. Dilatación del mortero con SikaRod en la junta.	61
Figura 50. Excavación preliminar.	62
Figura 51. Inicio del descapote del lote.	63
Figura 52. Descapote del lote para parqueadero.	63
Figura 53. Registro escrito en la bitácora de obra.	65



LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO 1: COPIA RESOLUCIÓN No. 073 DE 2017.	69
ANEXO 1: COPIA RESOLUCIÓN No. 520 DE 2016.	70
ANEXO 2: COPIA CERTIFICACIÓN PRÁCTICA PROFESIONAL.	71



RESUMEN

El trabajo de grado en modalidad de práctica profesional (pasantía), se desarrolló durante el periodo comprendido entre el 20 de Noviembre de 2016 hasta el 12 de Marzo del año 2017. El estudiante se desempeñó como auxiliar de Ingeniería Civil en la construcción de la Clínica Reina Victoria en la ciudad de Popayán, obra que se encuentra a cargo de la CONSTRUCTORA INVERSIONES M&L GROUP S.A.S.

Durante este periodo de la práctica profesional se combinó el trabajo, realizando principalmente actividades en obra referentes a la supervisión de los procesos constructivos, verificando el cumplimiento de las especificaciones establecidas en los diseños. Igualmente se realizaron actividades de oficina que implicaron labores administrativas tales como; planeación de obra, control y manejo de material, y revisión de planos.

Las actividades desarrolladas para alcanzar los objetivos propuestos se realizaron de manera progresiva cumpliendo con el tiempo establecido en el cronograma, obteniendo como resultando final una práctica llena de conocimientos y experiencias que permitió complementar todo aquellos conocimientos adquiridos durante el periodo de formación académica.

Se resalta que toda la información descrita es resultado de la observación y que la información que se anexa es fruto del trabajo en campo del pasante, aquellos cálculos para diseño y planos fueron facilitados por la empresa constructora. Las imágenes son la evidencia del trabajo del pasante en el proyecto.



INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería Civil a partir del año 2001 implementó el trabajo de grado para optar al título como ingeniero civil y el consejo de facultad mediante la resolución N°820 del 14 de Octubre de 2014 concedió la posibilidad de que el estudiante, mediante la modalidad de pasantía pueda realizar su trabajo de grado.

Con el presente anteproyecto se pretende optar por el título de ingeniero civil dando cumplimiento al requisito de trabajo de grado en la modalidad de práctica profesional. Para esto se seguirá un cronograma establecido en el presente documento realizando el trabajo de auxiliar de ingeniería en la obra civil **CLÍNICA REINA VICTORIA**, llevada a cabo en la ciudad de Popayán por la **Constructora M&L Group S.A.S.** Con el cual se pretende que el estudiante adquiera experiencia en el campo de la construcción y en los procesos relacionados a esta, además de ampliar los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera universitaria, y que a su vez estos en conjunto, le permitan desempeñarse de una manera más óptima en una futura vida profesional.

En este documento se darán a conocer la metodología que se seguirá junto al cronograma previsto para la realización del trabajo de grado con la modalidad de pasantía, como lo estipula el Acuerdo N° 027 de 2012 del Consejo Superior Universitario y la resolución N° 820 de 2014.



1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Participar como auxiliar de ingeniería, realizando el control y seguimiento de obra en la construcción de la CLÍNICA REINA VICTORIA en la ciudad de Popayán, durante el periodo de la pasantía.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el control de calidad del concreto empleado en la fundición de las columnas del piso quinto y de la losa del sexto piso.
- Realizar un seguimiento detallado de los procesos constructivos realizados en la obra y verificar que estos cumplan con las especificaciones de la norma NSR-10.
- Realizar el control y seguimiento al montaje de la estructura metálica de las columnas del sexto y séptimo piso.
- Observar los procesos constructivos y realizar el respectivo registro escrito y fotográfico de las actividades diarias realizadas en la obra.
- Realizar las cuantías del material empleado en la fundición de las columnas del quinto piso y de las losa del sexto piso.



2. INFORMACION GENERAL

2.1. EMPRESA RECEPTORA

CONSTRUCTORA M&L GROUP S.A.S.

Figura 1. Imagen corporativa.



Fuente: Constructora M&L Group S.A.S

Constructora M&L Group S.A.S. Ofrece servicios especializados en el sector constructivo de salud, implementando el factor ambiental como pionero en el desarrollo de proyectos clínicos de mediano y alto nivel, brindando así satisfacción y confianza de todos los que forman parte de cada proyecto como lo son los clientes, contratistas, proveedores y personas que utilizan los diferentes mercados en la organización.

OBJETIVO RETADOR

Ser una empresa reconocida a nivel regional para el año 2020, liderando el mercado por su calidad e innovación.

PRINCIPIOS CORPORATIVOS

- Responsabilidad
- Vocación de servir
- Eficacia
- Seguridad Honestidad



VALORES CORPORATIVOS

- Trabajo en equipo
- Mejoramiento continuo
- Seguimiento de riesgos internos y externos

SERVICIOS

M&L GROUP cuenta con un gran equipo de profesionales de las diferentes áreas del sector, apoyado con gran tecnología de punta, con instalaciones óptimas para la atención y satisfacción de particulares o pertenecientes a las entidades de salud.

Desarrolla proyectos que permiten tener en diferentes regiones del país instalaciones constructivas para la prestación de servicios en diferentes niveles de complejidad.

- Un amplio grupo de proveedores outsourcing
- Convenios vigentes con entidades del sector
- Acompañamiento continuo de instituciones y profesionales.

UBICACIÓN

C.C Unicentro Cra 100 5 - 169, Cali
Local 402
Tel: 317 658 9271
info@construtoramyl.com

DIRECTOR DE OBRA:

Doctor OSCAR DAVID MIRANDA URREGO

INGENIEROS RESIDENTES:

Ing. ANA MARÍA LOSADA
Ing. YHONATHAN DANILO PACHECO



2.2. TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Ing. Fredy Arturo Jaramillo Otero

2.3. TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA



Ing. Yhonathan Danilo Pacheco Agredo
Egresado de la Universidad del Cauca.

2.4. DURACIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

La modalidad adoptada con la que se desarrolló el trabajo de grado tuvo una duración de quinientas ochenta (580) horas, iniciándose el veinte (20) de Noviembre de 2016 hasta el doce (12) de Marzo del año 2017, teniendo en cuenta que la asistencia se realizó a media jornada de lunes a sábado mientras terminaba las asignaturas pendientes y posteriormente a jornada continua de lunes a sábado hasta cumplir con las 576 horas exigidas por la universidad.



3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. GENERALIDADES

Figura 2. Render de la fachada de la Clínica.



Fuente: Francisco Amalla, 2015

Reina Victoria es un proyecto clínico y comercial ejecutado por la Constructora M&L Group S.A.S. Este proyecto está destinado a ser una obra de gran importancia para la ciudad de Popayán.



La clínica reina victoria Popayán, es la unidad constructiva medico quirúrgica más avanzada del cauca, con una capacidad de 150 camas para pacientes hospitalizados y pacientes en unidad de cuidados intensivos, la clínica es un nuevo complejo médico con un área de 15.500 m² en nueve (9) pisos proyectada para atender a más de 1500 personas diarias dentro de sus amplias instalaciones, donde se encuentran las diferentes áreas para los servicios de:

- Área de imágenes diagnosticas e hemodinamia.
- Área de urgencias.
- Locales comerciales.
- Laboratorio clínico.
- Banco de sangre.
- Cafetería Zona de parqueaderos
- Área de cirugía con 7 quirófanos
- Unidad de cuidados intensivos
- Unidad de cuidados intermedios
- Área de prepartos y partos
- Hospitalización
- Consultorios médicos de diferentes especialidades



3.2. LOCALIZACIÓN

El proyecto se encuentra ubicado en el barrio LA ESTANCIA, en la calle 15 N #5-18, diagonal a Asmet Salud. La clínica se encuentra ubicada en el complejo clínico de la ciudad de Popayán siendo esta una de las más grandes del sur occidente colombiano.

Figura 3. Ubicación del proyecto en mapa satelital.



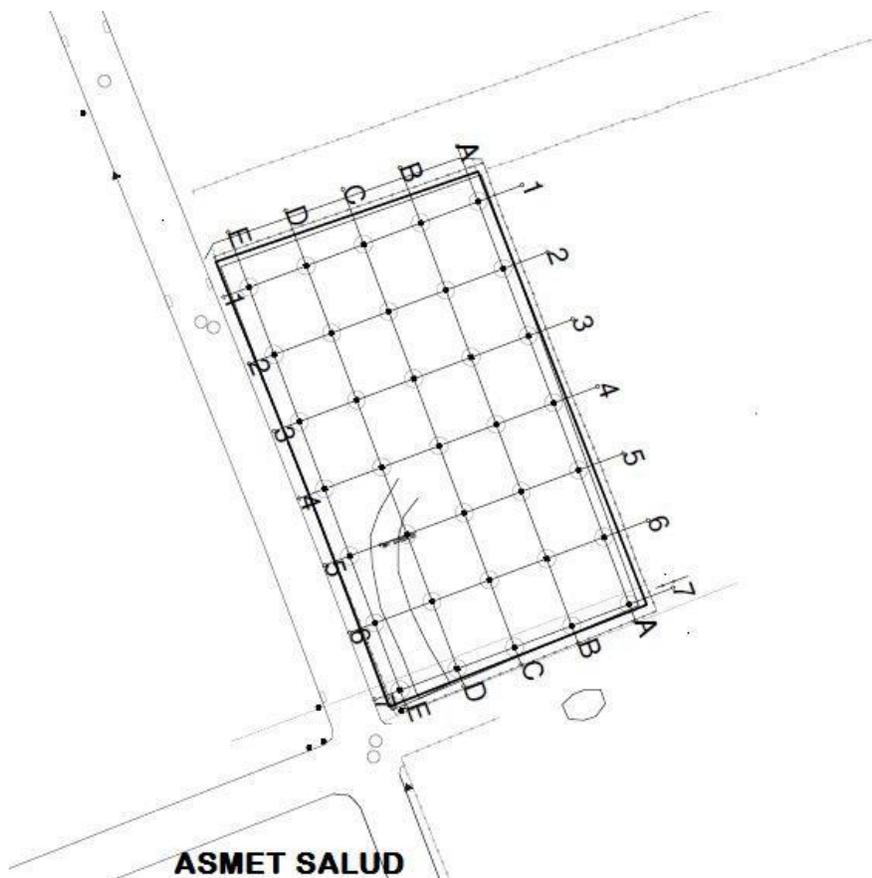
Fuente: Google Maps

Al ser un proyecto clínico que posee servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y atención de urgencias, se clasifica en el Grupo IV- Edificaciones indispensables y debe estar diseñada para funcionar durante y después del sismo.



La obra está referenciada por ejes del A al E y del 1 al 7, y para el presente trabajo se mencionarán los distintos elementos de la construcción empleando dichos ejes, de la siguiente manera:

Figura 4. Localización por ejes en planta.



Fuente: Alexander Palta, 2015

Cada coordenada del anterior plano constituye un caisson, cabezal y columna por lo que se tienen un total de treinta y cinco de cada uno de estos elementos.



4. METODOLOGÍA

Esta práctica se desarrolló en torno a las actividades descritas en los cinco capítulos que abarcan lo ejecutado en la pasantía. Los cinco capítulos son los siguientes:

CAPÍTULO I. CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

- Control de calidad del concreto.
- Elaboración de cilindros de ensayo.
- Análisis de los resultados de los especímenes de ensayo.

CAPÍTULO II. COLUMNAS

- Descripción del refuerzo.
- Colocación de la formaleta metálica.
- Especificaciones del concreto empleado.
- Cuantías de material.

CAPÍTULO III. LOSA DE ENTREPISO

- Procedimiento.
- Fundición de la losa.
- Cuantías de material.

CAPÍTULO IV. ESTRUCTURA METÁLICA

- Izaje de columnas.
- Duración del montaje.

CAPÍTULO V. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Mortero de nivelación.
- Descapote del terreno destinado para parqueadero.



5. CRONOGRAMA DE TRABAJO

ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semana																
<i>Inducción, reconocimiento de la obra y familiarización con las tareas a cargo</i>																
<i>Realizar la prueba de asentamiento y elaborar los cilindros de muestra del concreto</i>																
<i>Comparación y análisis de los resultados de los ensayos de resistencia del concreto</i>																
<i>Informe #1</i>																
<i>Registro diario detallado y control del avance de obra</i>																
<i>Chequear en el acero de refuerzo longitud de: desarrollo, traslapo, ganchos y recubrimiento.</i>																
<i>Informe #2</i>																
<i>Registro de conexiones y del tiempo del montaje de la estructura metálica</i>																
<i>Presenciar las actividades constructivas en la obra y verificar que estas cumplan con las especificaciones de la norma</i>																
<i>Informe #3</i>																
<i>Calculo de cuantías del material empleado en la obra</i>																
<i>Presentación del informe final y correcciones</i>																



6. ESTADO DE LA OBRA AL INICIAR LA PASANTÍA

Al iniciar la pasantía, el avance de la obra se encuentra en el siguiente estado:

- Las losas hasta el quinto piso se encuentran fundidas.
- El montaje de la estructura metálica está desarrollado hasta el sexto piso.

A continuación, se puede constatar gráficamente lo anteriormente dicho:

Figura 5. Estado de la obra, 20 Nov 2016.



Fuente: Autoría propia.



7. EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA

Las actividades se realizaron de acuerdo con lo estipulado por la Universidad del Cauca en el programa de Ingeniería Civil para el Trabajo de grado mediante la modalidad de PRÁCTICA PROFESIONAL y por medio de la Resolución No. 820 del 14 de octubre del 2014.

7.1. CAPÍTULO I. CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.

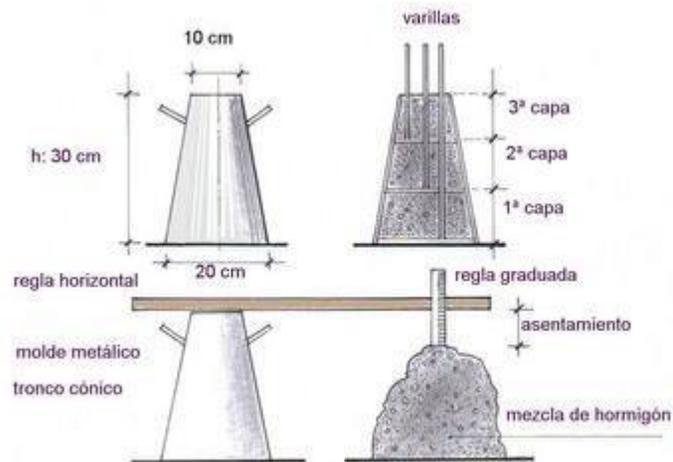
Esta actividad se le realizó al concreto utilizado para las columnas del quinto piso y la losa del sexto piso. A continuación se hace una descripción detallada de los procedimientos que se llevaron a cabo para este capítulo:

El concreto es transportado por medio de un Mixer y al llegar al sitio dependiendo de las condiciones del terreno, se procede al vaciado en forma directa, por medio de la bomba o a través de la torre grúa. En el caso de la fundición de las columnas del quinto piso, se utilizó la torre grúa, y para la fundición de la losa del sexto piso se realizó mediante bomba estacionaria (Este procedimiento se verá más detalladamente en el capítulo III).

7.1.1. Prueba de Asentamiento

Al concreto de cada Mixer se le realiza el ensayo de asentamiento y de ser necesario se le agrega algún aditivo según las instrucciones en la planta para lograr la fluidez requerida en la obra.

Figura 6. Medición del asentamiento por cono Slump.

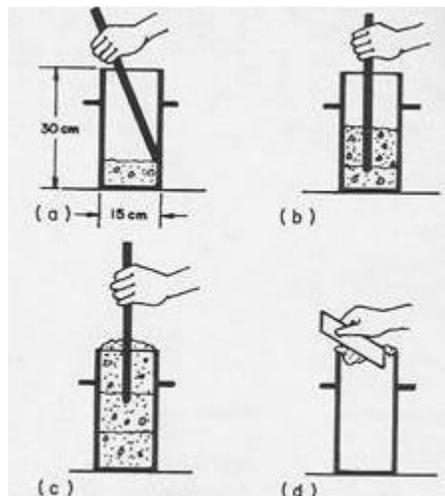


Fuente: www.construmatica.com/construpedia/Cono_de_Abrams

7.1.2. Elaboración de cilindros de ensayo

En cada fundición se elige un Mixer aleatoriamente y se elaboran (3) tres cilindros de ensayo, estos especímenes de ensayo son muestras que posteriormente deben ser llevadas al laboratorio para las correspondientes pruebas de resistencia.

Figura 7. Toma de muestras para ensayo a compresión.



Fuente: www.sioingenieria.com/sitio/contenidos_mo.php?it=501

Figura 8. Cilindros de concreto para ensayo a compresión.



Fuente: autoría propia.

Nota: Estos cilindros de ensayo fueron debidamente desencofrados, marcados y registrados para llevar el control de resistencias en cada fundición.

Las muestras fueron removidas de su molde en un tiempo de 24 horas después de su elaboración y el almacenamiento se llevó a cabo por inmersión en agua debidamente saturada con hidróxido de calcio según la norma INV E-402 07.

Figura 9. Desencofrado de cilindros de concreto para ensayo a compresión.



Fuente: autoría propia.



7.1.3. Análisis de Resultados de los ensayos

La metodología que se siguió en este proceso fue la siguiente: Una vez elaborados los tres (3) cilindros, se envían a probar parejas de cilindros de la misma edad y se deja el otro cilindro para probarlo después de la edad especificada por el calculista con el fin de determinar cómo ha sido el desarrollo de la resistencia.

Figura 10. Resultado del ensayo de resistencia a la compresión.

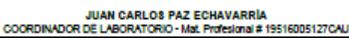
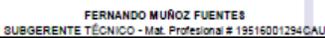





RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO I.N.V. E - 410 - 13														FOL-32 Versión 02 Noviembre de 2014 Página 1 de 1			
CLIENTE: Inversiones M&L Group S.A.S										ORDEN SERVICIO No.:				1641			
OBRA: Proyecto Clínico Reina Victoria														1626			
LOCALIZACIÓN OBRA: Calle 15N # 2-350 barrio La Estancia																	
CONTRATISTA: Inversiones M&L Group S.A.S																	
INTERVENTORIA: N.A																	
										SIGLA: REVI		HOJA No: 10					
MUESTRA No.	NÚMERO CLIENTE	TIPO DE MUESTRA	ELEMENTO Y UBICACIÓN DE TOMA DE LA MUESTRA	FECHA VACIADO	FECHA PRUEBA	EDAD (Días)	LECTURA CARGA KN	ÁREA mm ²	RESISTENCIA OBTENIDA			RESISTENCIA ESPECIFICADA			EVOLUCIÓN %	ASENTAMIENTO	OBSERVACIONES
									Kg/cm ²	PSI	Mpa	Kg/cm ²	PSI	Mpa			
70	1	CIL 6"	Columnas piso 5	09-sep-2016	08-oct-2016	29	623,7	18748	332,7	4753	33,3	280	4000	28,0	118,8	N.S	PREMEZCLADO DE CONCRETO
71	1	CIL 6"	Columnas piso 5	10-sep-2016	08-oct-2016	28	648,1	18869	343,5	4907	34,3	280	4000	28,0	122,7	N.S	PREMEZCLADO DE CONCRETO
72	2	CIL 6"	Columnas piso 5	01-sep-2016	22-oct-2016	51	704,4	18748	375,7	5368	37,6	280	4000	28,0	134,2	1,0	PREMEZCLADO DE CONCRETO
73	1	CIL 6"	Columnas piso 5	02-sep-2016	22-oct-2016	50	706,8	18627	379,5	5421	37,9	280	4000	28,0	136,5	N.S	PREMEZCLADO DE CONCRETO
74	1	CIL 6"	Columnas piso 5	06-sep-2016	22-oct-2016	46	571,9	18869	303,1	4330	30,3	280	4000	28,0	108,2	N.S	PREMEZCLADO DE CONCRETO
75	3	CIL 6"	Losa nivel +21	20-sep-2016	22-oct-2016	32	432,8	18991	227,9	3256	22,8	210	3000	21,0	108,5	N.S	PREMEZCLADO DE CONCRETO
76	3	CIL 6"	Losa nivel +21	23-sep-2016	22-oct-2016	29	438,1	18869	232,2	3317	23,2	210	3000	21,0	110,6	N.S	PREMEZCLADO DE CONCRETO
77	3	CIL 6"	Tapa de tanque de almacenamiento	29-sep-2016	22-oct-2016	23	620,2	18627	333,0	4757	33,3	280	4000	28,0	118,9	N.S	PREMEZCLADO DE CONCRETO

NOTA: DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE.

MUESTRA TOMADA POR PERSONAL DEL CLIENTE. MUESTRAS TRANSPORTADAS POR PERSONAL DE GEOFISICA LTDA.

REVISÓ	APROBÓ
 JUAN CARLOS PAZ ECHAVARRÍA COORDINADOR DE LABORATORIO - Mat. Profesional # 19516005127CAU	 FERNANDO MUÑOZ FUENTES SUBGERENTE TÉCNICO - Mat. Profesional # 19516001294CAU

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA ENTREGADA AL LABORATORIO Y SOMETIDA A ENSAYO
ESTA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

Fuente: Laboratorio Geofísica



Una vez obtenidos los resultados de la prueba de resistencia a la compresión de los cilindros enviados al laboratorio de Geofísica, se puede iniciar el análisis, el cual consiste básicamente en comparar la resistencia especificada versus la resistencia obtenida.

En los resultados de resistencia a la compresión de los especímenes de ensayo elaborados con el concreto empleado para las columnas del quinto piso, se obtuvo una resistencia promedio de 34.68 Mpa. La resistencia especificada de dicho concreto era de 28 Mpa.

La resistencia a la compresión promedio obtenida en los cilindros elaborados del concreto empleado para la losa del sexto piso, fue de 23 Mpa. La resistencia especificada de este concreto era de 21 Mpa.

A partir de los resultados obtenidos del laboratorio de Geofísica, se determinó que el concreto es de buena calidad, ya que este presenta más de la resistencia especificada, esto se debe a que el concreto utilizado en obra es concreto premezclado, el cual es preparado en una planta mezcladora en donde hay mejores condiciones de control.

7.1.4. Actividades de control por parte del pasante de ingeniería

A continuación se describen las actividades realizadas por el pasante de ingeniería civil para este capítulo:

- ✓ Medición del asentamiento mediante el cono slump.
- ✓ Elaboración, desencofrado, marcado y correcto curado de cilindros de ensayo.
- ✓ Envío de especímenes de ensayo al laboratorio y análisis de los resultados.

Nota: Las actividades anteriormente mencionadas se realizaron según la norma y los procedimientos descritos detalladamente al inicio de este capítulo.



7.2. CAPÍTULO II. COLUMNAS

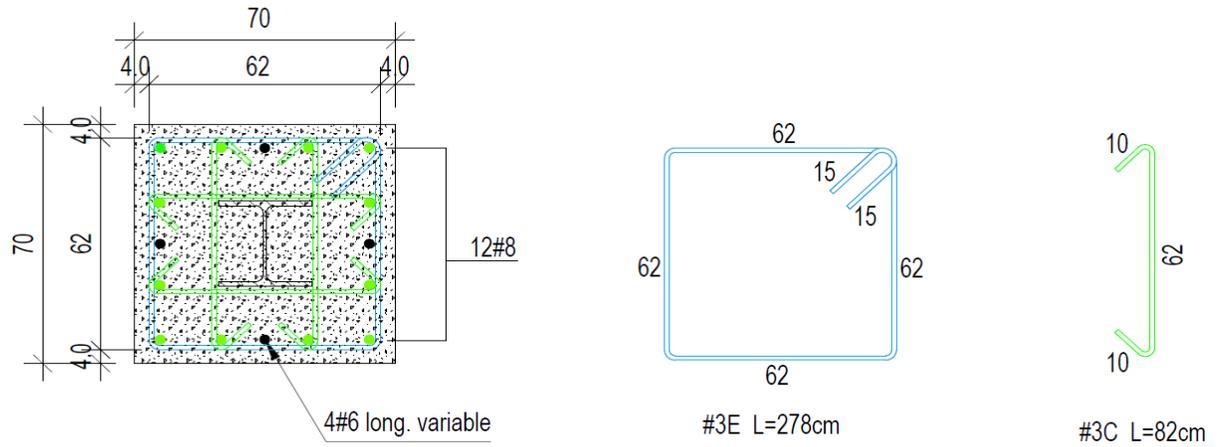
Las columnas a las que hace referencia este capítulo, son las columnas del quinto piso del proyecto clínico Reina Victoria.

El sistema empleado en la construcción de la estructura permite realizar primero la fundición de la losa de entrepiso y posteriormente de las columnas del piso inferior. Se presentan un total de 19 columnas de 70 x 70 cm y 16 columnas con dimensión de 80 x 80 cm, en cada piso.

7.2.1. Descripción del refuerzo

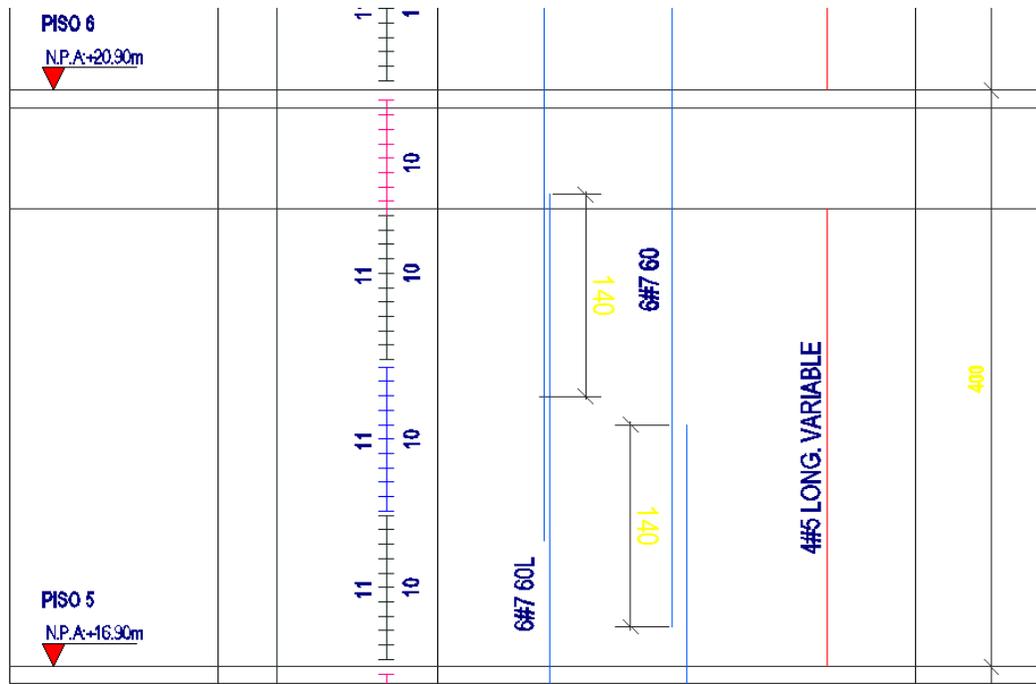
- A continuación se describe el refuerzo de las columnas de 70 x 70 cm:
 - Estribos con barras #3 cada 10 cm y 2.78 metros de longitud con ganchos de 15 cm.
 - Dos estribos en cada dirección con barras #3 cada 10 cm con longitud de 82 cm con gancho de 10 cm.
 - Estribos en los nudos soldados al alma de los perfiles cada 10 cm de 84 cm y 1.51 metros de longitud, con ganchos de 12 cm.
 - Cuatro barras #5, soldadas en el patín de las vigas que llegan al nudo.
 - 12 barras #7, longitudinales.

Figura 11. Refuerzo transversal de las columnas 70 x 70.



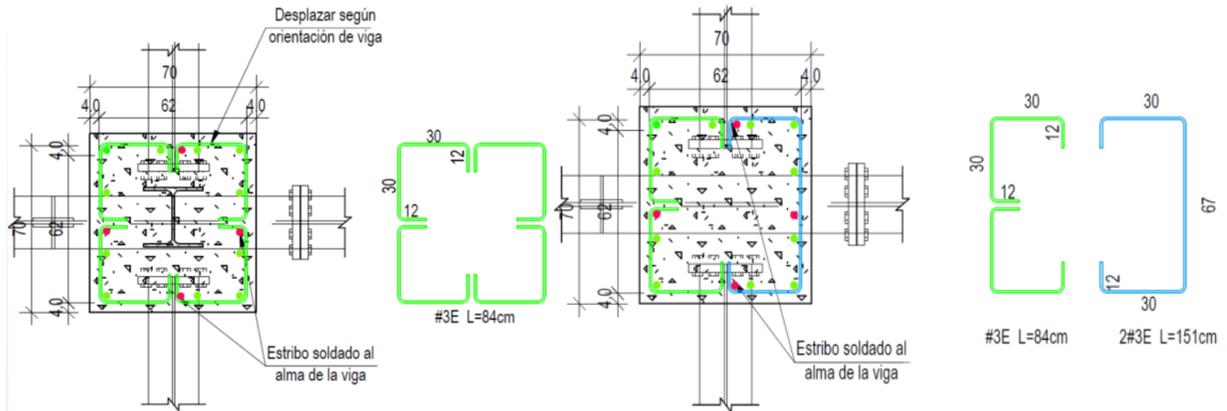
Fuente: MEISA, 2015

Figura 12. Despiece de las columnas 70 x 70.



Fuente: MEISA, 2015

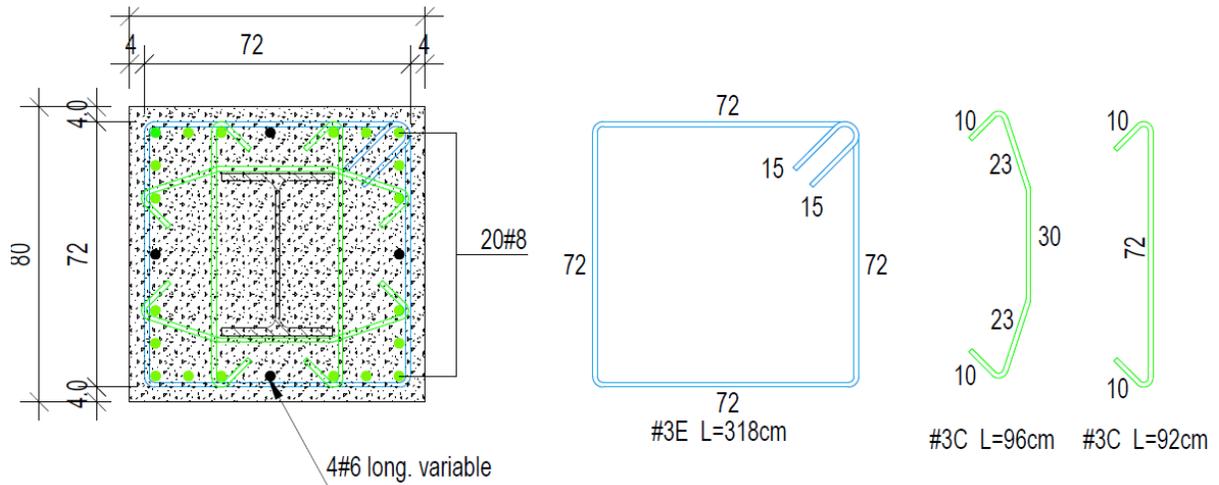
Figura 13. Refuerzo transversal de las columnas 70 x 70 en los nudos.



Fuente: MEISA, 2015

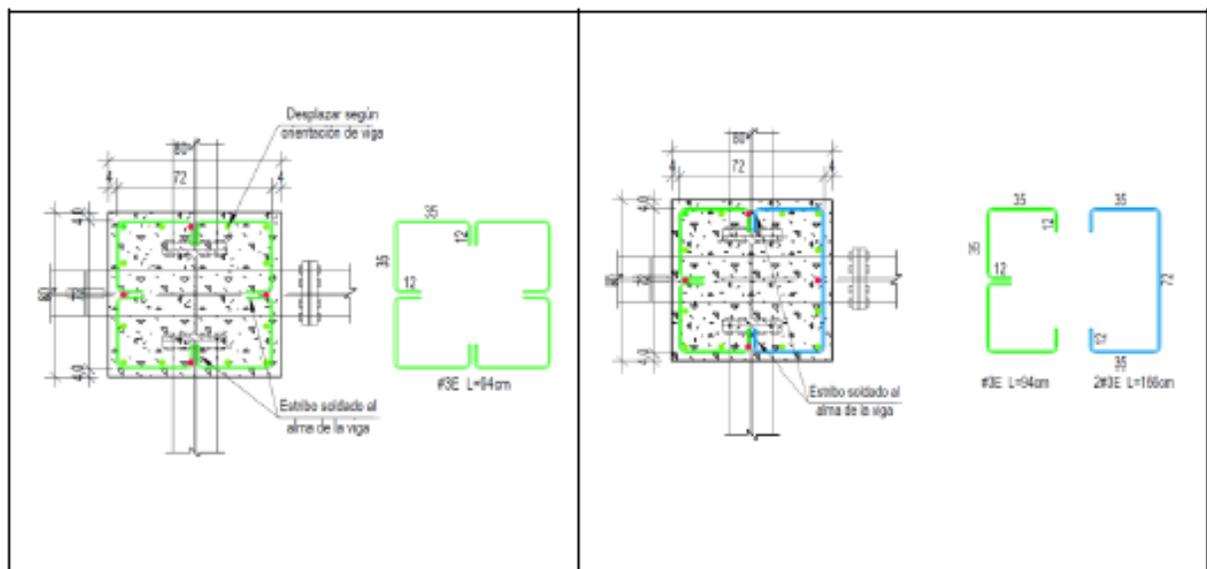
- A continuación se describe el refuerzo de las columnas de 80 x 80 cm:
 - Estribos con barras #3 cada 10 cm y 3.18 metros de longitud con ganchos de 15 cm
 - Dos estribos alrededor de los patines del perfil con barras #3 cada 10 cm con longitud de 96 cm con gancho de 10 cm
 - Dos estribos perpendiculares a los anteriores con barras #3 cada 10 cm con longitud de 92 cm con gancho de 10 cm
 - Estribos en los nudos soldados al alma de los perfiles cada 10 cm de 94 cm y 1.66 metros de longitud, con ganchos de 12 cm.
 - Cuatro barras #6, soldadas en el patín de las vigas que llegan al nudo
 - 12 barras #8, longitudinales.

Figura 14. Refuerzo transversal de las columnas 80 x 80.



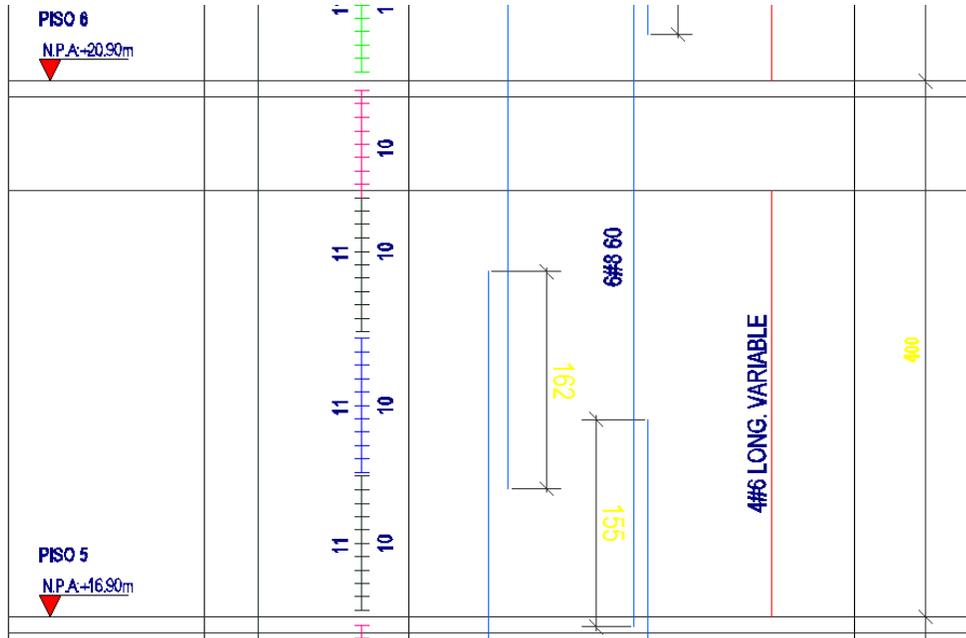
Fuente: MEISA, 2015

Figura 15. Refuerzo transversal de las columnas 80 x 80 en los nudos.



Fuente: MEISA, 2015

Figura 16. Despiece de las columnas 80 x 80.



Fuente: MEISA, 2015

Figura 17. Colocación de acero de refuerzo transversal en columna.



Fuente: autoría propia.

7.2.2. Colocación de la Formaleta

Para este proceso se empleo formaleta metalica que previamente a la instalación habia sido lubricada.

Figura 18. Colocación de la formaleta metálica en columna.



Fuente: autoría propia.

Figura 19. Apuntalamiento de la formaleta metálica.



Fuente: autoría propia.



Se realiza el apuntalamiento sobre las formaletas metálicas con el fin de evitar que se separen las uniones debido a la presión ejercida por el concreto a la hora del vaciado y de la vibración.

7.2.3. Especificaciones del concreto empleado

Para la fundición de las columnas se utilizó concreto premezclado de CONCREINSA con las siguientes especificaciones:

- $f'c = 4000$ PSI baja permeabilidad
- Relación de agua/cemento = 0.4
- Asentamiento = $6'' \pm 1$
- Transportado en Mixer hasta la obra y desde allí elevado por medio de la torre grúa hasta el sexto piso.

Figura 20. Remisión de concreto premezclado en planta.

CONCREINSA S.A.S.
CONCRETOS E INGENIERIA DE LA SANGRE
NIT 900 491 997-8

Carrera 15 # 17N-08B Manizales
Tel: 8202340 Popayán - Cauca
Celular 313 647 40 49
E-mail: concreinsa@hotmail.com

No. 3743
FECHA
DIA 05 MES 10 AÑO 2016

CLIENTE: Constructora M.Y.B.
DIRECCION: Clínica Reina Victoria
ELEMENTO: columna
ESPECIFICACIONES: 4000 PSI baja permeabilidad
ASENTAMIENTO: 6" ± 1

ADICIONALES

H.S.P.	H.L.O.	H.I.D.	H.S.O.	H.L.L.P.
11:30 AM	12:05		13:30	

CANTIDAD DESPACHADA M3 3,0 CANTIDAD ACUMULADA M3 10,0

CONDUCTOR: Luis H
VEHICULO: WCY-166
OBSERVACIONES: Asentamiento final 7"

COLUMNAS FUNDIDAS: 1C (0.8m) + 1B

RECIBE EN OBRA	DESPACHO PLANTA
NOMBRE: Jonathan Pacheco	NOMBRE: D. P.
CARGO: Ing. Residente	
FIRMA: [Firma]	
CEDULA: 1001963993	

Fuente: Planta CONCREINSA

Figura 21. Elevación de concreto por medio de la torre grúa.



Fuente: autoría propia.

Como se observa en la anterior imagen, el concreto era transportado mediante la torre grúa, una vez vaciado se realizaba el vibrado interno con dos vibradores Bosh GVC 20-EX, y el vibrado externo con mazos de goma.

Figura 22. Vibrado del concreto en una columna.



Fuente: autoría propia.



7.2.4. Cuantías del acero de refuerzo empleado

Tabla 1. Cantidades de acero de refuerzo para columnas con dimensiones 70x70 cm.

ELEMENTO	CANTIDAD DE ELEMENTOS	USO	CANTIDAD Y DIAMETRO DE LA BARRA			LONGITUD REQUERIDA (m)	LONGITUD SOLICITADA (m)	CANTIDAD DE BARRAS	CANTIDAD TOTAL
			N°3	N°5	N°7				
COLUMNA 70x70	19	ACERO PRINCIPAL		4		4	12	4	76
					6	12	12	6	114
					6	6	6	6	114
		ESTRIBOS	136			0.82	12	10	190
			34			2.78	12	8	152
			32			0.8	12	2	38

Fuente: autoría propia.

Tabla 2. Cantidades de acero de refuerzo para columnas con dimensiones 80x80 cm.

ELEMENTO	CANTIDAD DE ELEMENTOS	USO	CANTIDAD Y DIAMETRO DE LA BARRA			LONGITUD REQUERIDA (m)	LONGITUD SOLICITADA (m)	CANTIDAD DE BARRAS	CANTIDAD TOTAL
			N°3	N°6	N°8				
COLUMNA 80x80	16	ACERO PRINCIPAL		4		4	12	4	64
					8	6	6	8	128
					6	12	12	6	96
					6	6	6	6	96
		ESTRIBOS	68			0.94	12	6	96
			64			0.9	12	5	80
			34			3.18	12	10	160
			32			0.9	12	3	48

Fuente: autoría propia.



Figura 23. Tabla de características principales del acero corrugado.

DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO
Diámetros basados en pulgadas

Designación de la barra (ver nota 2)	Diámetro en pulgadas	Dimensiones nominales			Masa kg/m
		Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Perímetro (mm)	
N° 2	1/4"	6,4	32	20,0	0,250
N° 3	3/8"	9,5	71	30,0	0,560
N° 4	1/2"	12,7	127	40,0	0,994
N° 5	5/8"	15,9	199	50,0	1,552
N° 6	3/4"	19,1	284	60,0	2,235
N° 7	7/8"	22,2	387	70,0	3,042
N° 8	1"	25,4	510	80,0	3,973
N° 9	1 - 1/8"	28,7	645	90,0	5,060
N° 10	1 - 1/4"	32,3	819	101,3	6,404
N° 11	1 - 3/8"	35,8	1006	112,5	7,907
N° 14	1 - 3/4"	43,0	1452	135,1	11,380
N° 16	2 - 1/4"	57,3	2581	180,0	20,240

Nota: El N° de la barra indica el número de octavos de pulgada del diámetro

Fuente: <http://materialesparaconstruir.blogspot.com.co>

Tabla 3. Resumen de cantidades de acero de refuerzo para columnas.

CANTIDADES Y PESOS TOTALES DE ACERO PARA COLUMNAS				
N° DE BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	PESO (Kg/m)	PESO (Kg)
# 3	12	764	0.560	5134.08
# 5	6	76	1.552	707.71
# 6	6	64	2.235	858.24
# 7	12	228	3.042	8322.91
# 8	12	192	3.973	9153.80
PESO TOTAL (Kg)				24176.74

Fuente: autoría propia.



7.2.5. Tiempo de construcción

El armado del acero de refuerzo de las columnas se realizó en un total de 23 días laborales. Las fundiciones se realizaron en un periodo de tiempo de 47 días calendario, repartidas en 12 fundiciones, generalmente se realizaba la fundición de tres (3) columnas en un día.

El único inconveniente en la construcción de las columnas fue el hormigqueo que presentaron estas en la parte inferior, esto debido a que el vibrador no era lo suficientemente largo para brindar un buen vibrado en esta zona. Para remediar esto se empleó SikaTop 122 para clima cálido, resanando todas las zonas que presentaban hormigqueo.

La cuadrilla que se utilizó en la realización de esta actividad se constituye de la siguiente manera:

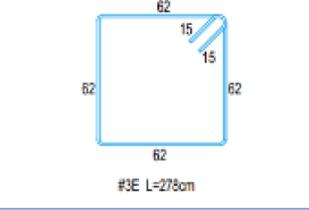
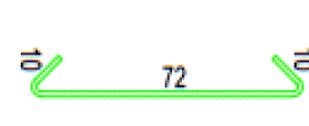
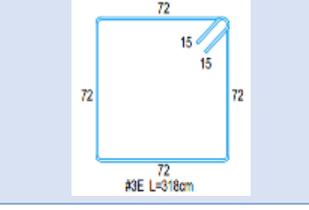
- 1 Maestro
- 1 Oficial
- 7 Ayudantes

7.2.6. Actividades de control por parte del pasante de ingeniería

A continuación se describen las actividades realizadas por el pasante de ingeniería civil para este capítulo:

- ✓ Basándose en los planos estructurales se hizo la cartilla de acero figurado de las 35 columnas, como se muestra a continuación:

Tabla 4. Figuración de los estribos para las columnas.

DIMENSIÓN DE COLUMNA	Nº DE BARRA ESTRIBO	LONGITUD (m)	FIGURACIÓN
70x70 cm	Nº3	0.82	
		2.78	
0.96			
0.92			
80x80 cm		3.18	

Fuente: autoría propia.

- ✓ Se realizó el cálculo del acero y concreto requerido para la fundición de las columnas del quinto piso.

Tabla 5. Cálculo del concreto premezclado empleado en la fundición de las columnas del quinto piso.

DIMENSIÓN DE LA COLUMNA	VOLUMEN m ³	CANTIDAD DE ELEMETOS	VOLUMEN CONCRETO + 5% Desperdicio m ³	TOTAL CONCRETO REQUERIDO m ³
70x70 cm	1.96	19	39.102	82.11
80x80 cm	2.56	16	43.008	

Fuente: autoría propia.

- ✓ Chequeo de traslapos para verificar cumplimiento de la norma.

Figura 24. Detalle de doblamiento y traslapo de barras.

Detalle de doblamiento y traslapo de Barras - $f'c=28MPa$									
Barra No.	db (mm)	D (mm)	Gancho 180°			Gancho 90°		Long. de desarrollo Ld (mm)	Long. de traslapo Lt (mm)
			L (mm)	C (mm)	M (mm)	L (mm)	C (mm)		
No. 2	6.4	38.4	96	51	51	112	102	244	318
No. 3	9.5	57.0	142	76	76	166	152	362	471
No. 4	12.7	76.2	190	102	102	222	203	483	628
No. 5	15.9	95.4	238	127	127	278	254	605	787
No. 6	19.1	114.6	286	153	153	334	306	727	945
No. 7	22.2	133.2	333	178	178	388	355	1052	1368
No. 8	25.4	152.4	381	203	203	444	406	1203	1564

Fuente: MEISA, 2015.

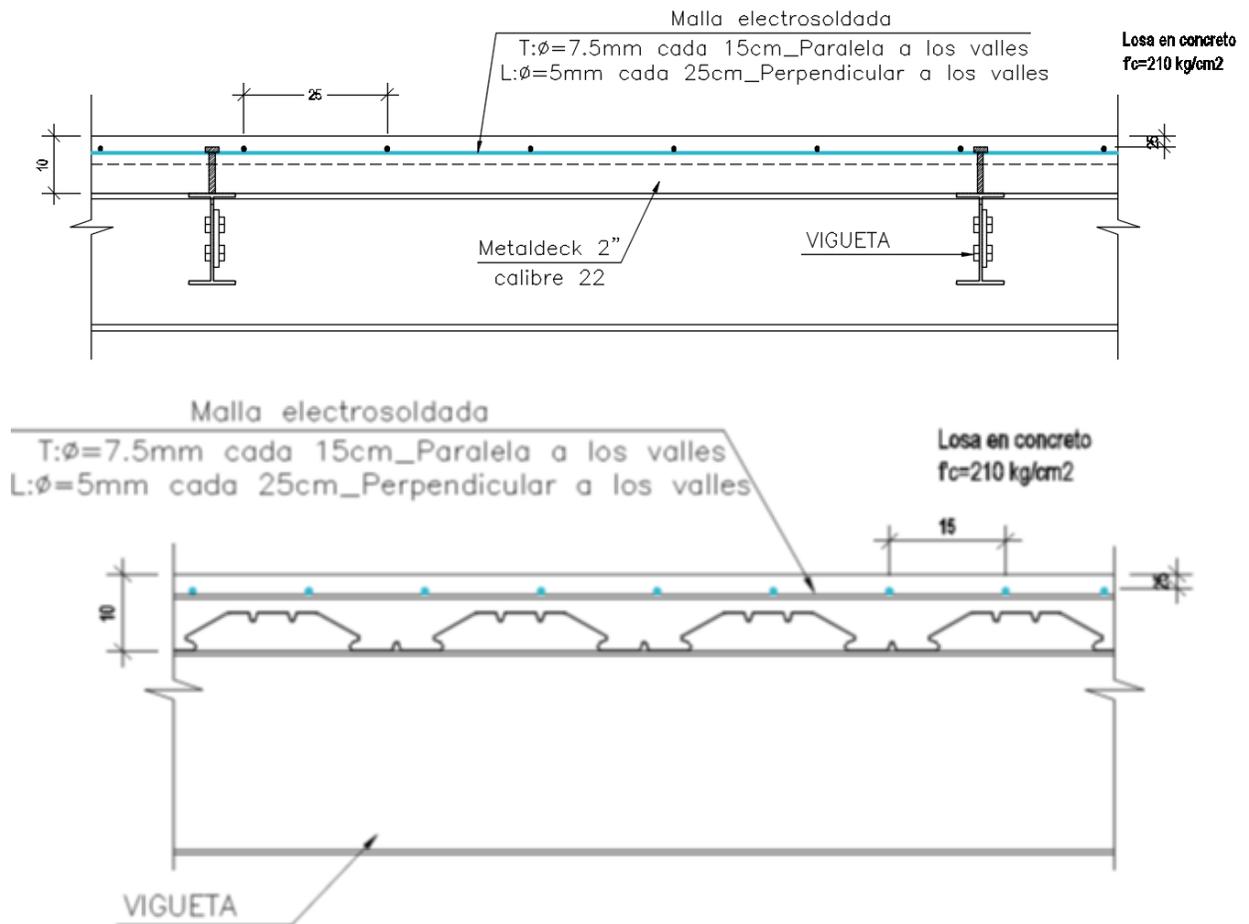
- ✓ Registro escrito y fotográfico de las columnas con hormiguelo para su posterior reparación.
- ✓ Realizar las actividades correspondientes al control de calidad del concreto mencionadas detalladamente en el capítulo 7.1.

7.3. CAPÍTULO III. LOSA DE ENTREPISO

Para la construcción de losa de entrepiso de espesor de 10 cm, se empleó el sistema de lámina colaborante; para esto se emplearon láminas de Meisadeck de 2" calibre 22.

Como refuerzo se empleó malla electrosoldada con grafiles de 7.5 mm cada 15 cm en el sentido principal del Meisadeck, y grafiles de 5 mm cada 25 cm perpendiculares al sentido del Meisadeck.

Figura 25. Corte longitudinal y transversal de la lámina colaborante.



Fuente: MEISA, metálicas e ingeniería S.A

7.3.1. Procedimiento

Se apuntalo el centro de luz de cada una de las vigas y a $L/3$ de las viguetas del área a fundir, esto con el fin de prevenir deformaciones de dichos elementos con las cargas concentradas en el momento del vaciado, para realizar esta labor se empleo la guadua (ver figura 26).

Figura 26. Apuntalamiento de las vigas y viguetas.



Fuente: autoría propia.

Las láminas de MeisaDeck son transportadas mediante el uso de la torre grúa e instaladas manualmente garantizando el traslapo entre láminas. Las láminas de Meisadeck se fijan a las vigas y viguetas empleando studs de 19 mm de diámetro y una altura de 8 cm, en cada valle de las láminas.

Figura 27. Colocación de malla electrosoldada para losa del sexto piso.



Fuente: autoría propia.

Los conectores de corte (studs) son los que soportan todos los esfuerzos a cortante que recibe la losa permitiendo que las vigas y losa actúen en conjunto.

Una vez ya instalada la lámina colaborante, se inicia la colocación de la malla electrosoldada y se chequea que tenga una longitud de traslapeo mayor o igual a 30cm.

Figura 28. *Traslapeo de malla electrosoldada para losa del sexto piso.*



Fuente: *autoría propia.*

Figura 29. *Colocación de panelas de concreto para garantizar recubrimiento.*



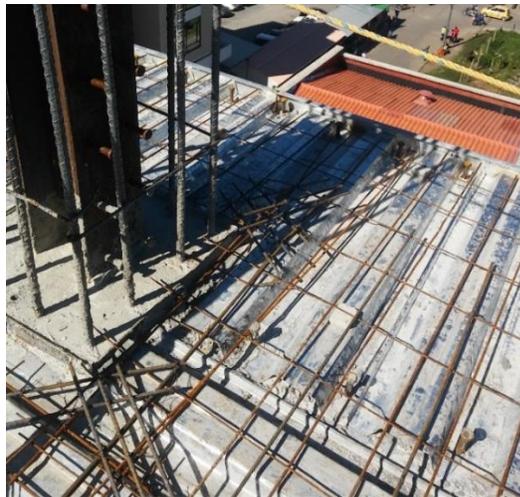
Fuente: *autoría propia.*

Con “panelitas” de 2 cm de espesor se garantizó la separación de la malla con las láminas de Meisadeck con el fin de garantizar un correcto recubrimiento de la malla electrosoldada.

Se hizo colocación de borde losa de 10 cm de alto en los vacíos de la losa. Alrededor de las columnas se colocaban collarines hechos con ángulos de acero, los cuales representaban las dimensiones de las columnas que se construirían, sirviendo de plantilla para la colocación del Meisadeck.

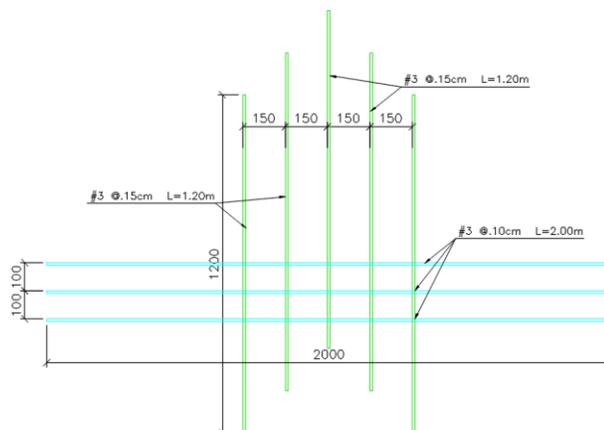
Finalmente se hizo la colocación del acero de refuerzo con barras #3, en las esquinas y en los voladizos de la losa con el fin de contrarrestar los esfuerzos negativos que se generan en estos.

Figura 30. Colocación de refuerzo en las esquinas y voladizo.



Fuente: autoría propia

Figura 31. Detalle de refuerzo en las esquinas.



Fuente: autoría propia.

7.3.2. Cantidades de acero empleado

A continuación, se presentan las cantidades de laminas MEISADECK empleadas en la construcción de la losa de entrepiso del sexto piso y su respectivas ubicaciones en el plano.

Figura 32. Distribución de la lámina MeisaDeck en el plano.



Fuente: Meisa, 2016.

Tabla 6. Cantidades de lámina MeisaDeck en losa del sexto piso.

PLANTA SEXTO PISO LAMINA MEISADECK			
TIPO	UBICACIÓN EN PLANO	LONGITUD (mm)	CANT.
L-2		6640	31
L-3		5280	200
L-5		1840	5
L-8		3800	9
L-10		4915	26
L-11		1460	59
L-12		4680	28
L-C		2350	16
L-D		2100	15

Fuente: Meisa, 2016.



Las siguientes tablas, corresponden a los cálculos del acero empleado en la fundición de la losa de entrepiso del sexto piso.

Tabla 7. Cantidad de malla electrosoldada en losa de entrepiso.

ELEMENTO	CANT. DE ELEMENTOS	DIMENSIÓN (m)		DIÁMETRO (mm)		SEPARACIÓN (cm)		PESO UNIT. (Kg)	PESO TOTAL (Kg)
		LONG	TRANS	LONG	TRANS	LONG	TRANS		
MALLA M-2	122	6	2.35	7.5	5	15	25	41.99	5122.7
	5	3.74	2.35	7.5	5	15	25	26.193	130.96
MALLA M-3	1	3.74	2.35	5	7.5	25	15	25.57	25.57
	1	3.74	1.5	5	7.5	25	15	16.468	16.468
	9	6	2.35	5	7.5	25	15	40.934	368.40
	9	6	1.5	5	7.5	25	15	26.364	237.27
TOTAL									5901.4

Fuente: autoría propia.

Tabla 8. Cantidades de acero de refuerzo en la losa del sexto piso.

ELEMENTO	CANTIDAD DE ELEMENTOS	USO	CANTIDAD Y DIÁMETRO DE LA BARRA	LONGITUD REQUERIDA (m)	LONGITUD SOLICITADA (m)	CANTIDAD DE BARRAS	PESO (Kg)
			Nº3				
LOSA DE ENTREPISO	1	ACERO DE VOLADIZO	136	1	12	11	74
		ACERO DE ESQUINAS	25	1.2	12	3	20
			15	0.8	12	2	20
PESO TOTAL (Kg)							114

Fuente: autoría propia.

7.3.3. Fundición de la losa

El area a fundir de la losa de entrepiso del quinto piso es de 1570 m². La fundición se llevo a cabo en dos días, para ello se emplearon 118 m³ de concreto premezclado bombeado de 3000 PSI de resistencia. El concreto fue suministrado por la planta CONCREINSA.

Para el bombeo del concreto se empleo la bomba estacionaria schwing sp 500 conectada a una tubería metálica de 6" pulgadas de diametro.

Figura 33. Bomba estacionaria schwing sp 500.



Fuente: autoría propia.

En el primer de día de fundición de la losa, se emplearon 70 m³ de concreto premezclado extendidos en un área de 862.33 m².

Figura 34. Fundición de la losa de entrepiso día 1.



Fuente: autoría propia.

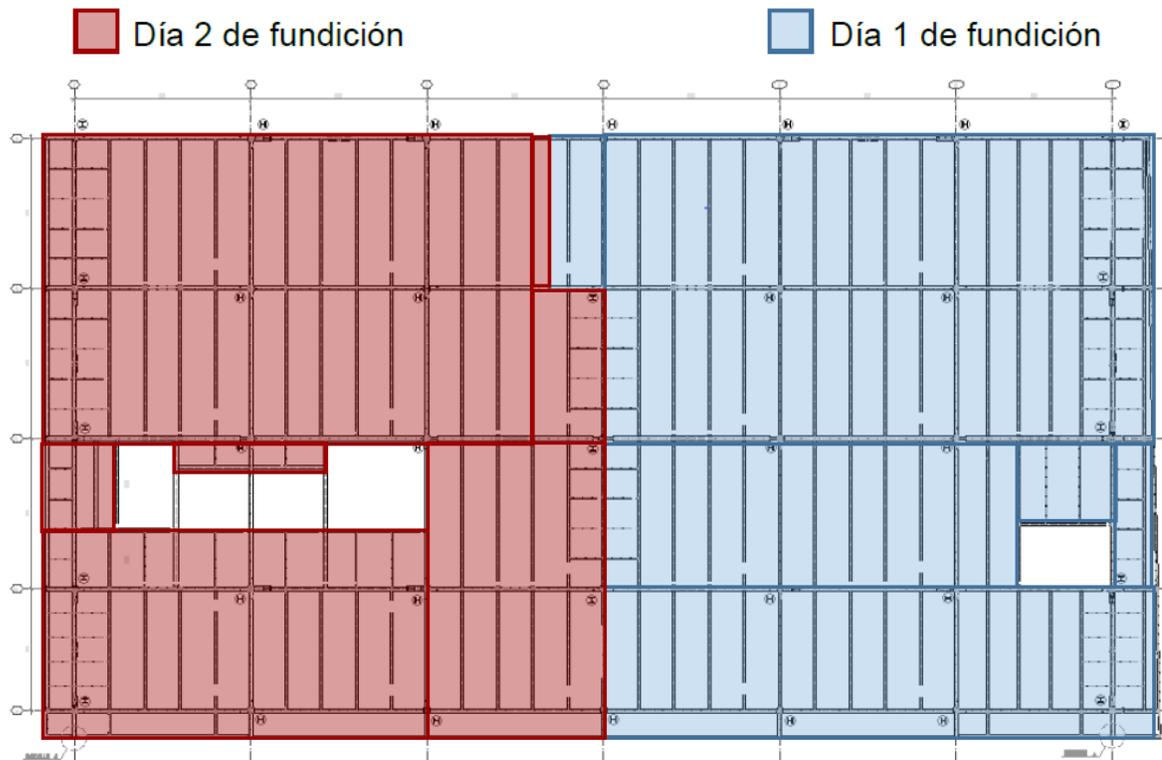
En el segundo día, se fundió el restante de la losa que correspondió a 48 m^3 de concreto premezclado extendidos en un área de 755.84 m^2 .

Figura 35. Fundición de la losa de entrepiso día 2.



Fuente: autoría propia.

Figura 36. Vista en planta de la fundición de la losa de entrepiso.



Fuente: autoría propia.

Nota: Las partes del plano en las que se puede observar en blanco, son areas sin fundir ya que corresponden al foso de los ascensores y a las escaleras (ver Figura 35).

Figura 37. Realizando el acabado sobre la losa.



Fuente: autoría propia.

Una vez aplicado el acabado se realizaron los cortes para la dilatación de la losa. Por ultimo, despues de haber fraguado el concreto, se realizo la aplicación de agua para proporcionarle hidratación a la losa.

Figura 38. Curado de la losa sin protección.



Fuente: autoría propia.



El único problema que se presentó en la realización de esta actividad, fue el agrietamiento de la losa, como se puede apreciar en la anterior imagen, esto se debió a que no se realizó un correcto proceso de curado, ya que en dicho proceso solo se limitó a la aplicación discontinua de agua.

7.3.4. Duración de la construcción

La colocación del Meisadeck, tardo un total de 48 días laborales en ser instalada. La colocación de la malla se llevó a cabo en un total de 7 días laborales.

Como se mencionó anteriormente en este capítulo, la fundición de la losa de entrepiso se elaboró en dos partes, y el tiempo empleado para la realización de este proceso fue de dos días laborales.

En total, la construcción de la losa de entrepiso del quinto piso, se efectuó en 60 días laborales, incluyendo 3 días de curado, en los cuales se le aplicó hidratación pero no se empleó ningún material para proteger la losa y mantener un contenido de humedad satisfactorio.

La cuadrilla que se utilizó en la realización de esta actividad se constituyó de la siguiente manera:

- 1 Maestro
- 1 Oficial
- 7 Ayudantes



7.3.5. Actividades de control por parte del pasante de ingeniería

A continuación se describen las actividades realizadas por el pasante de ingeniería civil para este capítulo:

- ✓ El pasante de ingeniería inicialmente verificó que cada viga y vigueta estuviera apuntalada en el centro de la luz, el apuntalamiento obedece a que el diseño de la estructura busca que las vigas con la losa mixta trabajen en conjunto, de tal manera que el eje neutro quede sobre la sección del concreto y la viga de acero soporte todos los esfuerzos de tracción, para ello se requiere que al momento de fundir la losa las vigas no presenten ningún tipo de deflexión y de esta manera al momento de fraguar el concreto el asuma todos los esfuerzos de compresión que se generan en la estructura cuando se retire el apuntalamiento y trabaje en la forma que fue diseñada.
- ✓ Se verificó que la malla de retracción fuera colocada en la dirección correcta de tal manera que las barras de 7.5 mm de diámetro quedaran en dirección de las canales de la lámina colaborante y las barras de 5 mm de diámetro ortogonales a ellas.
- ✓ Una vez distribuida la malla de retracción en el área a fundir, se verificó el traslape de 30 cm (ver figura 27), así mismo se verificó la instalación de separadores en concreto que alejaban la malla de retracción de la lámina colaborante 4 cm y garantizaban el espesor de recubrimiento (ver figura 28), así mismo la instalación y correcta distribución del acero negativo según planos de diseño, los cuales generalmente estaban ubicados en las áreas de las esquinas y en la zona de voladizos.
- ✓ Realizar los cálculos del acero y concreto empleado en la fundición de la losa de entrepiso del sexto piso.
- ✓ Realizar las actividades correspondientes al control de calidad del concreto mencionadas detalladamente en el capítulo 7.1.

7.4. CAPÍTULO IV. ESTRUCTURA METÁLICA

Durante la práctica profesional se realizó montaje de estructura metálica de los siguientes elementos: columnas del séptimo y octavo piso.

7.4.1. Descripción

El diseño estructural del edificio, a cargo de la empresa MEISA, muestra columnas de sección compuesta, y vigas y viguetas con perfiles metálicos, con conexión de estos elementos por medio de pernos.

A continuación, se presentan los dos tipos de perfiles que se emplearon:

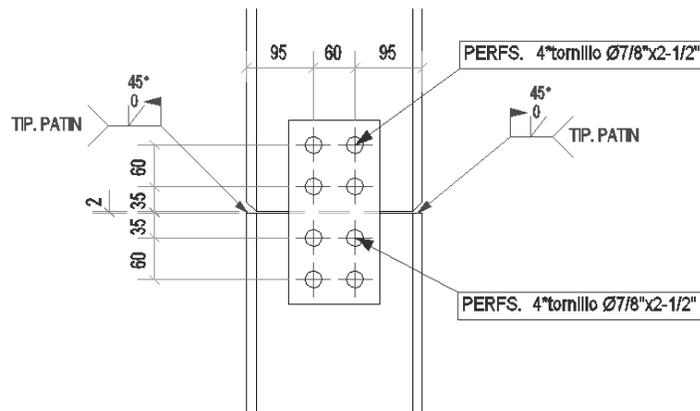
- Perfil HW250X250X9X14

Es el perfil empleado para las columnas de 70 X 70 cm. El total de estos elementos es de 19 en obra. A lo largo de la columna, en el alma y los patines de la sección, tiene soldados studs para garantizar la adherencia entre el perfil y el concreto.

- Perfil HEA-450

Es el perfil empleado para las columnas de 80 X 80 cm. El total de estos elementos es de 16 en obra. A lo largo de la columna, en el alma y los patines de la sección, tiene soldados studs para garantizar la adherencia entre el perfil y el concreto. Cuenta con láminas para la soldadura de riostras.

Figura 39. Detalle de conexión continuación columna 70x70 cm.

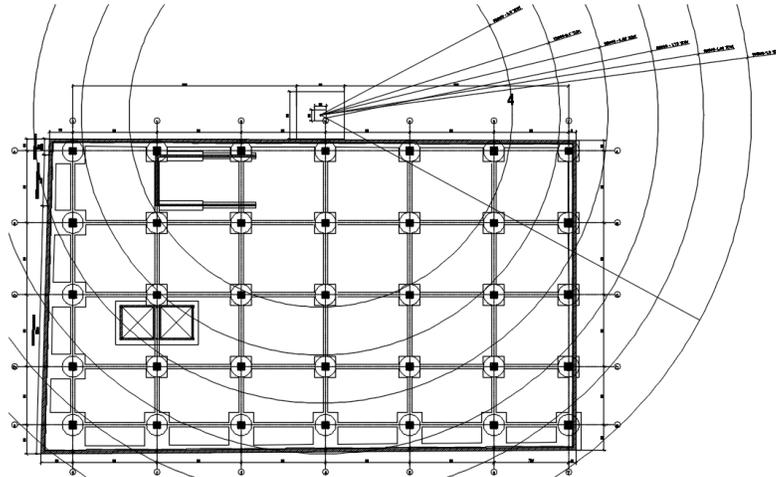


Fuente: Meisa, 2015.

7.4.2. Montaje de los elementos estructurales (Columnas)

El montaje se realizó empleando la torre grúa telescópica TEREX.

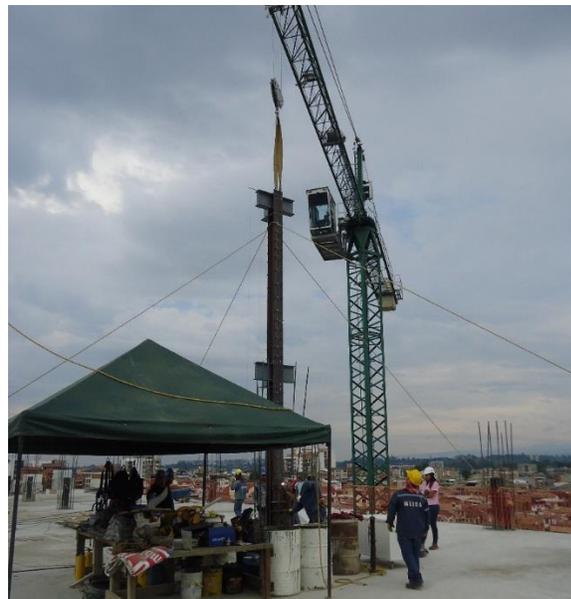
Figura 40. Radios de giro de la torre grúa.



Fuente: MEISA, 2015.

Una vez puestos los elementos en la obra, se amarraban de la parte superior de la columna a la torre grúa y se elevaban hasta llegar a la altura correspondiente a su montaje.

Figura 41. Izaje de columna mediante torre grúa.



Fuente: autoría propia.

Las columnas se instalaron sobre las columnas anteriormente montadas y que ya se encontraban fundidas. Su nivelación se ajustó de tal manera que se garantizó su verticalidad (plomo) con una tolerancia de $(H/500)$ (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA, 2010) en las dos direcciones.

Figura 42. Chequeo de verticalidad mediante plomo.



Fuente: autoría propia.

La conexión de los distintos elementos se realizó empleando el método de giro de tuerca a $2/3$, el cual garantiza una apropiada fijación de los elementos sin comprometer la resistencia del tornillo debido a la deformación que se presenta por la tensión ejercida. El método consiste en apretar la tuerca hasta que las partes estén totalmente en contacto y se presente resistencia. Se marca el tornillo, la arandela y la tuerca como se muestra en la siguiente imagen y por último, se gira la tuerca hasta completar $2/3$ del giro total:

Figura 43. Marca para ajuste a $2/3$ de giro.

Marcado de Correspondencia



Fuente: www.turnasure.com

Figura 44. Aplicando soldadura en unión de columnas.



Fuente: autoría propia.

Por ultimo se llevaba a cabo la soldadura de la unión de la columna. Este trabajo fue desempeñado por soldadores certificados pertenecientes a la empresa MEISA, dicha entidad es la contratada para el montaje de la estructura metálica.

Figura 45. Panorámica del izaje de las columnas del sexto y séptimo piso.



Fuente: autoría propia.



7.4.3. Duración del montaje

El montaje de la estructura metálica es muy ágil, esto como ya se sabe es una de sus principales ventajas ya que al efectuarse en periodos de tiempo muy cortos, se reducen los costos fijos de obra.

Normalmente se podían izar cuatro columnas en un día, sin embargo, el tiempo realizando este montaje podía variar dependiendo de la disponibilidad de material y de personal de la empresa contratada. En varias ocasiones, otro factor que influía en este rendimiento era el climático, ya que como se debían realizar labores de soldadura al aire libre, si se presentaba lluvia se debía detener el trabajo. El montaje de las columnas inicio el 21 de Noviembre de 2016 y termino el 17 de diciembre del mismo año, es decir que el tiempo total que se tardó en izar las columnas del sexto y séptimo piso fue de quince (15) días laborales.

7.4.4. Actividades de control por parte del pasante de ingeniería

A continuación se describen las actividades realizadas por el pasante de ingeniería civil para este capítulo:

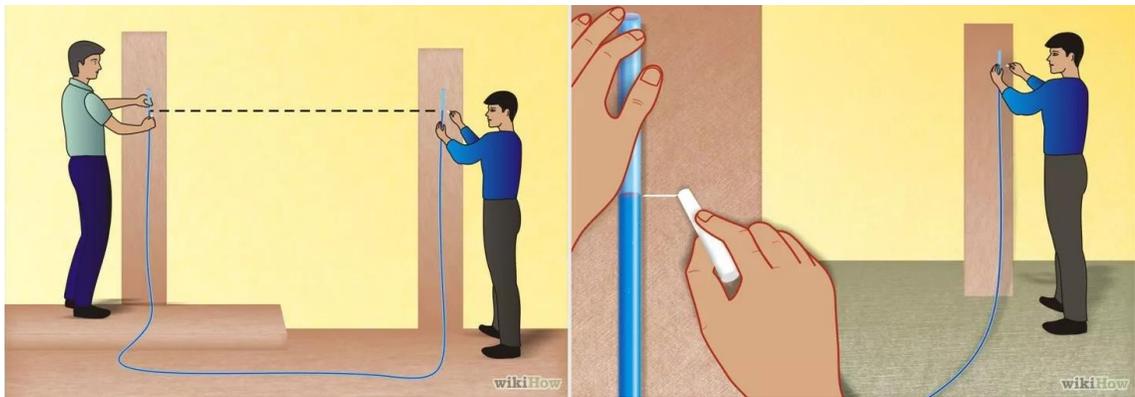
- ✓ En el montaje de las columnas se supervisó que el elemento corresponda al plano de montaje, los niveles de cada elemento, que se colocaran los pernos definidos en el diseño y que su ajuste se hiciera por el procedimiento de ajuste de tuerca el cual consiste en que la presión ejercida no debe superar un tercio de vuelta como lo indica la NTC 5832.
- ✓ Para todas las conexiones el pasante de ingeniería superviso que el perno no quedara tragado en la tuerca, garantizado que este salga o que quede a ras de la superficie de la tuerca de tal manera que el perno funcione correctamente con su máxima capacidad de resistencia.

7.5. CAPÍTULO V. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

7.5.1. Mortero de nivelación del segundo piso

Una vez fundida la losa del segundo piso, se procedió a realizar la nivelación con nivel de agua para determinar los espesores máximo y mínimos del mortero.

Figura 46. Nivel de agua empleando manguera.



Fuente: <http://es.wikihow.com>

La proporción en volumen suelto que se utilizó para el mortero de nivelación fue de 1:2, es decir que por una unidad de volumen de cemento se le colocaron dos unidades de volumen de agregado fino.

La cantidad de agua se estableció de acuerdo al grado de fluidez que se requirió para la mezcla.

Se utilizó la torre grúa para subir el material hasta el segundo piso, es decir el agregado fino y los sacos de cemento.

Se extendió el agregado fino en el lugar donde se va a emplear, se le adicionó el cemento, se mezcló hasta que el material quedó homogéneo y por último se le adicionó el agua.

Figura 47. Preparación del material para realizar el mortero de nivelación.



Fuente: autoría propia.

El mortero de nivelación tiene un espesor promedio aproximadamente de 5 cm. Se debe de tener en cuenta que no se exceda en ningún momento el espesor mínimo del mortero que son 3 cm.

Figura 48. Realización del mortero de nivelación en el segundo piso.



Fuente: autoría propia.

Una vez curado el mortero de nivelación se procede a realizar las dilataciones para evitar el agrietamiento de este mismo. Las dilataciones se realizaron cada por 2x2 metros, con una profundidad de 3 cm.



Figura 49. Dilatación del mortero con SikaRod en la junta.



Fuente: autoría propia.

Posteriormente se procede a poner el SikaRod en las dilataciones, este producto es un cordón de espuma de Polietileno de baja densidad de celdas cerradas, es un material compresible compuesto de una piel exterior no absorbente.

La cuadrilla que se utilizó en la realización de esta actividad se constituye de la siguiente manera:

- 1 Maestro
- 3 Ayudantes

Esta cuadrilla obtuvo un rendimiento promedio en la realización del mortero de nivelación de 40 m²/día.

Actividades de control por parte del pasante de ingeniería

- ✓ Verificar que las proporciones en volumen suelto efectivamente fueran de 1:2. Esto se consiguió observando que por cada dos cajones de agregado fino, añadieran un cajón de cemento.
- ✓ Al día siguiente de la realización del mortero, se estuvo controlando que se realizaran las dilataciones de acuerdo al plano de diseño y que se aplicara agua para un correcto curado del mortero.
- ✓ Verificar que se le hiciera el correcto sellado en las dilataciones, colocando SikaRod en las juntas.
- ✓ Chequear que los niveles del mortero quedaran donde se habían trazado previamente con el nivel de agua.

7.5.2. Descapote del lote destinado a parqueadero

En primer lugar una comisión de topografía realizó el trabajo de localización del lote, se procedió a referenciar y delimitar la zona de trabajo con el fin de no afectar predios ajenos a la propiedad.

Una vez hecho lo anterior, se procedió a realizar una excavación preliminar para conocer la estratificación del terreno y poder determinar el espesor de la capa vegetal. (Ver siguiente figura 50).

Figura 50. Excavación preliminar.



Fuente: autoría propia.

Se observó que en este sitio la capa vegetal tenía una medida de 35 cm de espesor. Debido a que su uso pretende ser más funcional que estético, se determinó que el espesor a cortar fuera de 20 cm aproximadamente para así poder disminuir los costos.

A continuación se describe la maquinaria que se empleó en este movimiento de tierras:

- Retroexcavadora CASE 580
- 2 volquetas sencillas con capacidad de 6 m³ cada una.

Debido a que no se contaba con la altimetría del lote, se trazaron niveles del terreno cada 10 m utilizando nivel de manguera. Una vez se obtienen estos niveles, se puede determinar la pendiente aproximada del terreno. Siguiendo las pendientes naturales del terreno, se definen con las que se va a trabajar y se realizan los cálculos para conocer las longitudes que se deben cortar en cada abscisa. Una vez realizado lo anterior, inicia el trabajo de la maquinaria.

Figura 51. Inicio del descapote del lote.



Fuente: autoría propia.

En esta actividad de movimiento de tierra se consiguió un rendimiento promedio de 198 m³ de tierra removida por día.

Figura 52. Descapote del lote para parqueadero.



Fuente: autoría propia.



Actividades de control por parte del pasante de ingeniería

A continuación se presentan las labores realizadas por el pasante de ingeniería en la actividad de descapote del lote destinado para parqueadero.

- ✓ El pasante realizó el registro detallado de la cantidad de viajes efectuados por las volquetas en el descapote del terreno.

Tabla 9. Volumen del movimiento de tierra obtenido en el descapote.

FECHA	PLACA	N° DE VIAJES	MOVIMIENTO DE TIERRA (m ³)
07 - FEB - 2017	HAC 277	5	30
07 - FEB - 2017	MBF 396	5	30
07 - FEB - 2017	NMJ 428	5	30
08 - FEB - 2017	NMJ 428	18	108
08 - FEB - 2017	HAC 277	17	102
08 - FEB - 2017	MBF 396	17	102
08 - FEB - 2017	SYA 861	7	42
09 - FEB - 2017	NMJ 428	7	42
09 - FEB - 2017	HAC 277	6	36
09 - FEB - 2017	MBF 396	6	36
09 - FEB - 2017	SYA 861	6	36
		TOTAL = 99	594 m³

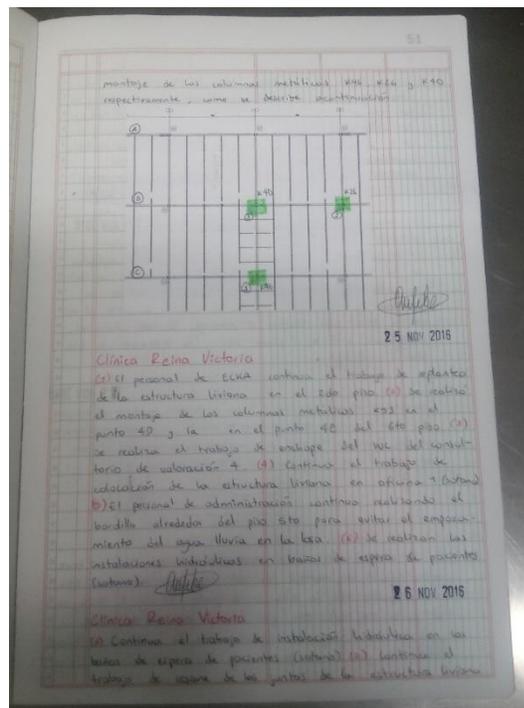
Fuente: autoría propia.

- ✓ Controló que la retroexcavadora no cortara el terrero más allá de las medidas establecidas.

7.5.3. Registro diario de las actividades realizadas durante el día

Una de las funciones del pasante en la obra, era realizar diariamente el respectivo registro escrito en la bitácora de las actividades realizadas en la obra, además del registro fotográfico que se almacenó en el computador perteneciente al área de ingeniería.

Figura 53. Registro escrito en la bitácora de obra.



Fuente: autoría propia.

La anterior imagen, es un registro escrito realizado por el pasante en la bitácora de las actividades diarias, en ella se puede observar que pertenece al montaje de las columnas. En estos registros es importante dejar constancia de los detalles más relevantes de la actividad realizada durante el día, por ejemplo en la Figura 50, se puede observar la siguiente información acerca de esta actividad:

- Fecha
- Ubicación en un plano estructural
- Referencia del elemento
- Orden del montaje



8. CONCLUSIONES

- La modalidad de pasantía como trabajo de grado brinda al estudiante una experiencia sumamente enriquecedora para su futura vida profesional.
- La práctica profesional es una excelente herramienta para aplicar los conocimientos académicos adquiridos en los años de carrera universitaria.
- El pasante de ingeniería debe tener el carácter, el conocimiento y el criterio para la toma de decisiones bajo presión y para aprobar o rechazar un proceso constructivo.
- El concreto premezclado presenta una muy buena resistencia debido a la homogeneidad y alto estándares de control en la planta dosificadora.
- El concreto premezclado es muy útil cuando el espacio en la obra es muy reducido y se necesitan grandes cantidades de este.
- La rapidez en el montaje de la estructura metálica es una de sus ventajas más visibles, ya que su velocidad de construcción permite ahorrar en costos fijos de la obra.
- Una de las actividades de mayor importancia en la construcción es la seguridad y salud en el trabajo, debido a que la construcción es un campo con un riesgo laboral alto, se deben contar con profesionales especializados en esta área con el fin prevenir accidentes.



9. OBSERVACIONES

Es importante realizar una planeación en cual se establezca un cronograma de trabajo para que el personal tenga pleno conocimiento de las actividades a realizar y permitan llevar un control y cumplir una programación.

Es necesario que un profesional este pendiente en cada uno de los procesos constructivos para garantizar la correcta construcción de cada elemento, de tal manera que el cliente se sienta seguro y satisfecho del trabajo realizado.

Una estructura mixta tiene ventajas sobre las tradicionales de concreto, pero tiene una desventaja muy importante y es el fuego, por tal razón se recomienda que se le aplique a las vigas un producto que aislé el acero del fuego en caso de un incendio.

En la construcción no se deben descuidar procesos importantes como el curado del concreto, ya que un buen curado aumenta la resistencia y la durabilidad y en general todas las propiedades del concreto endurecido.



10. BIBLIOGRAFÍA

- RIVERA, GERARDO A. (s.f.). *Concreto simple*. Universidad del Cauca.
- ASOCIACION COLOMBNIANA DE INGENIERIA SISMICA. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10* (Vol. F). Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- INVIAS. (2007). *INV E-402 " Elaboración y curado de muestras de concreto para ensayos de compresión y flexión"*. Bogotá: INVIAS.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD, RESOLUCIÓN NÚMERO 4445 DE 1996 (02, diciembre, 1996), CAPITULO II – VIII, Bogotá, D. C., 1996.
- ICONTEC. (1992). *NTC-396 Asentamiento del concreto*. Bogotá: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.
- AMERICAN WEILDING SOCIETY. (2010). *AWSD1.1/D1.1M:2010 Código de soldadura estructural*. Miami: American Welding Society.
- <http://canalconstruccion.com/morteros-autonivelantes.html>
- <http://www.constructoramyl.com/index.php/proyectos/25-ipsum/29-gallery-5>



ANEXO 1.



Facultad de Ingeniería Civil
Consejo de Facultad

RESOLUCIÓN No. 073 DE 2017
26 DE ABRIL
8.3.2-90.4

Por la cual se asigna nuevo director de trabajo de grado.

EL CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL de la Universidad del Cauca, en uso de sus atribuciones funcionales y,

CONSIDERANDO

Que mediante los Acuerdos 002 de 1989, 003 y 004 de 1994 y 027 de 2012, emanados del Consejo Académico de la Universidad del Cauca, se estableció el TRABAJO DE GRADO y por Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, se reglamentó dicho Trabajo de Grado en las modalidades Investigación, Pasantía, Práctica Social y Profundización Académica.

R E S U E L V E

ARTÍCULO ÚNICO: Asignar al Ingeniero **FREDY ARTURO JARAMILLO OTERO** como Director del Trabajo de Grado titulado "Auxiliar de Ingeniería Civil en la Construcción de la Clínica Reina Victoria" a cargo del estudiante **ANDRES FELIPE BENITEZ ORDOÑEZ**, con cédula de ciudadanía número 1026281135 y código 100411010465 del programa de Ingeniería Civil, como requisito parcial para optar al título de Ingeniero(a) Civil.

COMUNIQUESE Y CÚMPLASE

Se expide en Popayán, a los veintiséis (26) días del mes de abril de dos mil diecisiete (2017)


ALDEMAR JOSÉ GONZALEZ FERNANDEZ
Decano


ANA JULIA MUÑOZ IBARRA
Secretaria General

Carrera 2 Calle 13N Campus Universitario de Tulcán
Popayán Cauca Colombia
Teléfono: 8209800 ext. 2200 2201 2205 2283
E-mail: d-civil@unicauca.edu.co





ANEXO 2.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

RESOLUCIÓN No. 520 DE 2016
16 DE NOVIEMBRE
8.3.2-90.13

Por la cual se autoriza un TRABAJO DE GRADO, **PRACTICA PROFESIONAL EMPRESARIAL-PASANTIA** se designa su Director.

EL CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL de la Universidad del Cauca, en uso de sus atribuciones funcionales y,

C O N S I D E R A N D O

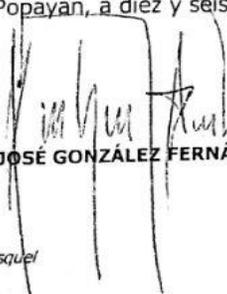
Que mediante los Acuerdos 002 de 1989, 003 y 004 de 1994 y 027 de 2012, emanados del Consejo Académico de la Universidad del Cauca, se estableció el TRABAJO DE GRADO y por Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, se reglamentó dicho Trabajo de Grado en las modalidades Investigación, Pasantía y Práctica Social.

R E S U E L V E

ARTICULO ÚNICO: Autorizar al estudiante **ANDRES FELIPE BENITEZ ORDOÑEZ**, con código 100411010465 la ejecución y desarrollo del Trabajo de grado, **Práctica Profesional Empresarial- Pasantía** titulado "**Auxiliar de Ingeniería Civil en la construcción de la Clínica Reina Victoria.**" bajo la dirección de la Arquitecta Diana Velasco Galvis, avalado por el Consejo de Facultad como requisito parcial para optar al título de **Ingeniero Civil.**

COMUNIQUESE Y CÚMPLASE

Se expide en Popayán, a diez y seis (16) días del mes de Noviembre de dos mil dieciséis (2016)


Ing. ALDEMAR JOSÉ GONZÁLEZ FERNÁNDEZ
Decano


ANA JULIA MUÑOZ IBARRA
Secretaria General

Elaboró: Martha Pasquel

RECIBE
Andrés Felipe Benítez
23 - Nov - 2016



ANEXO 3.



La suscrita Jefe de Personal y Recursos Humanos de la CONSTRUCTORA
INVERSIONES M&L GROUP S.A.S con NIT. No. 900.386.817-1

CERTIFICA

Que mediante, el Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, autorizo la ejecución y el desarrollo de trabajo de grado, práctica profesional - pasantía al estudiante **ANDRES FELIPE BENITEZ ORDOÑEZ**, mayor de edad, e identificado con cedula de ciudadanía No. 1.026.281.135 de Bogotá D.C.

Que en virtud de lo anterior, desde el 20 de Noviembre de 2016 hasta el 12 de Marzo de 2017, el estudiante en mención, se desempeñó como Auxiliar de Ingeniería Civil en la Construcción de la Clínica Reina Victoria en la Ciudad de Popayán, obra que se encuentra a cargo de la CONSTRUCTORA INVERSIONES M&L GROUP S.A.S.

Que el estudiante **ANDRES FELIPE BENITEZ ORDOÑEZ** ya identificado, cumplió con una intensidad horaria de 580 horas en su totalidad.

Que durante dicho termino el estudiante, cumplió satisfactoriamente con todas y cada una de las actividades que le fueron encomendadas por la constructora, razón por la cual se tiene por cumplida la pasantía/práctica realizada por el estudiante.

Para constancia, se firma la presente certificación a solicitud de la parte interesada en Santiago de Cali, a los Trece (13) días del mes de Marzo de 2017.

Cordialmente,



**DEPARTAMENTO
DE GESTIÓN HUMANA**
MAYRA LIZETH HERRERA CHAVEZ
C.C. No. 1.144.035.914 de Cali – V
Jefe de Personal y Recursos Humanos
INVERSIONES M&L GROUP S.A.S.

CC.: Hoja de Vida.