

**PASANTÍA COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN LA CONSTRUCCIÓN
DE LA CLÍNICA REINA VICTORIA, COMO APOYO EN EL REGISTRO,
CONTROL DE AVANCE DE OBRA Y DE CALIDAD DE MATERIALES PARA LA
CONSTRUCCIÓN.**



**PRESENTADO POR:
JENIFER VANESSA PORTILLA PORTILLA
C.C. 1.085.310.707
CÓDIGO: 100414020581**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2018**

**PASANTÍA COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN LA CONSTRUCCIÓN
DE LA CLÍNICA REINA VICTORIA, COMO APOYO DE REGISTRO, CONTROL
DE AVANCE DE OBRA Y DE CALIDAD DE MATERIALES PARA LA
CONSTRUCCIÓN.**



**ANTEPROYECTO DE TRABAJO DE GRADO
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

MODALIDAD PASANTÍA

**PRESENTADO POR:
JENIFER VANESSA PORTILLA PORTILLA
C.C. 1.085.310.707
CÓDIGO: 100414020581**

**DIRECTOR:
JAIME RAFAEL OBANDO
INGENIERO CIVIL – Ph. D GEOTÉCNIA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN - CAUCA
2018**

NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y jurado de la práctica profesional, **“Pasantía como auxiliar de ingeniería civil en la construcción de la Clínica Reina Victoria, como apoyo de registro, control de avance de obra y de calidad de materiales para la construcción”**, una vez evaluado el informe final y la sustentación del mismo, autorizan al egresado para que desarrolle las gestiones administrativas para optar por el título de Ingeniero Civil.

Ing. Ph. D. Jaime Rafael Obando.

Director de pasantía.

Jurado 1.

Jurado 2.

Popayán, _____ de febrero de 2017.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. JUSTIFICACIÓN.....	2
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. INFORMACIÓN GENERAL.....	4
3.1. Empresa receptora.....	4
3.2. Duración de la pasantía	5
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
4.1. Localización	7
5. EVALUACIÓN DE INICIO	9
6. PANTALLA ESTRUCTURAL PARA FACHADA.....	11
6.1. Descripción	11
6.2. Construcción	14
6.3. Actividades realizadas por la pasante.....	14
6.4. Tiempo de construcción	16
7. VÍA ALEDAÑA A LA CLÍNICA REINA VICTORIA.....	18
7.1. Descripción	18
7.2. Construcción	19
7.3. Actividades realizadas por la pasante.....	28
7.4. Tiempo de construcción.....	38
8. ESTRUCTURA METÁLICA.....	39
8.1. Descripción	39
8.2. Construcción	44
8.3. Actividades realizadas por la pasante.....	46
8.4. Tiempo de construcción.....	47
9. LOSA DE ENTREPISO	48
9.1. Descripción	48

9.2. Construcción	50
9.3. Actividades realizadas por la pasante	53
9.4. Tiempo de construcción	56
10. COLUMNAS	57
10.1. Descripción	57
10.2. Construcción	62
10.3. Actividades realizadas por la pasante	64
10.4. Tiempo de construcción	66
11. POZO DE SUCCIÓN	68
11.1. Descripción	68
11.2. Construcción	70
11.3. Actividades realizadas por la pasante	75
11.4. Tiempo de construcción	76
12. CONCLUSIONES	77
13. BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	80

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Número de golpes por capa para muestras de concreto	35
Tabla 2. Registro de cilindros y viguetas de concreto	36
Tabla 3. Registro de cilindros de concreto	53

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Imagen corporativa	4
Figura 2. Render de la fachada occidental y norte de la Clínica Reina Victoria.	6
Figura 3. Ubicación del proyecto en mapa satelital.....	7
Figura 4. Levantamiento con localización en obra	7
Figura 5. Localización por ejes en obra	8
Figura 6. Estructura metálica con perfiles tubulares. Jul/03/2017.....	9
Figura 7. Excavación del pozo de succión. Jul/05/2017	9
Figura 8. Estructura metálica y en concreto hasta la losa de entrepiso del séptimo nivel, Jul/07/2017.....	10
Figura 9. Fachada sur – servidumbre de acceso	12
Figura 10. Sistema flotante para fachada en sexto piso. Jul/07/2017	12
Figura 11. Sistema confinado para fachada en sexto piso. Jul/07/2017	13
Figura 12. Estructura metálica con placas de Superboard Estándar (sistema confinado). Jul/07/2017.....	13
Figura 13. Estructura metálica liberada. Ago/01/2017.	15
Figura 14. Plano de fachada liberada.	16
Figura 15. Proyecto Clínico Reina Victoria, vista de fachadas Norte y Occidental. Dic/12/2017	17
Figura 16. Estado en el que se encuentra la vía a la fecha de inicio de pasantía. Jul/11/2017.	19
Figura 17. Escarificación y relleno de la vía con material de subbase. Jul/12/2017	20
Figura 18. Compactación de capa de subbase. Jul/12/2017	21
Figura 19. Toma de muestra para CBR inalterado y Densidad de campo por medio de Cono y arena. Jul/13/2017	22
Figura 20. Armado de formaleta para la vía Ago/02/2017	23
Figura 21. Ubicación de formaletas y aceros de transferencia. Ago/03/2017 ..	24
Figura 22. Vaciado de concreto desde el mixer. Ago/04/2017.....	25
Figura 23. Vibración del concreto. Ago/04/2017	26

Figura 24. Procedimiento de macrotextura en el concreto. Ago/04/2017	27
Figura 25. Procedimiento de generación de junta en la losa de concreto. Ago/04/2017.....	28
Figura 26. Informe de densidad in situ por Método de cono y arena. Jul/14/2017	30
Figura 27. Informe de CBR inalterado. Jul/19/2017	31
Figura 28. Remisión de concreto. Ago/09/2017	32
Figura 29. Determinación de asentamiento. Ago/04/2017	33
Figura 30. Medición del asentamiento mediante cono de Abrams	33
Figura 31. Toma de muestras para ensayo a compresión	34
Figura 32. Muestras para ensayo a compresión	34
Figura 33. Toma de muestras para ensayo a flexión	35
Figura 34. Muestra para ensayo a flexión	35
Figura 35. Trazabilidad de la vía sector clínico	37
Figura 36. Plano general de montaje	39
Figura 37. Perfil de columnas, 0.60 m x 0.60 m	40
Figura 38. Perfil de columnas, 0.70 m x 0.70 m	41
Figura 39. Perfil de columnas, 0.80 m x 0.80 m	42
Figura 40. Marca para ajuste 2/3 de giro	43
Figura 41. Radios de alcance de la torre grúa	44
Figura 42. Elevación de elementos estructurales. Ago/16/2017	45
Figura 43. Montaje de la estructura metálica. Ago/19/2017	46
Figura 44. Montaje de la estructura metálica. Ago/28/2017	46
Figura 45. Corte longitudinal y transversal de lámina colaborante	48
Figura 46. Colocación de studs en Meisa deck. Sep/05/2017	49
Figura 47. Colocación de Meisa deck. Ago/28/2017	50
Figura 48. Colocación de malla electrosoldada. Sep/05/2017	51
Figura 49. Apuntalamiento de guaduas. Sep/05/2017	52
Figura 50. Fundición de losa de entrepiso octavo nivel. Sep/06/2017	52
Figura 51. Trazabilidad de losa de entrepiso octavo nivel. Sep/06/2017	54
Figura 52. Remisión de concreto de losa de entrepiso octavo nivel. Sep/08/2017.....	55

Figura 53. Vaciado de concreto de mixer a autobomba. Sep/06/2017	55
Figura 54. Refuerzo transversal de las columnas de 60x60 cm	58
Figura 55. Refuerzo transversal de las columnas de 0.60 m x 0.60 m en los nudos	58
Figura 56. Refuerzo transversal de las columnas de 0.70 m x 0.70 m	59
Figura 57. Refuerzo transversal de las columnas de 0.70 m x 0.70 m en los nudos	60
Figura 58. Refuerzo transversal de las columnas de 0.80 m x 0.80 m	61
Figura 59. Refuerzo transversal de las columnas de 0.80 m x 0.80 m en los nudos	61
Figura 60. Armado de columna E7 nivel séptimo. Sep/02/2017	62
Figura 61. Liberación de columna 3B nivel séptimo. Sep/11/2017	63
Figura 62. Fundición de columnas. Sep/04/2017.....	64
Figura 63. Formato de liberación de columnas. Sep/22/2017.....	65
Figura 64. Trazabilidad de columnas. Sep/27/2017.....	66
Figura 65. Despiece de losa de cimentación del pozo de succión	69
Figura 66. Excavación de pozo de succión. Jul/05/2017	70
Figura 67. Colocación de subbase en pozo de succión. Jul/06/2017	71
Figura 68. Colocación de solado en pozo de succión. Jul/06/2017	71
Figura 69. Colocación de doble parrilla inferior en pozo de succión. Ago/02/2017.....	72
Figura 70. Colocación de acero de muros en pozo de succión. Ago/09/2017 .72	
Figura 71. Fundición de losa de cimentación en pozo de succión. Ago/11/2017	73
Figura 72. Armado de acero en muros del pozo de succión. Ago/14/2017.....	73
Figura 73. Colocación de formaleta en el pozo de succión. Ago/15/2017	74
Figura 74. Fundición de muros en el pozo de succión. Ago/18/2017.....	74
Figura 75. Fundición de muros en el pozo de succión. Ago/18/2017.....	75

INFORME DE PASANTÍA COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CLÍNICA REINA VICTORIA, COMO APOYO EN EL REGISTRO, CONTROL DE AVANCE DE OBRA Y DE CALIDAD DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN.

PROPUESTA DE GRADO – PASANTÍA

INTRODUCCIÓN.

El presente informe tiene por finalidad dar a conocer al departamento de geotecnia de la facultad de ingeniería civil, la justificación, objetivos, información general, descripción del proyecto, construcción, actividades realizadas y demás aspectos relevantes que se desarrollaron en la ejecución de la pasantía en la obra civil denominada “**CLINICA REINA VICTORIA**”, llevada a cabo en la ciudad de Popayán por la empresa **INVERSIONES M & L GROUP S.A.S.**, para optar por el título de ingeniera civil dando cumplimiento al requisito de trabajo de grado en la modalidad pasantía.

En la mencionada obra se ejerció por la pasante el cargo de auxiliar de ingeniería, cargo en el que debió ejercer funciones específicas como son: llevar un registro detallado del avance de la obra en cada jornada laboral, hacer control de aspectos técnicos durante la construcción y supervisar la calidad de los materiales de construcción usados en esta, todo lo anterior, a través de una participación activa en los trabajos que se adelantaron en la obra y aplicando las normas colombianas de construcción vigentes en la materia.

Con lo anterior, la pasante aplicó los conocimientos adquiridos durante el estudio de su carrera, adquirió experiencia en el campo de la construcción y sus procesos, y consolidó nuevas destrezas y habilidades en el ejercicio a futuro de su profesión.

En este documento se tratarán las actividades realizadas en el transcurso del trabajo de grado con la modalidad de pasantía, como lo estipula el acuerdo N° 051 de 2001 del Consejo Superior Universitario, la Resolución N° 281 de 2005 y la resolución N° 820 de 2014 emitida por la Facultad de Ingeniería Civil.

1. JUSTIFICACIÓN.

La presente pasantía como trabajo de grado es importante ya que ofrece a la estudiante su primer contacto con el ejercicio de su profesión, permitiéndole aplicar en ésta, los conocimientos académicos que ha adquirido, experiencia que le permite enriquecer el proceso de formación y genera en ella experiencias en el campo de la construcción, que harán de ésta, una persona integral e idónea para el futuro ejercicio de la ingeniería civil.

Además de lo anterior, se debe tener en cuenta que la obra en que se realizó la pasantía constituye una construcción de gran relevancia, puesto que es una construcción metálica aporticada que contará con ocho pisos y será usada como clínica hospitalaria que se pondrá a disposición de la comunidad y que deberá cumplir los requerimientos y estándares que tienen estos establecimientos, como son: consultorios, salas, vías de acceso, parqueadero, pozo de succión, entre otros; construcciones que hacen que sea indispensable contar en la obra con personal con amplios conocimientos y experiencia en los diferentes campos de la construcción, que retroalimentan los conocimientos de la pasante a través de sus instrucciones, recomendaciones, inspección, vigilancia y control.

En desarrollo de lo anterior, la pasante tiene la oportunidad de fortalecer sus conocimientos en las etapas de construcción en las que participa, debiendo afrontar desde su profesión las adversidades que se presentan, tomando decisiones frente a los problemas que se identifican y participando activamente en la misma con los conocimientos que ha adquirido.

2. OBJETIVOS.

2.1. OBJETIVO GENERAL.

Participar en el cargo de auxiliar de ingeniería civil como apoyo al registro, control de avance de obra y de calidad de materiales, en la construcción de la **CLÍNICA REINA VICTORIA** en la ciudad de Popayán por la empresa **INVERSIONES M&L GROUP S.A.S.**

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Realizar un seguimiento y registro detallado de los procesos constructivos realizados en la obra durante la pasantía, aplicando las normas de construcción vigentes.
- Verificar que la calidad de los materiales usados en la construcción de los distintos elementos de la estructura, cumplan con lo establecido en los planos estructurales que se hayan hecho para la obra.
- Efectuar la supervisión de la obra en general, en las siguientes actividades: montaje, armado y fundición de columnas metálicas y de losas de entresijos, construcción de la vía alameda al sector clínico, construcción del pozo de succión, entre otros.
- Calcular las cantidades de materiales que se requieran en las diferentes estructuras de construcción de la obra.
- Realizar el seguimiento al cronograma de las actividades previamente descritas, verificando el cumplimiento de los tiempos establecidos en la programación de la obra.

3. EMPRESA RECEPTORA.

3.1. CONSTRUCTORA M & L GROUP S.A.S.



Figura 1. Imagen corporativa.

Grupo M&L (ver Figura 1) 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 (M&L Constructora, 2017).

OBJETIVO RETADOR:

Ser una empresa reconocida a nivel regional para el año 2020, liderando el mercado por su calidad e innovación (M&L Constructora, 2017).

PRINCIPIOS CORPORATIVOS:

- Responsabilidad.
- Vocación de servir.
- Eficacia.
- Seguridad Honestidad.

VALORES CORPORATIVOS:

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

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 (M&L Constructora, 2017).

- 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, Local 407 A-D (Cali, Valle del Cauca).

Teléfono: 311 6949.

3.2. DURACIÓN DE LA PASANTÍA

El tiempo exigido por la Universidad del Cauca, en la modalidad de pasantía, es de quinientas setenta y seis (576) horas, iniciando el primer (1) día del mes de julio de dos mil diecisiete (2017) y culminando a los doce (12) días del mes de octubre de dos mil diecisiete (2017).

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Reina Victoria es un proyecto clínico y comercial ejecutado por la Constructora M&L Group S.A.S. La clínica está proyectada para estar constituida por ocho pisos, un sótano y una losa técnica los cuales fueron dispuestos de la siguiente manera:

- Sótano: Área de parqueaderos, hemodinamia e imágenes diagnósticas.
- Piso 1: Locales comerciales y urgencias.
- Pisos 2: Unidad de cuidados intensivos y quirófanos.
- Piso 3 y 4: Por definir.
- Pisos 5: Consultorios médicos.
- Piso 6: Unidad renal.
- Piso 7 y 8: Hospitalización.
- Losa técnica: Equipos de ventilación, ascensores y reparación futura de fachadas (ver Figura 2).



Figura 2. Render de la fachada occidental y norte de la Clínica Reina Victoria.

Fuente: Francisco Amalla, 2015.

4.1. LOCALIZACIÓN

El proyecto se localizó en el barrio *LA ESTANCIA*, en la calle 15N #2-350, diagonal a *Asmet Salud* (Ver Figura 3).

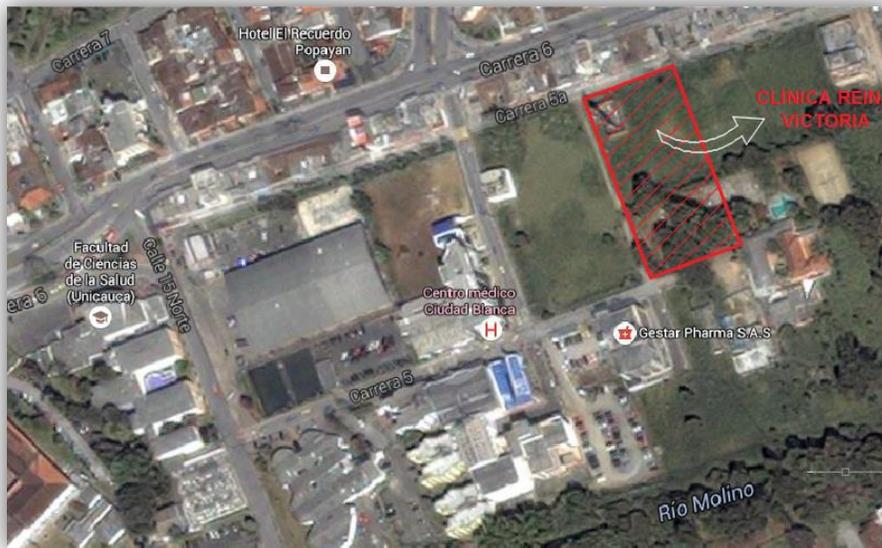


Figura 3. Ubicación del proyecto en mapa satelital.

Fuente: Google Maps.

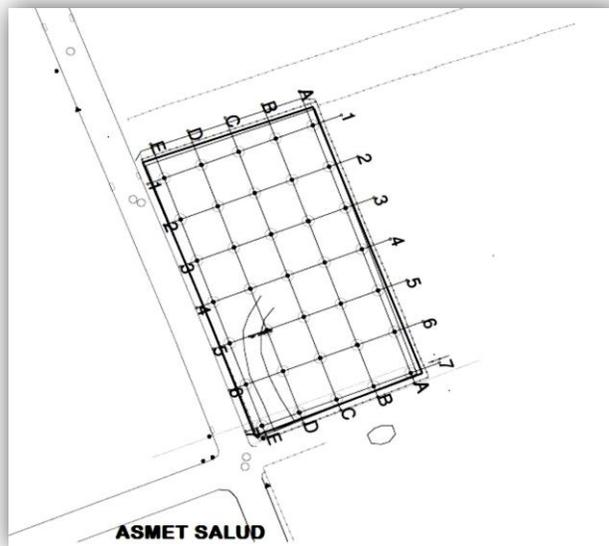


Figura 4. Levantamiento con localización en obra.

Fuente: Alexander Palta F., 2015.

La obra estuvo referenciada por ejes del A al E y del 1 al 7, y para el presente trabajo los distintos elementos de la construcción fueron nombrados empleando dichos ejes, de la siguiente manera (ver Figura 4 y 5):

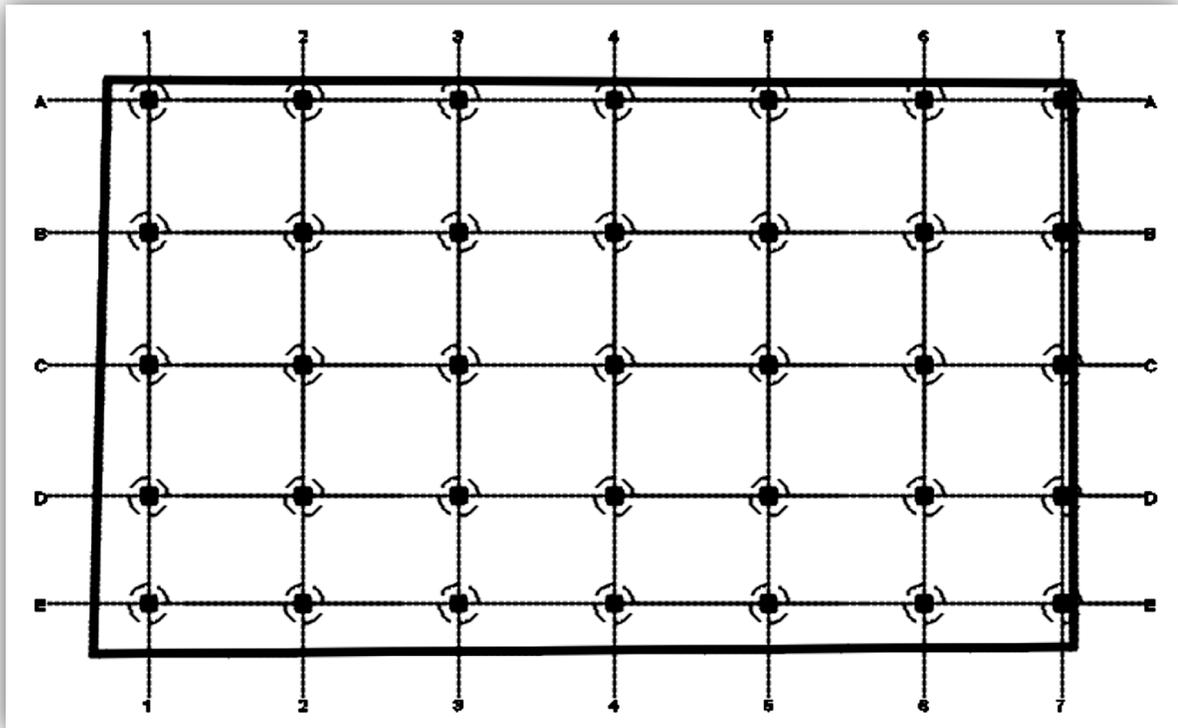


Figura 5. Localización por ejes en obra.

Fuente: Alexander Palta F., 2015.

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

La Clínica Reina Victoria es un proyecto clínico que se proyectó con servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y atención de urgencias, y se clasificó en el **Grupo IV- Edificaciones indispensables**, por lo tanto fue diseñada para funcionar durante y después de un sismo.

5. EVALUACIÓN DE INICIO

En el inicio de la pasantía se encontró colocada la estructura metálica y en concreto hasta la losa de entrepiso del 7mo nivel (ver Figura 8), se halló en proceso de excavación el pozo de succión en el sótano que alcanzaba un nivel de -3.72 m (ver Figura 7), había instalación de estructura metálica con perfiles tubulares cuadrados de 0.10 m x 0.10 m para fachada oriental (ver Figura 6) y se encontró en desarrollo el proyecto de construcción de la vía aledaña al sector clínico, entre otros.



Figura 6. Estructura metálica con perfiles tubulares, Jul/03/2017.

Fuente: La autora.



Figura 7. Excavación del pozo de succión, Jul/05/2017.

Fuente: La autora.



Figura 8. Estructura metálica y en concreto hasta la losa de entresuelo del séptimo nivel, Jul/07/2017.

Fuente: La autora.

6. PANTALLA ESTRUCTURAL PARA FACHADA

6.1. DESCRIPCIÓN

En la definición del sistema estructural para fachada que se empleó, se tuvo en cuenta el sistema DryWall utilizado, dependiendo de la estructura y del tipo de placa de diseño. En cuanto a la estructura, se emplearon perfiles tubulares metálicos de 0.10 m x 0.10 m en sistema confinado y perfiles tubulares metálicos de 0.10 m x 0.05 m con cercha metálica de 0.10 m x 0.10 m en sistema flotante; y en cuanto a placa de diseño se emplearon placas Superboard Stándar y Premium.

Se siguió el diseño del Ing. Yhonathan Pachecho que tuvo en cuenta lo siguiente para el diseño de vanos en la estructura metálica para fachada:

1. Uso del piso.
2. Cargas transmitidas a la losa y columnas de la estructura metálicas por las placas de Superboard.

En cuanto a materiales se tuvieron dos sistemas para fachada: un sistema confinado empleando placas de Superboard Standar y un sistema flotante empleando placas de Superboard Premium; las cuales proporcionaron gran flexibilidad al diseñador en cuanto a formas y diseños, se adaptaron a cualquier forma o dimensión y donde se tuvo en cuenta el tratamiento de las mismas en la estructura metálica. A continuación, se muestra uno de los planos de diseño (ver Figura 9), la estructura (ver Figura 10 y 11) y el tipo de placa utilizada (ver Figura 12):

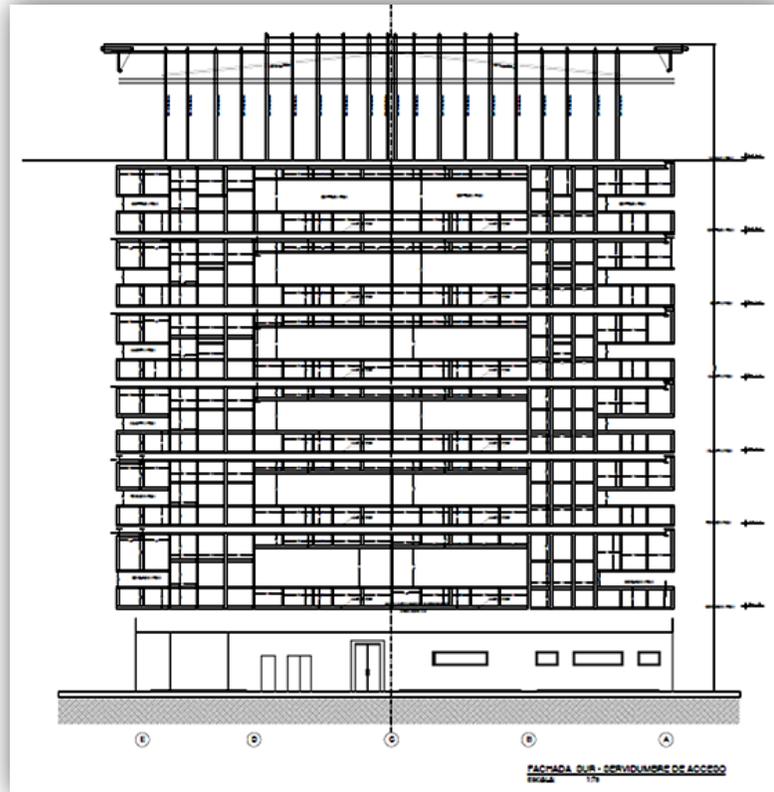


Figura 9. Fachada sur – servidumbre de acceso.

Fuente: Ing. Yhonathan Pacheco.



Figura 10. Sistema flotante para fachada en sexto piso, Jul/07/2017.

Fuente: La autora.



Figura 11. Sistema confinado para fachada en sexto piso, Jul/07/2017.

Fuente: La autora.



Figura 12. Estructura metálica con placas de Superboard Estándar (sistema confinado), Jul/07/2017.

Fuente: La autora.

6.2. CONSTRUCCIÓN

Inicialmente, se procedió a fijar la estructura tubular metálica a los entresijos por medio de soldadura a riostras, anclajes y ángulos, con un previo trazado de nivel y plomada de la estructura tubular de los pisos inferiores que ya soportaban los paneles de fibrocemento (Superboard) con ésta “nueva” estructura.

Ésta, estuvo constituida por perfiles de acero cerrados de 0.10 m x0.10 m, contando principalmente con un perfil superior y un perfil inferior, y de los cuales las divisiones intermedias dependían de la carga de la placa de fibrocemento y del uso del piso.

Una vez nivelada y plomada la estructura con las tolerancias admisibles de armado de la misma, ésta se fijaba. Posteriormente, se realizaba revisión de soldadura para liberación de pantalla estructural para fachada y aplicación de pintura anticorrosiva para posterior proceso de instalación de placas de Superboard.

6.3. ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA PASANTE

Se realizó el seguimiento de las pantallas estructurales de fachada norte, sur, oriental y occidental del piso sexto (ver Figura 13), séptimo y octavo; en los cuales se chequeó: Alineación, plomada, pandeo, anclaje y soldadura de tubos estructurales individuales y en conjunto.



Figura 13. Estructura metálica liberada, Ago/01/2017.

Fuente: La autora.

Se evaluó una variación máxima de 5 mm en cuanto a tolerancia de armado de las pantallas estructurales para fachada en su alineación, plomada y pandeo respecto al nivel de entrepiso y perfiles tubulares inferiores, para una correcta colocación posterior de placas de Superboard.

Simultáneamente, en la soldadura se revisaron 3 líneas de soldadura entre las uniones de los perfiles tubulares mediante inspección visual donde se evaluó: tamaño de soldadura, continuidad, ubicación, grietas y derretimiento de material soldado; en donde los defectos en la soldadura, pudieron ocasionar la falla prematura de ésta a través de la reducción de su resistencia o produciendo concentraciones de esfuerzos dentro del componente de la misma. En la Figura 14 se puede observar una estructura de fachada la cual cumplió con los requerimientos exigidos:

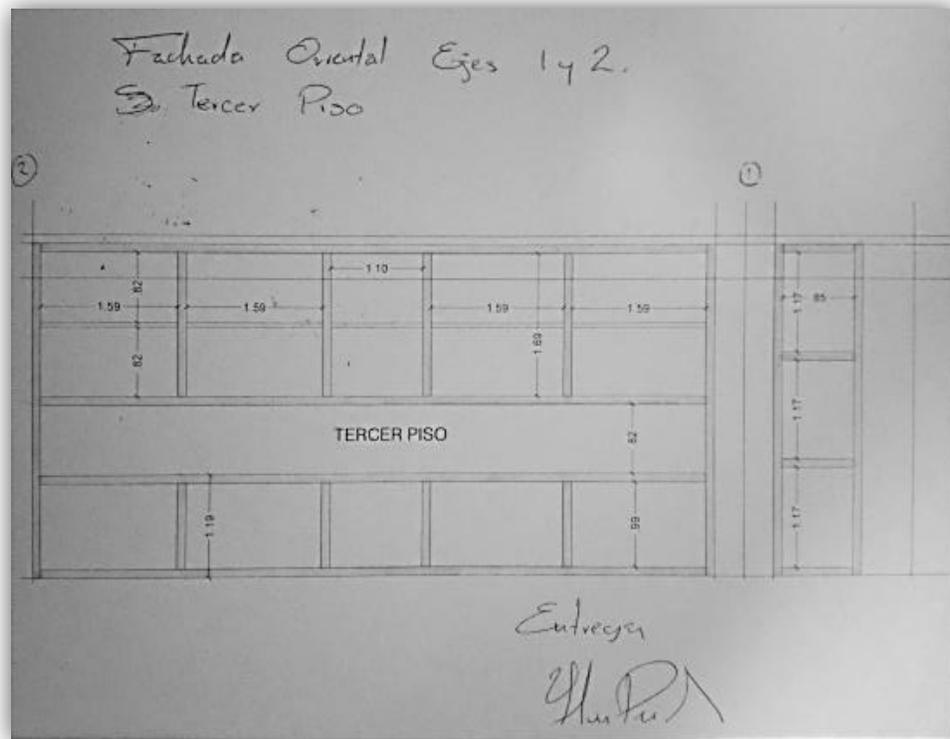


Figura 14. Plano de fachada liberada.

Fuente: Ing. Yhonathan Pacheco.

6.4. TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN

Desde el 01 de Julio de 2017 hasta el 13 de Octubre del mismo año, se completaron todas las fachadas estructurales en los pisos sexto y séptimo, parcialmente se completó la estructura de fachada del piso octavo (ver Figura 15).



Figura 15. Proyecto Clínico Reina Victoria, vista de fachadas Norte y Occidental.
Dic/12/2017.

Fuente: MEISA. 2017.

7. VÍA ALEDAÑA A LA CLÍNICA REINA VICTORIA

7.1. DESCRIPCIÓN

La vía alemana a la Clínica Reina Victoria se encontró con un trazado previo del diseño geométrico horizontal realizado por William Felipe Guevara y diseño en perfil por el Ing Yhonathan Pacheco, donde se contó en todo el diseño con un ancho de carril de 3 metros y bombeo normal de 2%, y en la cual se llevaron a cabo los siguientes procesos constructivos (ver Figura 16):

- Adecuación de material de subrasante del tramo, incluyendo posibles excavaciones y rellenos que se iban presentando según la topografía
- Adecuación del material de subbase del tramo, extensión, nivelación y compactación del mismo.
- Preparación y fundición de la capa de concreto utilizada como superficie de rodadura con concreto de módulo de rotura de 4.2 Mpa y espesor de 20 cm. La fundición incluyó aceros de transferencia de cargas y aceros estructurales en casos de losas con diseño reforzado.



Figura 16. Estado en el que se encontró la vía a la fecha de inicio de pasantía. Jul/11/2017.

Fuente: La autora.

7.2. CONSTRUCCIÓN

El día 10 de Julio de 2017 se inició con el replanteo y la nivelación de la vía ubicada al Noroccidente de la Clínica. En el proceso de nivelación fue necesario escarificar y rellenar con material de sub-base los tramos que no cumplían el diseño y que fueron localizados previamente. Para su corrección, se empleó una Retroexcavadora Cat 446B que ayudó a dar el perfil de diseño necesario en la vía (ver Figura 17).



Figura 17. Escarificación y relleno de la vía con material de subbase.
Jul/12/2017.

Fuente: La autora.

El proceso de humedecimiento para la compactación del material de subbase se realizó manualmente por medio de mangueras y únicamente fue ejecutado después de tener los niveles de subbase establecidos en campo. Al momento de realizar la compactación de la capa de material, se utilizó un vibrocompactador Dynapac de capacidad de 7 toneladas, que realizó el proceso en pasadas lentas y a velocidad constante (ver Figura 18).

El día 12 de Julio de 2017 se inició la compactación de las capas de material, proceso que duró 2 días en finalizar en todo el tramo para fundición.



Figura 18. Compactación de capa de subbase. Jul/12/2017.

Fuente: La autora.

Para la fundición de las losas, se realizó la revisión de densidad del material de subbase y de calidad del material de subrasante, por medio de ensayos de densidad y de resistencia de los suelos CBR (ver Figura 19), en donde se aseguró una superficie estable e inerte en la cual se apoyan las losas de concreto.



Figura 19. Toma de muestra para CBR inalterado y Densidad de campo por medio de Cono y arena. Jul/13/2017.

Fuente: La autora.

A continuación, se procedió con una ubicación adecuada del eje de vía mediante un replanteo; se optó por realizar la fundición carril por carril, por lo que se materializó el eje, uno de los lados de la vía y se colocaron marcas en cada abscisa mediante barras de acero clavadas al piso.

Posteriormente, se realizó la colocación de las formaletas, las cuales debieron ser preparadas previamente para asegurar su anclaje en el suelo; su estabilidad dependió de pestañas de acero delgadas que fueron soldadas en 3 puntos de apoyo de la formaleta, perforadas de tal forma que permitieron el paso de aceros de $\frac{1}{2}$ " que se aseguraron a la superficie (ver Figura 20).

El día 02 de agosto de 2017 se empezó a armar la formaleta y las estructuras de acero para la fundición de las losas en concreto de 4.2 Mpa y se finalizó el día 28 de agosto.



Figura 20. Armado de formaleta para la vía Ago/02/2017.

Fuente: La autora.

Para la formaleta se utilizaron perlines de 20 cm perforados para su anclaje al suelo, de una longitud de 1.5 m y donde fue necesario realizar formaletas de cierre; que consistían en 2 formaletas regulares, de tal forma que tuvieran una longitud de 3 m, y con perforaciones que permitieron el paso de los aceros de transferencia también conocidos como pasadores. Los pasadores se colocaron en armaduras de $\frac{1}{4}$ " a 0.10 m de altura soldados a la armadura, de tal forma que permitían el movimiento de los mismos y facilitaban la transferencia de cargas ya que se ubicaban entre dos losas de concreto, consistían en varillas lisas de 1" de diámetro separados 0.30 m centro a centro y una longitud es de 0.35 m.

Se colocaron las formaletas, se alinearon con ayuda de guías y se aseguraron al suelo con ayuda de varillas de 0.8 m de longitud clavadas con ayuda de macetas. Adicionalmente, se verificó que las formaletas estuvieran en línea con el suelo y que no estuvieran desviadas o curvadas, en caso de que hubiera sido así, se realizó una reparación rápida mediante golpes de maceta y una guía de acero.

Adicionalmente, se organizaron las formaletas de cierre de tramo, se colocaron los armazones auxiliares para los aceros de transferencia, los cuales consistieron en varillas de 0.85 metros (varillas de anclaje) de ½” de diámetro, necesarios para transferir las cargas de losa a losa. Por lo cual, estuvieron colocados de tal forma que permitieron libertad de movimiento en el sentido de avance de los vehículos. También, éstos debieron estar debidamente lubricados para no interferir con las formaletas de cierre y al momento de realizar la fundición, los aceros de transferencia estuvieron organizados cerca a la vía, de tal forma que no interferían con el recorrido del vehículo mezclador (ver Figura 21).



Figura 21. Ubicación de formaletas y aceros de transferencia. Ago/03/2017.

Fuente: La autora.

El proceso de fundición de las losas de concreto fue uno de los procesos fundamentales en la obra desarrollada; ya que fue la culminación de todos

los procesos de preparación de material de subrasante y subbase, que garantizó el correcto funcionamiento de las losas instaladas.

El proceso que se llevó a cabo en la fundición de las losas de pavimento fue el siguiente:

Primero, se humedeció la superficie de fundición, con ayuda de mangueras conectadas a la red de acueducto local o con las mangueras del vehículo mezclador, de tal forma que la superficie no absorbió el agua de la mezcla de concreto.

A continuación, se realizó el vaciado de la mezcla de concreto desde el carro mezclador, en intervalos cortos de tal forma que pudo extenderse en todo el ancho del carril mediante una pala; debido a esto, la mezcla proporcionada debió tener la manejabilidad adecuada para facilitar el proceso y realizarlo rápidamente evitando que la mezcla se secase antes de efectuar el proceso de nivelado (ver Figura 22).



Figura 22. Vaciado de concreto desde el mixer. Ago/04/2017.

Fuente: La autora.

Después, se realizó el vibrado de la mezcla, con ayuda de un rodillo o regla vibratoria de concreto, y se aseguró uniformidad en la mezcla evitando la formación de hormigueros en las losas de concreto y la segregación de éste; factores que pudieron afectar la resistencia de las losas de manera considerable. Adicionalmente, cuando se realizó el proceso de vibrado con la regla, se enrasó la superficie de la losa quitando cualquier sobrante de concreto que hubiera podido quedar al momento de su extensión (ver Figura 23).



Figura 23. Vibración del concreto. Ago/04/2017.

Fuente: La autora.

Después de realizado el proceso de vibrado, se efectuaron los terminados de las losas con ayuda de las escobillas o platachos, las cuales son herramientas usadas para obtener la textura superficial rugosa necesaria para la superficie de rodadura; estas herramientas, consisten en cepillos anchos de cerda metálica provistos de mangos largos o extensibles que alcanzan todos los rincones de la losa y que se deslizan transversal o

longitudinalmente sobre toda la superficie donde se realiza el acabado de la misma (ver Figura 24).



Figura 24. Procedimiento de macrotextura en el concreto. Ago/04/2017.

Fuente: La autora.

Para facilitar el proceso del acabado se utilizó antisol de Sika, el cual es un producto diseñado para ser usado como retardante de evaporación en todo tipo de superficies de concreto; por lo cual, mantuvo la fluidez superficial de las losas y permitió realizar los acabados con mayor precisión.

Finalmente, se realizaron los cortes de las losas mediante una cortadora de gasolina de disco metálico para concreto, en los sitios donde se realizó la junta de cada una de las losas. Éste proceso se llevó a cabo después de 5 horas de la fundición, cuando el fraguado inicial se completó y las grietas por temperatura se empezaban a formar. Los cortes se produjeron

de tal forma que la grieta por temperatura siguiera un patrón que no comprometiera la integridad estructural de la losa o permitiera el paso de agua (ver Figura 25).



Figura 25. Procedimiento de generación de junta en la losa de concreto.
Ago/04/2017.

Fuente: La autora.

7.3. ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA PASANTE

Dentro de las actividades realizadas, se colaboró en la dirección de los trabajos de adecuación de la subbase en los tramos intermedios de la vía con la ayuda de uno de los contratistas que contaba con gran experiencia en la construcción de vías y se dio el perfil de la sección transversal de la vía, considerando el bombeo normal, los peraltes presentados en cada una de las curvas especificadas en el diseño y revisando niveles cada 5 metros a lo largo de toda la vía.

7.3.1. Tramo de prueba

El día 01 de agosto se realizó la preparación del terreno para el tramo de prueba de pavimento rígido, siguiendo las recomendaciones de los ingenieros y la geotecnóloga a cargo, quienes fueron los delegados de la coordinación de las fundiciones debido a su experiencia en este proceso constructivo.

Se empezó con la realización de los ensayos de densidad para el tramo, tras una revisión de condiciones de compactación y resistencia de las capas de la vía. Los ensayos de densidad se realizaron por el método de cono de arena (Norma INV E-161-13) y la resistencia de soporte de la subrasante por medio de CBR inalterado (Norma INV E-148-13), (ver Figura 26 y 27).

En éstos se evidenció: buena densidad, ausencia de acolchonamiento importante de material en alguna parte del tramo, carencia de huellas o grietas en el tramo y se verificó nivelación de la subbase estipulada en el diseño de la sección transversal.

Informe de pasantía para optar el título de Ingeniera Civil

DENSIDAD O MASA UNITARIA DEL SUELO EN EL TERRENO MÉTODO CONO Y ARENA		Código:	CT-DCA-CE01			
		Versión:	1			
		Páginas:	1 de 1			
NORMAS REFERENCIA:	INVE-142	Fecha Formato:	21-mar-2012			
FECHA: 14-jul-17		ODS N°: 716				
O B R A : CONSTRUCCIÓN VÍA ALEDAÑA CLINICA REINA VICTORIA SECTOR: BARRIO LA ESTANCIA, MUNICIPIO DE POPAYÁN INTERVENTOR: CONTROL INTERNO CONSTRUCTOR: M&L GROUP S.A.S S O L I C I T Ó : M&L GROUP S.A.S						
MATERIAL: SUB BASE FUENTE: AGREGADOS PURACÉ, TOMADO EN STOCK DE OBRA DESCRIPCION: MATERIAL GRANULAR TIPO SUB BASE COLOR GRIS CON PRESENCIA DE GRAVAS DE TRITURACIÓN						
Localización	FR	1	2	3	4	5
		D1	D2	D3	D4	D5
Margen		IZQ	EJE	DER	IZQ	DER
Profundidad del ensayo en cm		10	10	10	10	10
Peso frasco+cono+arena inicial		7027	6788	6763	6770	6767
Peso frasco+cono+arena final		2953	2973	2778	2886	2755
Constante del cono		1721	1721	1721	1721	1721
Peso arena total usada		2353	2094	2264	2163	2291
Densidad de la arena		1.586	1.586	1.586	1.586	1.586
Peso material retenido 3/4"		1422	538	936	693	1076
Gs material retenido 3/4"		2.667	2.667	2.667	2.667	2.667
Volumen del hueco		950	1119	1077	1104	1041
Peso material extraído humedo		2194	2518	2493	2531	2314
Humedad		5.55	3.77	5.07	5.10	3.45
Peso material extraído seco		2079	2427	2373	2408	2237
Densidad seca g/cm ³		2.187	2.169	2.204	2.181	2.149
Densidad máxima de laboratorio g/cm ³		2.145	2.145	2.145	2.145	2.145
% de compactación		102%	101%	103%	102%	100%
Cumplimiento		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
		SUB BASE	SUB BASE	SUB BASE	SUB BASE	SUB BASE

Figura 26. Informe de densidad in situ por Método de cono y arena. Jul/14/2017.

Fuente: CITEC LTDA.

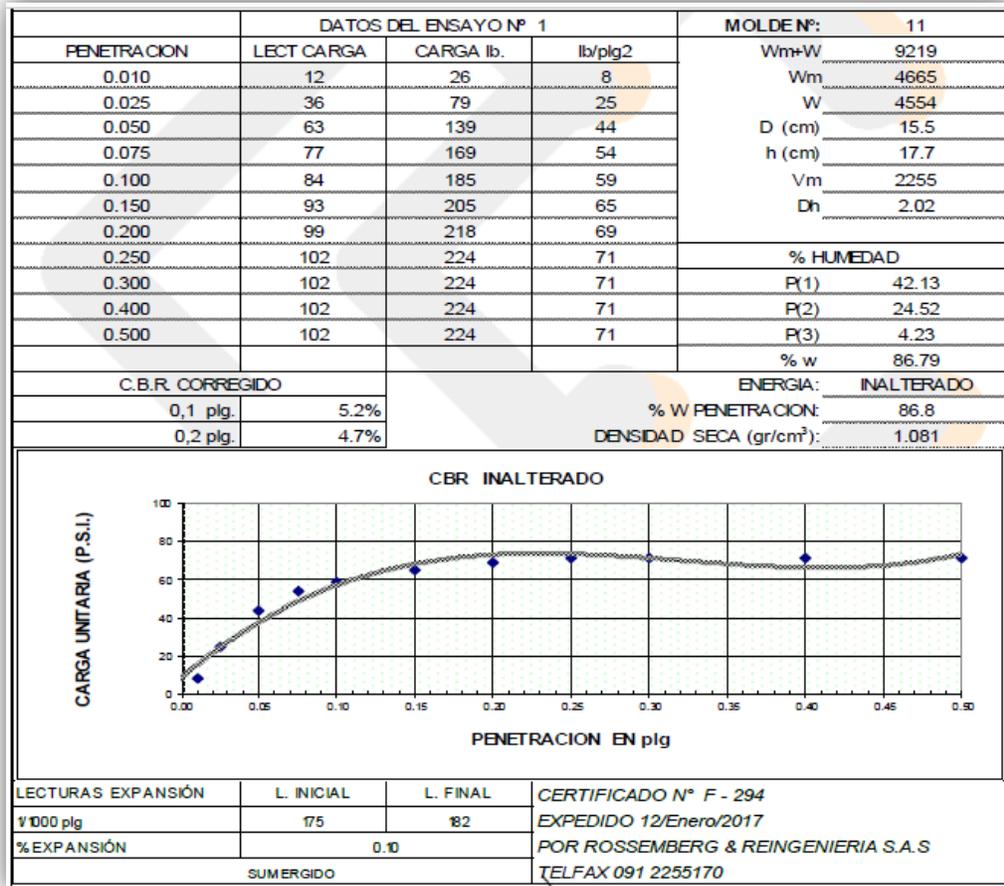


Figura 27. Informe de CBR inalterado. Jul/19/2017.

Fuente: CITEC LTDA.

Se realizó el seguimiento de cada una de las fundiciones realizadas a lo largo de la vía, en las cuales se chequeaba que el mixer estuviera sellado, la cantidad y propiedades (tipo, resistencia y tamaño máximo) del concreto descritas en la remisión coincidieran con las pedidas, y se realizó el registro de la hora de inicio de descargue y salida de la obra, obteniendo el tiempo de descargue del mixer (ver Figura 28).

09/08/2017
MR 40
30,5 M³ AREA

HO CONCRETO
5259

CONCREINSA
CONCRETO Y ASQUEMOS S.A.S.
R.T. 001.01.074

FECHA
MES: 08 AÑO: 2017

CLIENTE: Construcción H y L
DIRECCION: Clínica Reina Victoria
ELEMENTO: Pavimento
ESPECIFICACIONES: MR 40
ASENTAMIENTO: 4+1

ADICIONALES

H.S.P.	H.L.L.O.	H.L.D.	H.S.O.	H.L.L.P.
13.45				

CANTIDAD DESPACHADA M3: 7 CANTIDAD ACUMULADA M3: 30,5

CONDUCTOR: JO
VEHICULO: SKIA 424 Asfalto 45"
OBSERVACIONES:

RECIBE EN OBRA
NOMBRE: Jonathan Pacheco
CARGO: Residente
FIRMA: [Firma]
CEDULA: [Cédula]

DESPACHO PLANTA
NOMBRE: [Firma]

Figura 28. Remisión de concreto. Ago/09/2017.

Fuente: CONCREINSA S.A.S.

Como actividades de control de calidad, se realizó el ensayo de asentamiento por cono de Abrams o Slump (Norma INV E-404-07) de cada mixer que llegó a la obra, con el fin de determinar su consistencia y en caso de ser necesario rechazar el concreto, ya que se debió garantizar la no segregación y la manejabilidad del concreto, esperando asentamientos de $5'' \pm 1''$ (ver Figura 29).



Figura 29. Determinación de asentamiento. Ago/04/2017.

Fuente: La autora.

Posteriormente, se realizaron tres cilindros de 150 mm de diámetro (ver Figura 32) por cada fundición realizada para el ensayo de compresión del concreto, y de esta manera determinar la máxima resistencia que alcanzaba la muestra a los 28 días. El procedimiento de toma de asentamiento y fundición de cilindros se muestra en los siguientes esquemas (ver Figura 30 y 31):

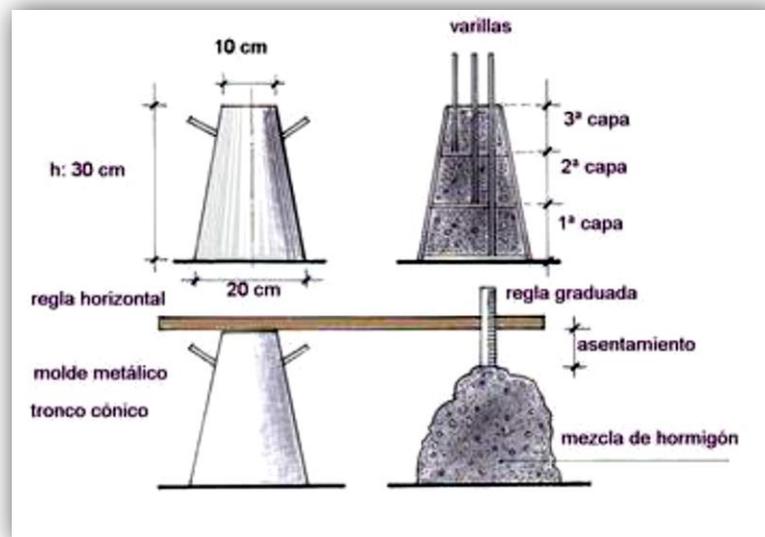


Figura 30. Medición del asentamiento mediante cono de Abrams.

Fuente: www.construmatica.com/construpedia/Cono_de_Abrams

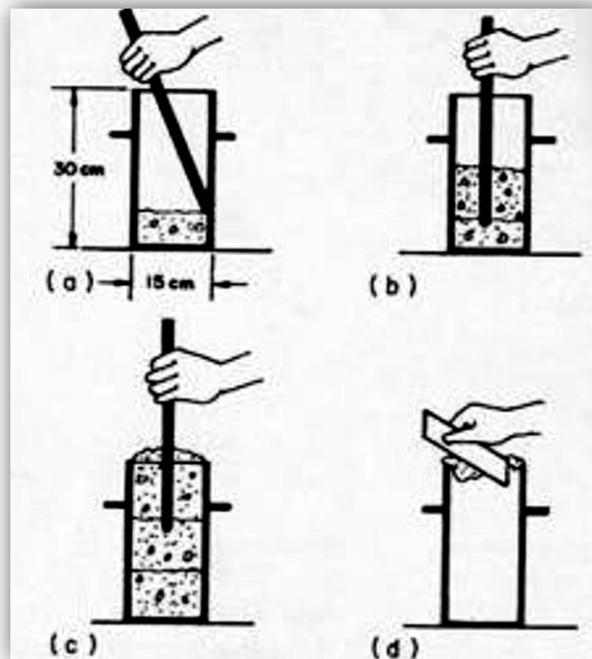


Figura 31. Toma de muestras para ensayo a compresión.

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



Figura 32. Muestras para ensayo a compresión.

Fuente: La autora.

También, se realizaron viguetas por cada fundición efectuada, para el ensayo de flexión del concreto y de esta manera determinar la máxima resistencia que alcanzaba la muestra a los 28 días. El procedimiento de fundición de viguetas se muestra a continuación (ver Tabla 1, Figura 33 y Figura 34):

Tabla 1. Número de golpes por capa para muestras de concreto.

VIGAS Y PRISMAS		
ÁREA DE LA SUPERFICIE SUPERIOR DE LA MUESTRA cm ² (pg ²)	DIÁMETRO DE VARILLA mm (pg.)	NÚMERO DE GOLPES POR CAPA
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 a 310 (26 a 49)	10 (3/8)	1 por cada 7 cm ² (1 pg ²) de área
320 (50) ó más	16 (5/8)	1 por cada 14 cm ² (2 pg ²) de área

Fuente: Normas de ensayo para materiales. Norma INV 402-13, Tabla 402-2.

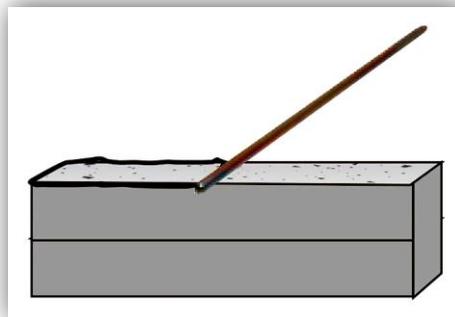


Figura 33. Toma de muestras para ensayo a flexión.

Fuente: <http://www.unicon.com.pe/principal/noticias/noticia/uniconsejos-elaboracion-y-curado-de-especimenes-de-concreto-vigas/91>



Figura 34. Muestra para ensayo a flexión.

Fuente: La autora.

Los cilindros y las viguetas fueron debidamente marcados y registrados para alimentar el control de resistencias de cada fundición, en el siguiente formato (ver Tabla 2):

Tabla 2. Registro de cilindros y viguetas de concreto.

	Fecha fundida	Fecha rotura	Edad (días)	%	Diseño (Mpa)	Obtenida (Mpa)	%
19. VIA FACHADA NORTE	04/08/2017	01/09/2017	28	NA	28	28.8	102.86
	07/08/2017	01/09/2017	25	NA	28	21.1	75.36
	09/08/2017	01/09/2017	23	NA	28	22.5	80.36
	14/08/2017	01/09/2017	18	NA	28	31.8	113.57

Fuente: Ing. Yhonathan Pachecho.

Como registro de las actividades, se plasmó en bitácora la trazabilidad de cada fundición, especificando el tipo de concreto, resistencia, TMN, método de vaciado, hora de llegada de mixer, tiempo de descarga del mixer, volumen de concreto, remisión, asentamiento, número de mixers y la localización geométrica del concreto que llegaba de cada mixer en la losa a fundir. A continuación, se puede observar una de las trazabilidades realizadas (ver Figura 35):

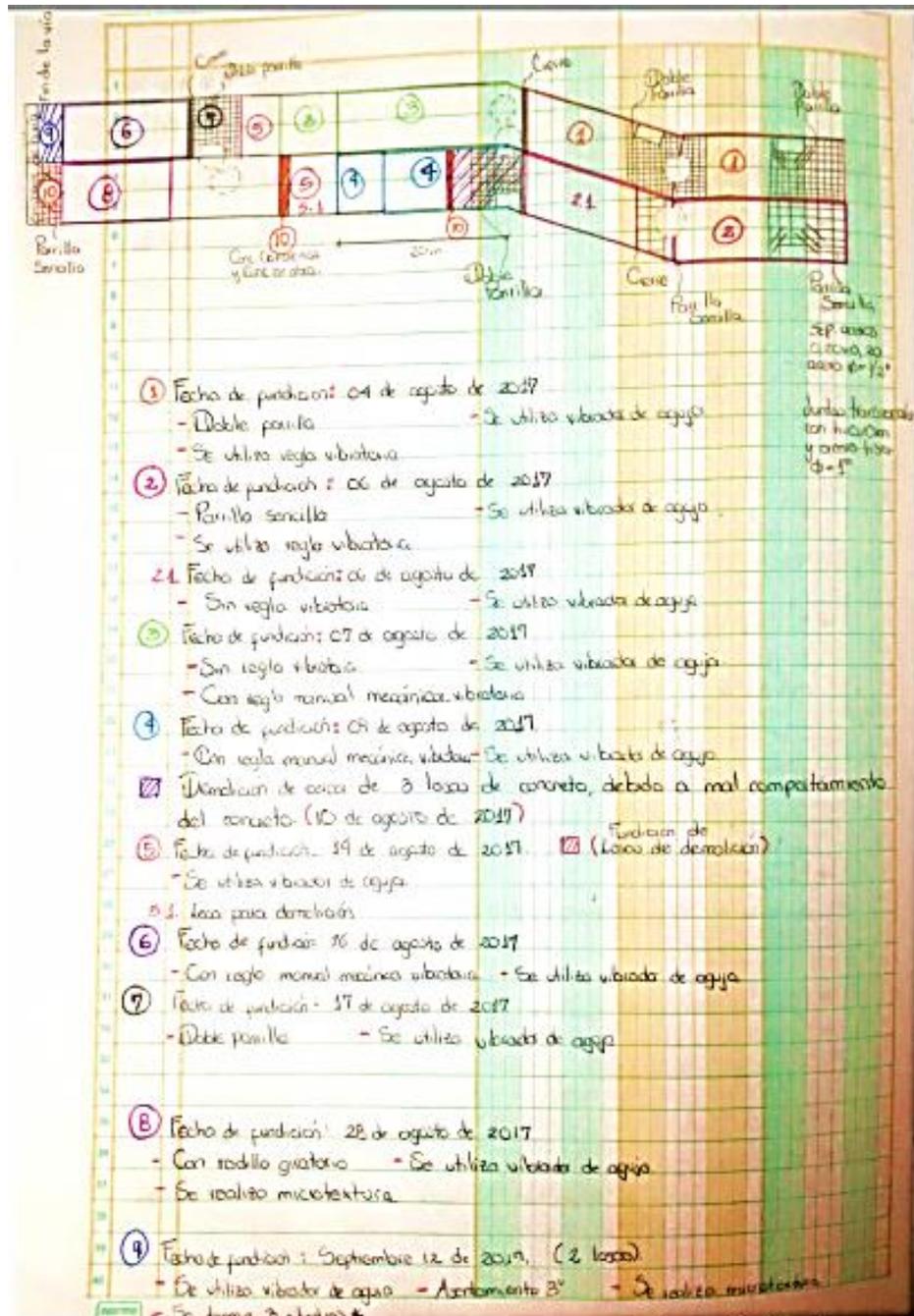


Figura 35. Trazabilidad de la vía sector clínico.

Fuente: La autora.

Otra actividad realizada consistió en la cubicación y la corroboración del volumen de los tramos en la vía, para realizar el pedido del concreto a CONCREINSA S.A.S., considerando la longitud que se iba a fundir de acuerdo

al armado de acero y de formaletas, ya que para nivelación de la vía no se contó con motoniveladora y por lo tanto hubieron pequeñas variaciones en los espesores de las losas a fundir.

Se supervisó que la separación de las formaletas fueran las correctas para garantizar las dimensiones indicadas en el diseño de la vía, además de que el apuntalamiento de la formaleta y los accesorios fueran los adecuados, para evitar abertura durante la fundición por la presión ejercida por el concreto.

Se realizó el seguimiento de toda la fundición para prevenir la manipulación indebida del concreto, como por ejemplo la adición de agua, que pudiese alterar la resistencia o la manejabilidad del concreto durante la fundición en cuanto a largos periodos de espera.

7.4. TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN

La nivelación, replanteo y compactación de las capas de la vía inició el día 10 de Julio de 2017 y finalizó el 14 de julio del mismo año, con un total de 5 días laborales.

La fundición de las losas de concreto inició el 03 de Agosto de 2017 y finalizó el 28 de Agosto del mismo año, donde se completó la calzada de la vía en todo el tramo, sin tener en cuenta: sardineles, cunetas y andenes, con un total de 26 días laborales.

8. ESTRUCTURA METÁLICA

8.1. DESCRIPCIÓN

El diseño estructural del edificio estuvo a cargo de la empresa Metálicas e Ingeniería – MEISA.

En el siguiente plano de montajes (ver Figura 36) se muestran columnas de sección compuesta, vigas y viguetas con perfiles metálicos, con conexión de estos elementos por medio de pernos:

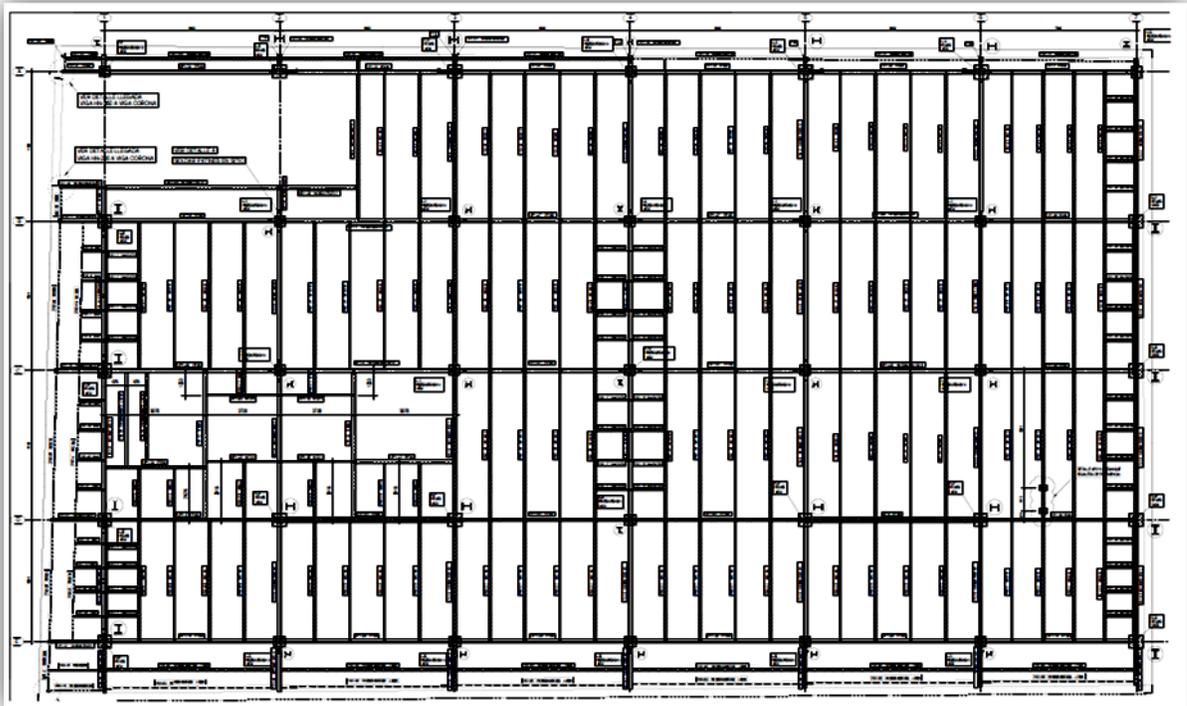


Figura 36. Plano general de montaje.

Fuente: MEISA, 2015.

A continuación, se presentan los elementos que se tuvieron en cuenta en el montaje de la estructura metálica (se presentan con su respectiva nomenclatura):

- Perfil de acero para columnas:

Formó parte de la sección compuesta de las columnas. Recibía las cargas de los entresijos y las transmitía a los cabezales. En la parte inferior de la columna contó con una platina soldada de 38 o 25 mm de espesor, dependiendo de la sección, la cual tenía las perforaciones para los pernos del anclaje instalado en los cabezales.

Su nomenclatura en los planos estructurales es la letra “K” y presentaron los siguientes perfiles:

- Perfil HEA-200 (ver Figura 37):

Fue el perfil empleado para las columnas de 60 X 60 cm. El total de estos elementos fue de 20 en obra. A lo largo de la columna, en el alma y los patines de la sección, tenía soldados studs para garantizar la adherencia entre el perfil y el concreto, y ayudara disminuir los esfuerzos generados por cortante. Contaba con láminas para la soldadura de riostras.

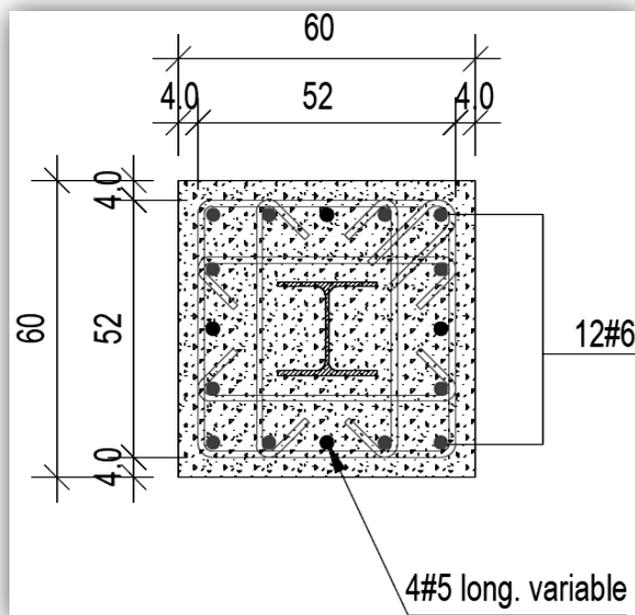


Figura 37. Perfil de columnas, 60x60 cm.

Fuente: MEISA, 2015.

- Perfil HW250X250X9X14 (ver Figura 38):

Fue el perfil empleado para las columnas de 70 X 70 cm. La columna contó con una lámina de anclaje de 36 mm. El total de estos elementos fue de 19 en obra. A lo largo de la columna, en el alma y los patines de la sección, tenía soldados studs para garantizar la adherencia entre el perfil y el concreto, y ayudar a disminuir los esfuerzos generados por cortante.

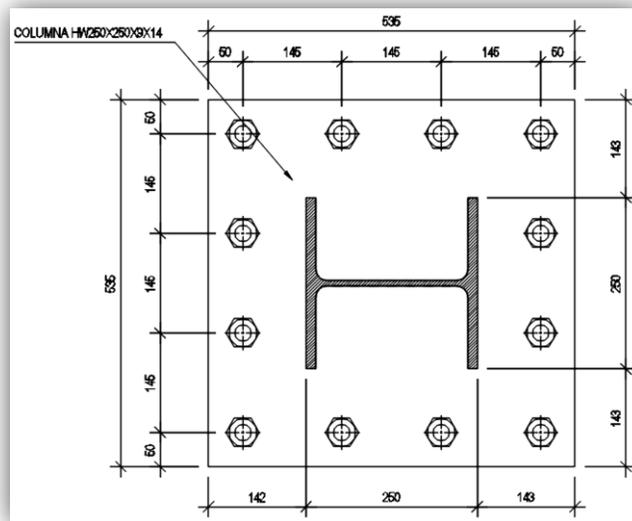


Figura 38. Perfil de columnas, 70x70 cm.

Fuente: MEISA, 2015.

- Perfil HEA-450 (ver Figura 39):

Fue el perfil empleado para las columnas de 80 X 80 cm. La columna contó con una lámina de anclaje de 25 mm. El total de estos elementos fue de 16 en obra. A lo largo de la columna, en el alma y los patines de la sección, tenía soldados studs para garantizar la adherencia entre el perfil y el concreto, y ayudar a los esfuerzos generados por cortante. Contaba con láminas para la soldadura de riostras.

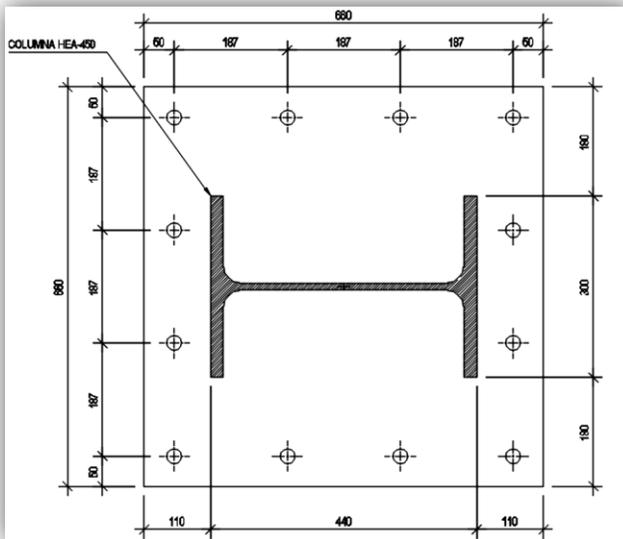


Figura 39. Perfil de columnas, 80x80 cm.

Fuente: MEISA, 2015.

- Vigas portantes:

Fueron las vigas que se presentaron en el sentido principal de la losa de entepiso, transmitiendo las cargas a las columnas que las soportaban.

Las secciones que presentaban son: IPE-400, IPE-450, HN 350X175X7X11, y HN 500X200X10X16 entre columnas, y HN 350X175X7X11, HN 300X150X6.5X9, entre columnas y viga corona.

- Vigas de amarre:

Fueron las vigas que se presentaron en sentido perpendicular al de la losa de entepiso, amarrando los pórticos de la estructura.

Las secciones que presentaron son: HN 350X175X7X11, IPE-360.

- Viguetas:

Fueron el soporte de la lámina colaborante y a las cuales se encontraba sujeta por medio de los studs. Estas fueron soportadas en las vigas principales a las cuales les transmitía las cargas de la losa de entrepiso.

Las secciones que presentó son: HN298X149X5.5X8, W12X16, W12X14, C4x4.5.

La conexión de los distintos elementos se realizó empleando el método de giro de tuerca a $2/3$, el cual garantizó una apropiada fijación de los elementos sin comprometer la resistencia del tornillo debido a la deformación que se presentaba por la tensión ejercida. El método consistió en apretar la tuerca hasta que las partes estuvieran totalmente en contacto y se presentara resistencia.

Se marcó el tornillo, la arandela y la tuerca como se muestra a continuación (ver Figura 40):



Figura 40. Marca para ajuste $2/3$ de giro.

Fuente: www.turnasure.com/sp/turn-of-nut-method-turnasure-bolting-technology.shtml

Por último, se giró la tuerca hasta completar $2/3$ del giro total.

El montaje de la mayoría de los elementos se realizó empleando una torre grúa de 35 metros de altura y una pluma de 45 metros de largo (ver Figura 41). La capacidad máxima en el extremo de la pluma fue de 1300 kilogramos.

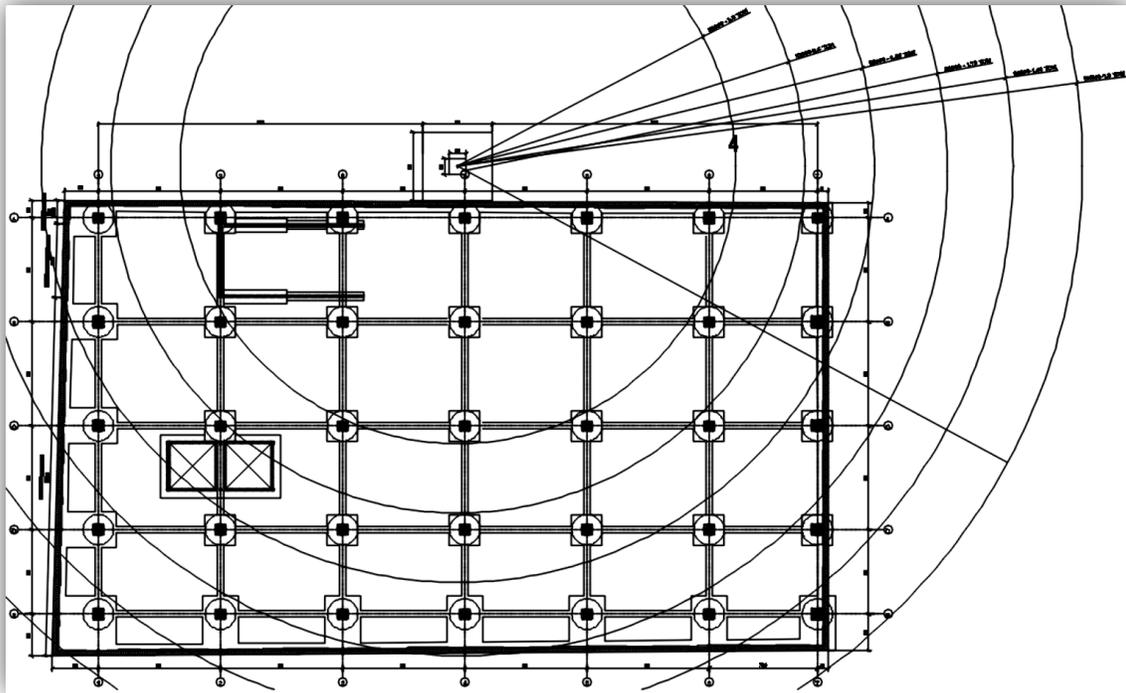


Figura 41. Radios de alcance de la torre grúa.

Fuente: MEISA, 2015.

8.2. CONSTRUCCIÓN

Se inició el montaje de las columnas metálicas, iniciando con la instalación de tuercas en los pernos anclados en los cabezales, nivelando la altura de las tuercas con manguera, para garantizar que la base de las columnas estuviera en la misma cota. Con la columna ya instalada, se soldaba la lámina de base en el perfil.

Para el montaje de las vigas y viguetas con la torre gura, se subía el elemento hasta el nivel y posición indicados (ver Figura 42), y con

personal certificado y debidamente asegurado para el trabajo en alturas, se realizaba la colocación de los pernos colocando una barra de acero en las perforaciones para conservar la posición y posteriormente se aseguraba con los respectivos pernos.



Figura 42. Elevación de elementos estructurales. Ago/16/2017.

Fuente: La autora.

El montaje se realizó elemento por elemento (ver Figura 43), de manera que se iban completando anillos (ver Figura 44), permitiendo que las vigas proporcionaran el soporte adecuado a las columnas.



Figura 43. Montaje de la estructura metálica. Ago/19/2017.

Fuente: La autora.



Figura 44. Montaje de la estructura metálica. Ago/28/2017.

Fuente: La autora.

8.3. ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA PASANTE

Se registró el avance diario del montaje de los distintos elementos de la estructura metálica, con el fin de controlar la productividad del contratista.

Se hizo revisión de las conexiones, verificando que no hubiera ningún tornillo suelto y que las dimensiones de éstos fueran los especificados en los planos estructurales.

Se brindó apoyo para la realización de corte de obra de los pisos séptimo y octavo con lo cual se verificaba que los perfiles de vigas, viguetas y columnas fueran los descritos en los planos, y la cantidad de studs en las columnas fueran los indicados.

8.4. TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN

La instalación de las columnas, vigas portantes, vigas de amarre y viguetas metálicas del séptimo piso inició el 19 de agosto de 2017 y finalizó el 26 de agosto del mismo año, con un total de 8 días laborales.

La instalación de las columnas, vigas inclinadas y vigas de amarre del octavo piso inició el 11 de septiembre de 2017 y finalizó el 02 de octubre del mismo año, con un total de 22 días laborales. El montaje de éste último piso tomó más tiempo debido a que al terminar la construcción del entrepiso del séptimo nivel, se alcanzó una altura muy cercana a la máxima de la torre grúa , limitando el movimiento de ésta y exigiendo que el transporte y la colocación de los elementos metálicos se hicieran de forma manual y mecánica.

9. LOSA DE ENTREPISO

9.1. DESCRIPCIÓN

Para la construcción de losa de entrepiso se empleó el sistema de lámina colaborante. Para esto se emplearon láminas de Meisadeck de 2" calibre 22.

Como refuerzo se empleó malla electro soldada 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 como se puede observar en el siguiente plano (ver Figura 45):

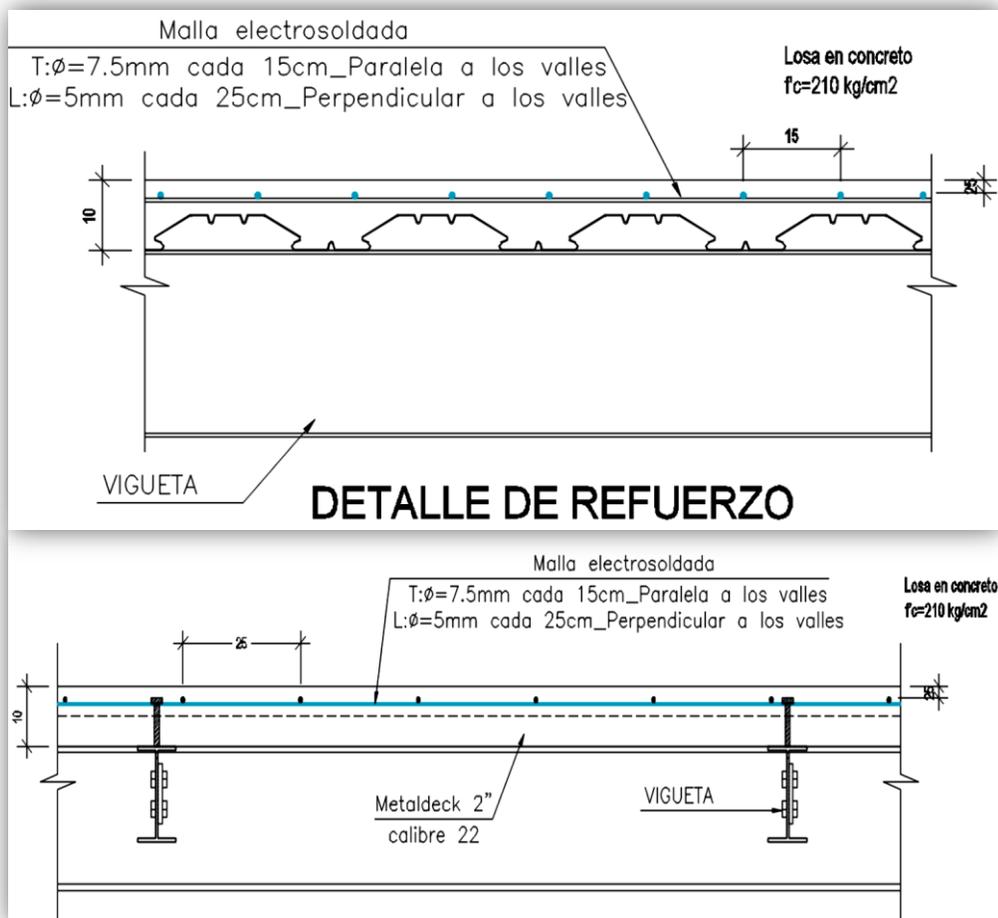


Figura 45. Corte longitudinal y transversal de lámina colaborante.

Fuente: MEISA, 2015.

Se fijaron las láminas de Meisadeck a las viguetas y vigas empleando studs de 19 mm de diámetro y una altura de 8 cm, en cada valle de las láminas. Ver Figura 46.

El espesor de la losa fue de 10 cm, y el área total de 1612.36 metros cuadrados.



Figura 46. Colocación de studs en Meisa deck. Sep/05/2017.

Fuente: La autora.

La cantidad de concreto empleado en la losa de entrepiso del octavo nivel fue de 133.5 metros cúbicos empleando concreto premezclado de Argos con una resistencia de 21 Mpa y TM ½”, empleando autobomba.

La cantidad de concreto empleado en la losa técnica fue de 44 metros cúbicos empleando concreto impermeable premezclado de Argos con una resistencia de 21 Mpa y TM ½”, empleando autobomba.

9.2. CONSTRUCCIÓN

Con la estructura metálica ya armada y con la verticalidad chequeada de los elementos esructurales, se procedió a la colación las láminas de Meisadeck (ver Figura 47), transportándolas con la torre grúa e instalándolas manualmente garantizando el traslapo entre láminas.

Después de colocadas las láminas, se realizaba la fijación de éstas con studs en cada valle del Meisadeck a lo largo de las vigas y viguetas, por medio de una pistola que empleaba una férula o casquillo cerámico en la boquilla y que estaba conectada a un equipo de soldadura que le permitía aplicar presión en la lámina de Meisadeck, y que al accionarla con el stud y el casquillo cerámico, éstos quedaban soldados a la viga o vigueta.

También, se colocó un borde losa de 10 cm de alto en los vacíos de la losa y collarines hechos con ángulos de acero alrededor de las columnas, que servían de plantilla para la colocación del Meisadeck.



Figura 47. Colocación de Meisa deck. Ago/28/2017.

Fuente: La autora.

Se inició la colocación de la malla electro soldada, con traslapos de 30 cm (ver Figura 48) y en las zonas con dirección de Meisadeck perpendicular se hizo la colocación de grafiles que se amarraron manualmente. Con

prismas de mortero de 2 cm de espesor se garantizó la separación de la malla con las láminas de Meisadeck.



Figura 48. Colocación de malla electrosoldada. Sep/05/2017.

Fuente: La autora.

Se hizo el apuntalamiento de las vigas con guadua a $L/2$ y las viguetas a $L/3$ para prevenir deformaciones de estos elementos con las cargas concentradas en el momento del vaciado (ver Figura 49). Se realizó la fundición con concreto premezclado de argos de resistencia 21 Mpa y TMN $\frac{1}{2}$ ", con descarga por medio de autobomba. Se vibró el concreto con un vibrador Bosch GVC 20-EX (ver Figura 50).



Figura 49. Apuntalamiento de guaduas. Sep/05/2017.

Fuente: La autora.



Figura 50. Fundición de losa de entrepiso octavo nivel. Sep/06/2017.

Fuente: La autora.

El curado del concreto se realizó cubriendo la losa con plástico y con descargas de agua manuales realizadas con manguera. Posteriormente se dilato la losa con pulidora, a lo largo de los ejes alfabéticos.

9.3. ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA PASANTE

Dentro de las actividades realizadas, se elaboraban cilindros que eran debidamente marcados y registrados para alimentar el control de resistencias de cada fundición, en el siguiente formato (ver tabla 3):

Tabla 3. Registro de cilindros de concreto.

	Fecha fundida	Fecha rotura	Edad (días)	%	Diseño (Mpa)	Obtenida (Mpa)	%
22. LOSA NIVEL +29,00	06/09/2017	06/09/2017		NA	21		NA
	15/06/2017	15/06/2017		NA	21		NA

Fuente: Ing. Yhonathan Pachecho.

En las fundiciones se realizaba un control igual al mencionado en el anterior capítulo referente a “Vía aladaña a la Clínica Reina Victoria” aplicado a los elementos estructurales de éste capítulo.

A continuación, se puede observar una remisión de concreto y una de las trazabilidades realizadas (ver Figura 51 y 52):

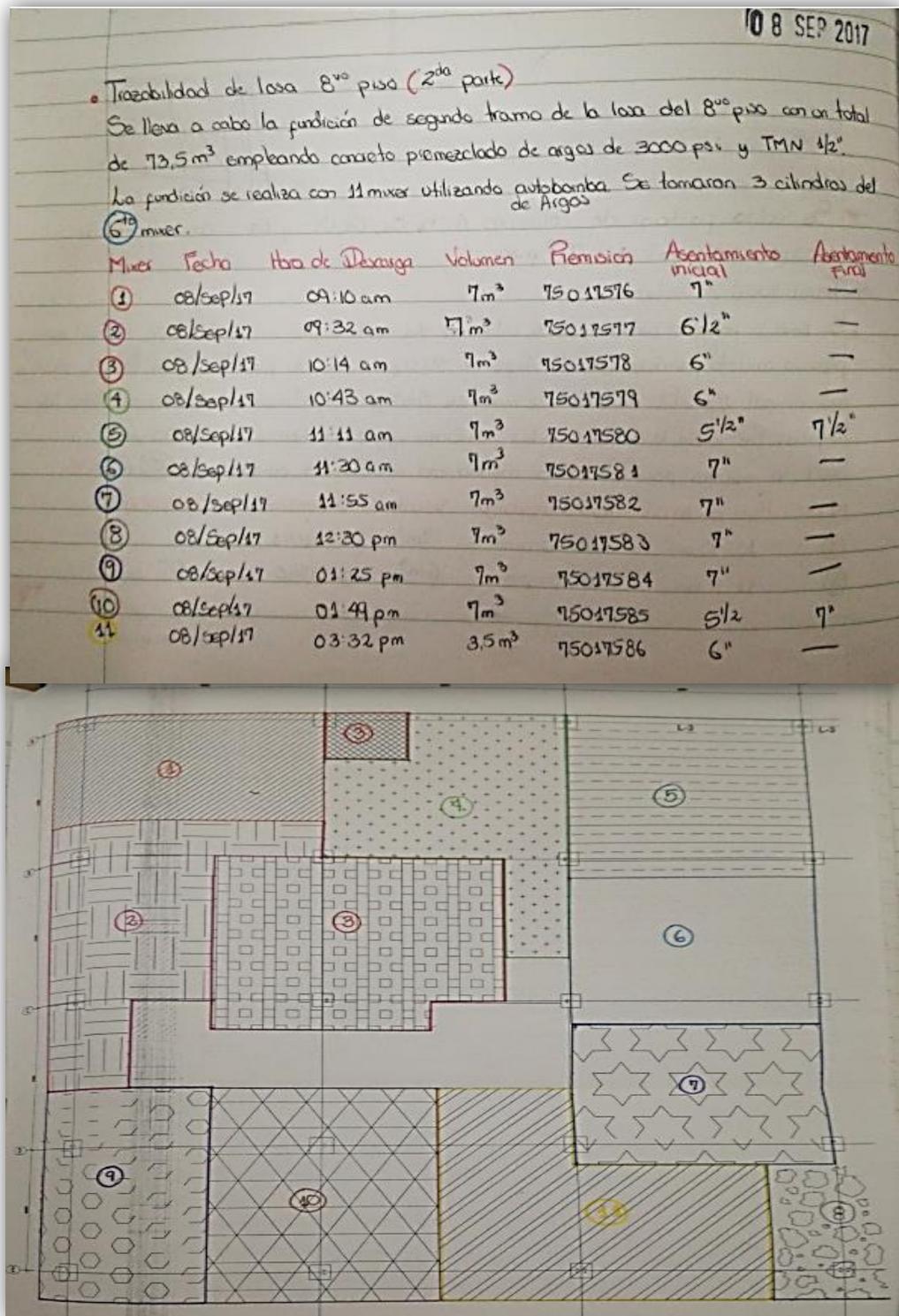


Figura 51. Trazabilidad de losa de entresuelo octavo nivel. Sep/06/2017.

Fuente: La autora.

REMISION No. 75017586

ARGOS

Fecha: 08/09/2017 No. Pedido: 740002 NIT: 900.386.617-1

Ciente: INVERSIONES M&L GROUP SAS Proyecto: PROYECTO CLINCA REINA VICTORIA

Dirección: CL 15 N 2 35 LA ESTANCIA POPAYAN Cantidad (m3): 3.5

Código: 0710400000 Descripción Producto: C. PLASTICO 3000PSI TMN 1/2"

CICLO DE AUTOBOMBA	Asentamiento: 152.00	Resistencia:
	Conductor: MENDEZ SANCHEZ YAMITH	Mixer: 263
	Hora Cargue: 14:40	Hora Salida planta: 14:55
	Hora Inicio descargue: 15:32	Hora salida obra: 15:58

Hora llegada planta: _____ Despachador: _____

Observaciones: ANA MARIA LOSADA GALEANO 3175861139; OSCAR MIRANDA 3174361307; 3153404754

Abastecimiento 6"

Recibi a mi entera satisfacción la cantidad y especificaciones de producto relacionadas

Jenifer Vanessa Portilla

Firma y sello

www.argos.com.co
Celular #250
01 8000 5 ARGOS

Figura 52. Remisión de concreto de losa de entrepiso octavo nivel. Sep/08/2017.

Fuente: La autora.

Se realizó el seguimiento de toda la fundición para prevenir la manipulación indebida del concreto, como por ejemplo la adición de agua, alterando la resistencia o la manejabilidad del concreto durante la fundición en cuanto a largos periodos de espera. Ver Figura 53.



Figura 53. Vaciado de concreto de mixer a autobomba. Sep/06/2017.

Fuente: La autora.

9.4. TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN

La colocación del Meisadeck para la losa de entrepiso del octavo nivel inició el día 28 de agosto de 2017 y concluyó el 04 de septiembre de 2017, con un total de 8 días laborales. La colocación de la malla se realizó el 05 de septiembre de 2017 con un total de 1 día laboral.

La fundición se llevó a cabo en dos etapas: la primera se realizó el 06 de septiembre de 2017 y la segunda el 08 de septiembre del mismo año, en dos días laborales.

La colocación del Meisadeck para la losa técnica inició el día 29 de septiembre de 2017 y concluyó el 11 de octubre de 2017, con un total de 13 días laborales. La colocación de la malla se realizó en varias etapas: La primera el día 30 de septiembre, la segunda el día 03 de octubre del mismo año, la tercera el 04 de octubre, 06 de octubre y 09 de octubre de 2017 con un total de 5 días laborales.

La fundición se llevó a cabo en dos etapas: la primera se realizó el 05 de octubre de 2017 y la segunda 11 de octubre del mismo año, en dos días laborales.

10. COLUMNAS

10.1. DESCRIPCIÓN

El sistema empleado en la construcción de la estructura permitió realizar primero la fundición de la losa de entrepiso y posteriormente de las columnas del piso inferior. Se presentaron un total de 19 columnas de 0.70 m x 0.70 m y 16 columnas con dimensión de 0.80 m x 0.80 m en el séptimo nivel y 20 columnas de 0.60 m x 0.60 m, 3 columnas de 0.70 m x 0.70 m y 4 columnas de 0.80 m x 0.80 m en el octavo nivel.

El refuerzo de las columnas de 0.60 m x 0.60 m se describe a continuación (ver Figura 54 y 55):

- Estribos con barras #3 cada 10 cm y 2.38 metros de longitud con ganchos de 15 cm.
- Dos estribos en cada dirección con barras #3 cada 10 cm con longitud de 72 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 #6, longitudinales.

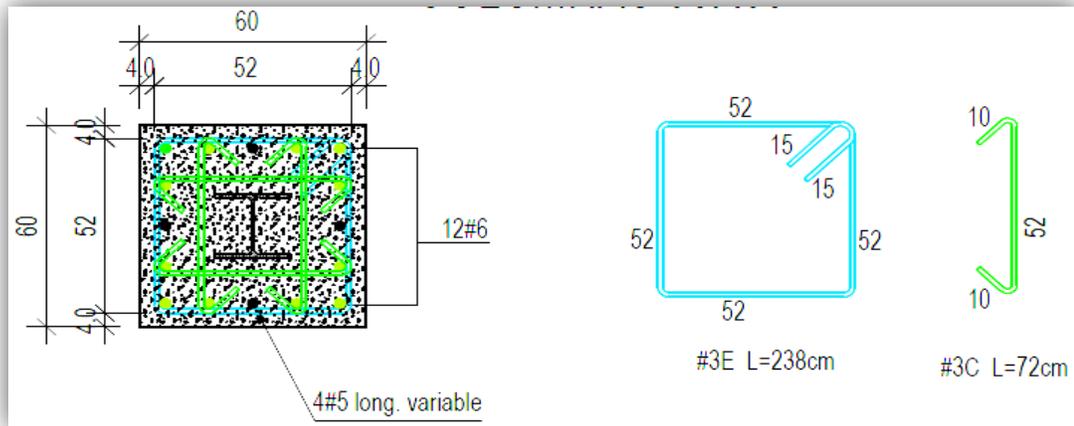


Figura 54. Refuerzo transversal de las columnas de 0.60 m x 0.60 m.

Fuente: MEISA, 2015.

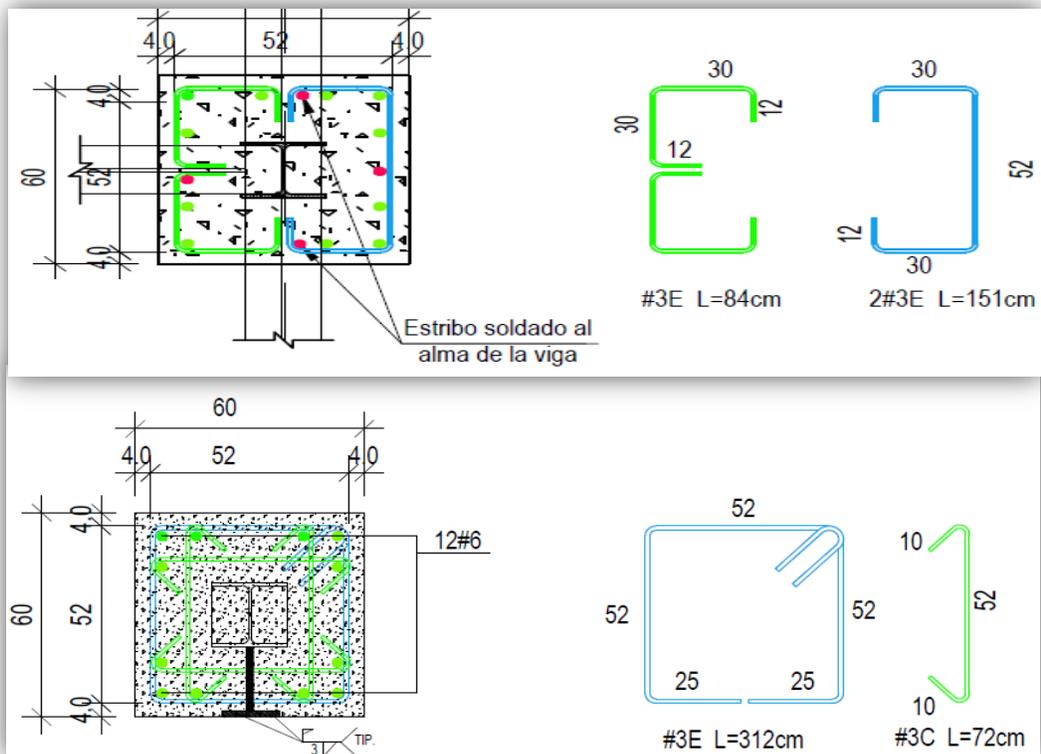


Figura 55. Refuerzo transversal de las columnas de 0.60 m x 0.60 m en los nudos

Fuente: MEISA, 2015.

El refuerzo de las columnas de 0.70 m x 0.70 m se describe a continuación (ver Figura 56 y 57):

- 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 #6, soldadas en el patín de las vigas que llegan al nudo.
- 12 barras #8, longitudinales.

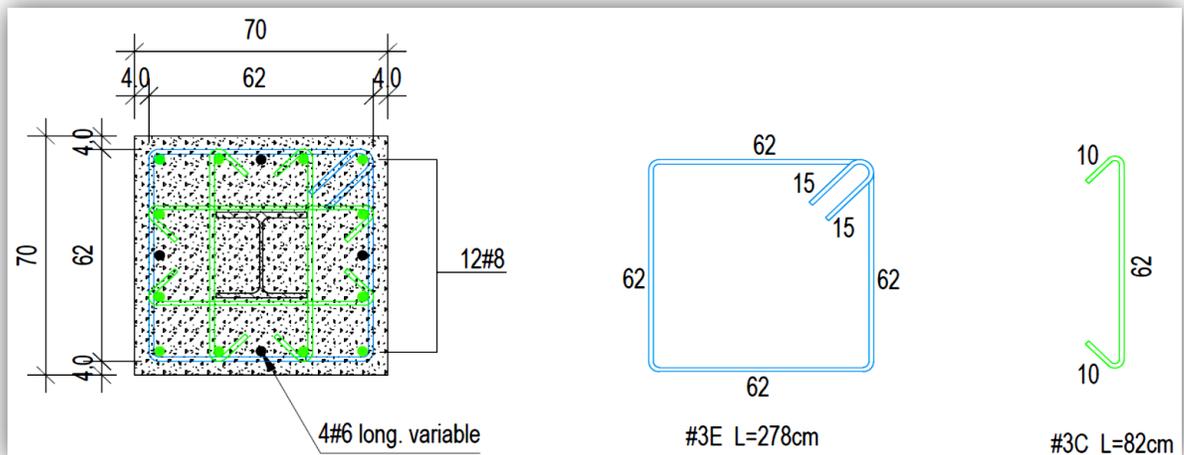


Figura 56. Refuerzo transversal de las columnas de 0.70 m x 0.70 m.

Fuente: MEISA, 2015.

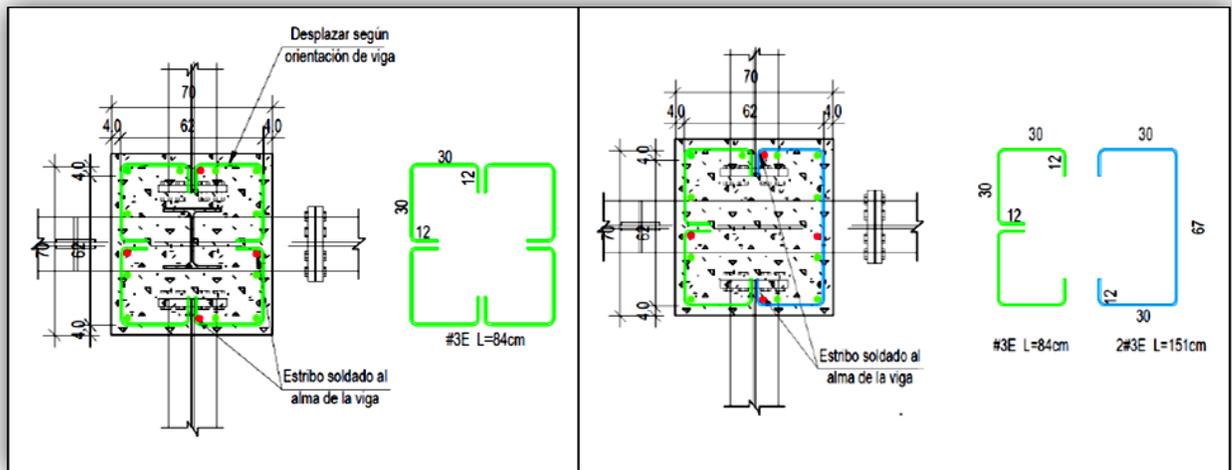


Figura 57. Refuerzo transversal de las columnas de 0.70 m x 0.70 m en los nudos.

Fuente: MEISA, 2015.

El refuerzo de las columnas de 0.80 m x 0.80 m se describe a continuación (ver Figura 58 y 59):

- 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.
- 20 barras #8, longitudinales.

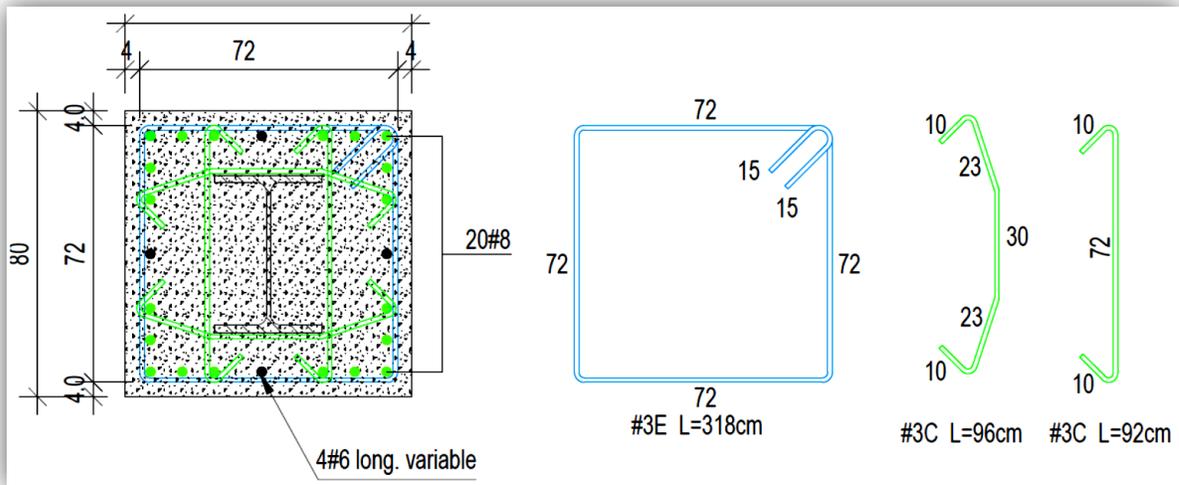


Figura 58. Refuerzo transversal de las columnas de 0.80 m x 0.80 m.

Fuente: MEISA, 2015.

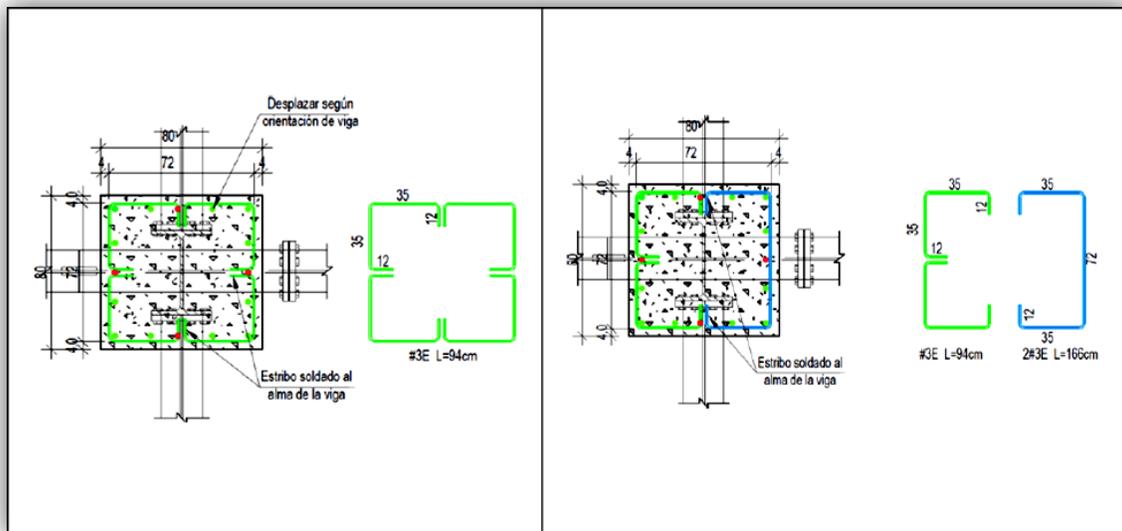


Figura 59. Refuerzo transversal de las columnas de 0.80 m x 0.80 m en los nudos.

Fuente: MEISA, 2015.

La cantidad de concreto plástico empleado para la fundición de columnas del séptimo nivel fue de 75 metros cúbicos, con una resistencia de 28 Mpa y TM 1/2", toda por descarga con bache con ayuda de la torre grúa, y la cantidad de concreto plástico empleado para la fundición de columnas del

octavovo nivel fue de 48.5 metros cúbicos, con una resistencia de 28 Mpa y TM 1/2", toda por descarga con bache con ayuda de la torre grúa.

10.2. CONSTRUCCIÓN

Con las láminas de Meisadeck ya instaladas, y las barras de acero ya en obra, se procedió al figurado de estas, siguiendo las especificaciones del plano estructural. Se hizo el montaje del acero longitudinal de las columnas por medio de los collarines de las columnas, con barras de 6 y 12 metros, empleando la torre grúa para la colocación de las últimas. Con el traslapeo requerido, se hizo el amarre correspondiente con las barras de anclaje presentes en los cabezales. Se hizo el corte de las barras #6 y se soldaron en los patines de las vigas que se encontraban en el nudo. Se realizó la colocación de los estribos cada 10 cm, y se soldaron los estribos de los nudos en los patines de las vigas encontradas. Ver Figura 60 y 61.



Figura 60. Armado de columna E7 nivel séptimo. Sep/02/2017.

Fuente: La autora.

Con el refuerzo ya colocado, el ingeniero a cargo procedía a realizar la liberación de la columna, y se daba vía libre al encofrado de la columna.

Para esto se empleó formaleta metálica, con los respectivos accesorios, destacando las corbatas lisas de 80 y 70 cm los cuales garantizaban las dimensiones de la columna. Para mantener esta formaleta en su sitio se hizo un amarre con barras soldadas a los patines de la sección.

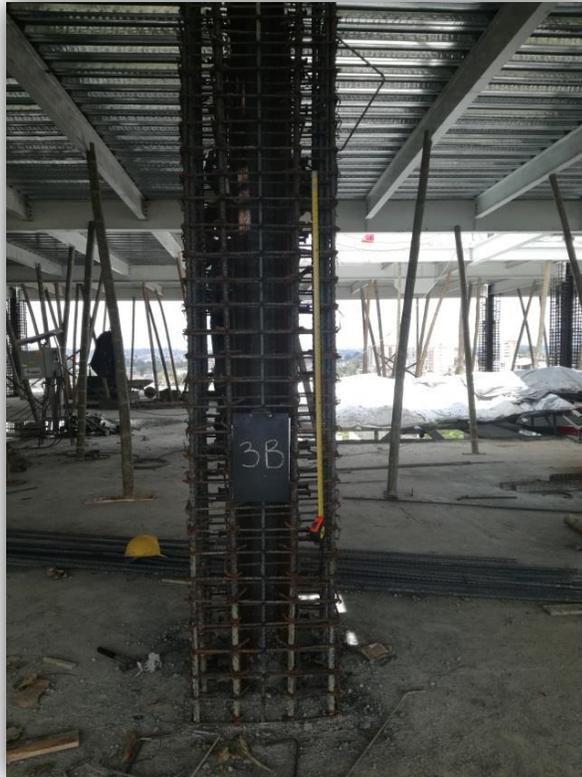


Figura 61. Liberación de columna 3B nivel séptimo. Sep/11/2017.

Fuente: La autora.

Una vez preparadas las formaletas, se realizó la fundición de las columnas, transportando el concreto con un bache de capacidad de 0.8 m^3 y vaciándolos a través de los collarines de las columnas, mientras se realizaba el vibrado interno con dos vibradores Bosh GVC 20-EX, y el vibrado externo con mazos de goma (ver Figura 62).



Figura 62. Fundición de columnas. Sep/04/2017.

Fuente: La autora.

Al día siguiente de la fundición se desencofraban las columnas, se rociaban con agua y se envolvían con plásticos para mantener la humedad y obtener un óptimo curado.

10.3. ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA PASANTE

Se realizó el cálculo de la cantidad de acero recto a adquirir, optimizando el corte de estas para obtener el mínimo desperdicio posible.

Se prestó apoyo en la liberación de las columnas completando el correspondiente formato (ver Figura 63), en este formato se chequeaba la cantidad de studs, cantidad, separación y diámetro de los estribos, diámetro y traslapo del acero longitudinal y la integridad de los ganchos.

Mixer	Hora llegada	Hora Descarga	Volumen	Remisión	Asentamiento
1	09:22 am	09:27 am	7 m ³	75017740	7"
2	10:45 am	11:17 am	7 m ³	75017742	7"
3	12:26 pm	12:36 pm	7 m ³	75017743	6" → 4" (Se colocó 24 de 5000)

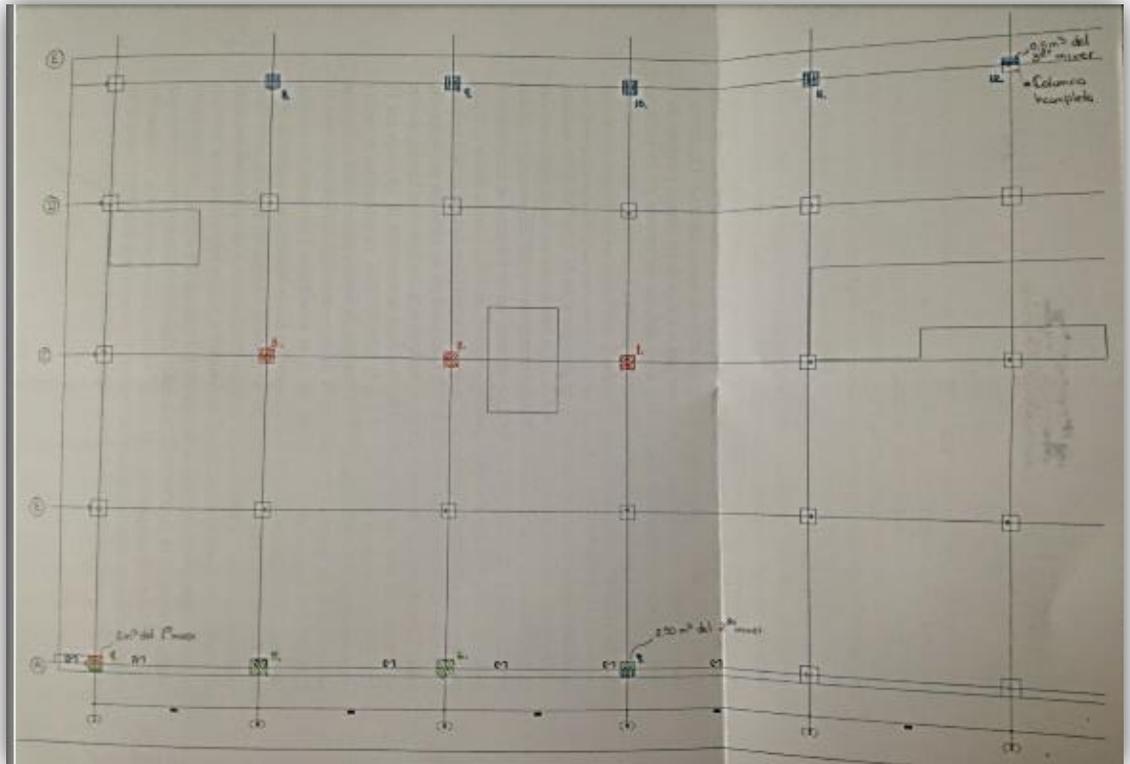


Figura 64. Trazabilidad de columnas. Sep/27/2017.

Fuente: La autora.

En las fundiciones se realizaba un control igual al mencionado en los anteriores elementos estructurales.

10.4. TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN

El armado del acero de refuerzo de las 35 columnas del 7mo piso inicio el 07 de julio de 2017 de manera parcial, ya que se concentraba la cuadrilla

del contratista en otras actividades, ésta era una actividad alterna, y finalizó el 16 de septiembre de 2017, en un total de 72 días laborales.

Las fundiciones se realizaron entre el 04 de septiembre de 2017 y finalizó el 20 de septiembre de 2017 con un total de 4 días laborales en sólo ésta actividad.

El único inconveniente en la construcción de las columnas fue el hormiguo que presentaron algunas de 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 hormiguo.

El armado del acero de refuerzo de las 28 columnas del 8vo piso inicio el 15 de septiembre de 2017 y finalizó el 29 de septiembre de 2017, en un total de 15 días laborales.

Las fundiciones se realizaron el 27 de septiembre de 2017, el 02 de octubre de 2017 y el 07 de octubre de 2017 con un total de 3 días laborales en sólo ésta actividad.

11. POZO DE SUCCIÓN

11.1. DESCRIPCIÓN

El pozo de succión, es el compartimiento destinado a recibir y acumular las aguas freáticas durante un periodo de tiempo, y que luego serán dirigidas al sistema de drenaje general de la clínica para su evacuación.

El pozo de succión se ubicó en el sótano de la clínica y alcanzó un nivel de profundidad de -3.72 m y fue de dimensiones de 2.0 m x 3.50 m.

El refuerzo de los muros del pozo de succión posee la siguiente armadura:

- Doble parrilla con barra #4 de longitud 371 cm cada 25 cm alrededor de todo el perímetro de muros.

El refuerzo de la losa de cimentación, se describe a continuación:

- Doble parrilla en corte 1-1 con acero #4 de longitud 192 cm y ganchos a 90° de longitud 20 cm.
- Doble parrilla en corte 2-2 con acero #4 de longitud 382 cm y ganchos a 90° de longitud 20 cm.

A continuación, se puede observar el despiece de losa de cimentación y muros del diseño (ver Figura 65):

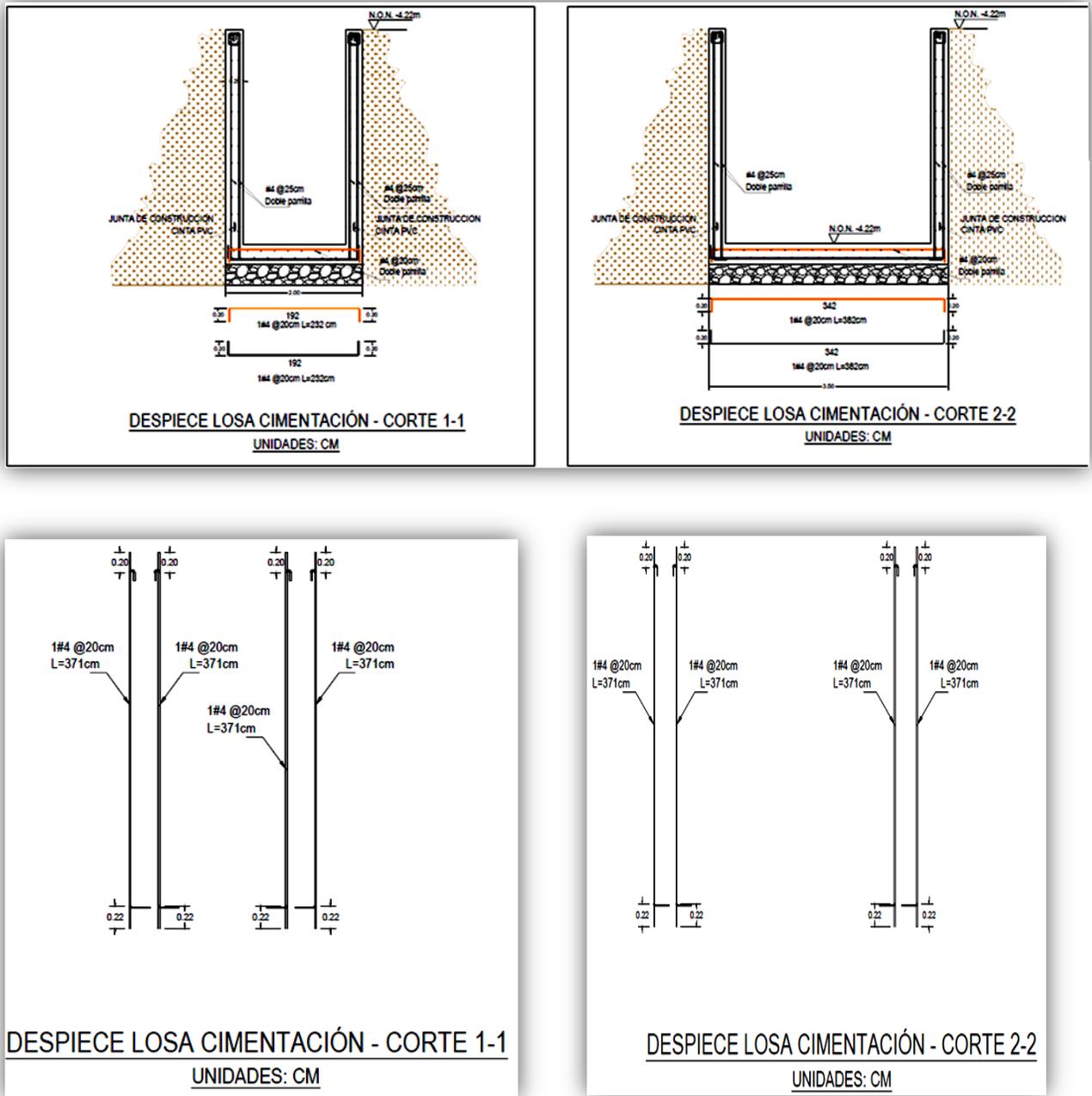


Figura 65. Despiece de losa de cimentación del pozo de succión.

Fuente: Ingeniero Yhonathan Pacheco.

La cantidad de concreto plástico impermeabilizado de 28 Mpa empleado fue de 6.2 m³.

11.2. CONSTRUCCIÓN

Se inició con la excavación del pozo de succión con una previa localización del mismo, de tal forma que no afectara la estructura de fundación de la Clínica, y donde se recolectaba la mayor cantidad de agua proveniente del nivel freático del terreno (ver Figura 66).



Figura 66. Excavación de pozo de succión. Jul/05/2017.

Fuente: La autora.

Al llegar a la profundidad de -3.72 m se realizó la perfilación de muros, base y extracción de éste material (ver Figura 67). En la base del pozo se colocó una capa de subbase y se compactó con saltarín, alcanzando un espesor de 30 cm. A continuación, se colocó un solado de limpieza y nivelación con concreto pobre de 14 Mpa hecho en obra y de espesor 5 cm (ver Figura 68); obteniendo finalmente un nivel de -3.44 m.



Figura 67. Colocación de subbase en pozo de succión.
Jul/06/2017.

Fuente: La autora.



Figura 68. Colocación de solado en pozo de succión.
Jul/06/2017.

Fuente: La autora.

Con las barras de acero ya en obra, se procedió al figurado de estas, siguiendo las especificaciones del plano estructural, realizando inicialmente el montaje de la doble parrilla base para la losa de cimentación del pozo de succión (ver Figura 69), y a continuación, se colocó el acero longitudinal correspondiente a muros (ver Figura 70).



Figura 69. Colocación de doble parrilla inferior en pozo de succión. Ago/02/2017.

Fuente: La autora.



Figura 70. Colocación de acero de muros en pozo de succión. Ago/09/2017.

Fuente: La autora.

La primera fundición alcanzó la losa de cimentación y una altura de más o menos 50 cm de muros para la colocación de una cinta de pvc que sirvió como junta de construcción (ver Figura 71).



Figura 71. Fundición de losa de cimentación en pozo de succión. Ago/11/2017.

Fuente: La autora.

Después, se continuó el armado de acero transversal de muros (ver Figura 72) y se colocó su formaleta, en éste caso se utilizó la misma de columnas teniendo en cuenta que sólo se encofraba un lado, se utilizaron cerchas y no se hizo uso de las corbatas (ver Figura 73).



Figura 72. Armado de acero en muros del pozo de succión. Ago/14/2017.

Fuente: La autora.



Figura 73. Colocación de formaleta en el pozo de succión. Ago/15/2017.

Fuente: La autora.

En la segunda fundición, se continuó a partir del nivel anterior de muros hasta alcanzar nivel de sótano. Ver Figura 74 y 75.

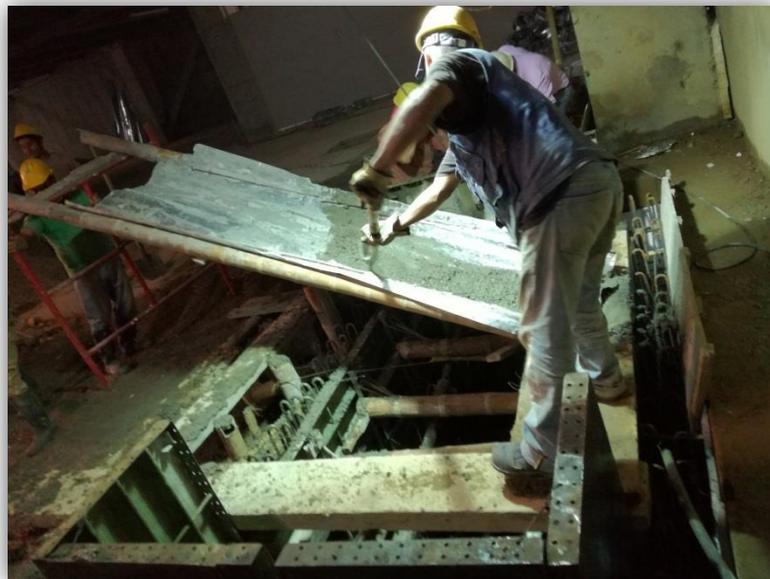


Figura 74. Fundición de muros en el pozo de succión. Ago/18/2017.

Fuente: La autora.



Figura 75. Fundición de muros en el pozo de succión. Ago/18/2017.

Fuente: La autora.

Durante cada una de las fundiciones, se tuvieron funcionando dos bombas de succión en el pozo para mantenerlo “seco”, para permitir la colocación del concreto y su adecuado manejo.

Al día siguiente de la fundición se desencofraban los elementos y se dejaban en contacto con el agua proveniente del nivel freático.

11.3. ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA PASANTE

Se prestó apoyo en la liberación de la losa de cimentación y muros siguiendo los planos de diseño, chequeando: cantidad, separación, diámetro, traslapo del acero y la integridad de los ganchos.

En las fundiciones se realizaba un control igual al mencionado en los anteriores elementos estructurales.

11.4. TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN

La excavación del pozo de succión inicio el 26 de junio de 2017 y finalizó el 05 de julio de 2017, con un total de 10 días laborales.

El armado de acero de refuerzo y colocación de formaleta inició el 01 de agosto de 2017 y finalizó el 17 de agosto del mismo año, con un total de 18 días laborales.

12. CONCLUSIONES

- La modalidad de trabajo de grado como pasantía brinda al estudiante una experiencia enriquecedora para su futura vida profesional, y además es una excelente herramienta para aplicar los conocimientos teóricos obtenidos en sus años de carrera universitaria, teniendo en cuenta que éstos son la base del conocimiento, pero éste se desarrolla en gran parte en el campo práctico.
- En el campo de la construcción es esencial ser recursivo y saber tomar decisiones bajo presión, además de siempre estar preparado para cualquier situación que se pudiese presentar.
- Es de gran importancia para el pasante, estar a la par de las innovaciones que se presentan día tras día, y sacar el máximo provecho de estas herramientas, para desarrollarlas en campo.
- Una obra bien construida es el producto de distintas partes que se unifican con un único propósito, contando con la arquitectura, los diseños estructurales, la cuantía, calidad de materiales y la ejecución, donde se deben minimizar los errores de cada parte; donde se cuenta con un equipo de trabajo idóneo y donde cada uno es un pilar fundamental en el desarrollo de la misma.
- Es importante realizar un seguimiento y supervisión adecuada de los procesos constructivos y materiales en la obra, que permiten hacer un buen control de calidad.
- La consecución de tiempos en las actividades constructivas se plantearon y realizaron por cumplimiento de objetivos a corto plazo.
- Es de gran relevancia hacer un correcto cálculo de cantidad de materiales requeridos en obra, para cumplir a cabalidad el objetivo propuesto a corto plazo.

13. BIBLIOGRAFÍA

- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE N.S.R.-10, Título A, Capítulo A.2.5 –Coeficiente De Importancia.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD, RESOLUCIÓN NÚMERO 4445 DE 1996 (02, diciembre, 1996), CAPITULO II – VIII, Bogotá, D. C., 1996.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, RESOLUCIÓN NÚMERO 00002003 DE 2014 (28, mayo, 2014).
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE N.S.R.-10, Título I, Concreto Estructural.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE N.S.R.-10, Título F, Capítulo F.2 – Estructuras de acero con perfiles laminados, armados y tubulares estructurales
- COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE, ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓNDE CARRETERAS, Normas de ensayo para materiales.
- Constructora M&L Group S.A.S. (2017, septiembre 5). Página principal de la entidad. Recuperado de <http://www.constructoramyl.com/index.php/contactenos>.
- Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción. (2018, enero 10). Págin principal. Recuperado de [www.construmatica.com/construpedia/Cono de Abrams](http://www.construmatica.com/construpedia/Cono_de_Abrams)
- JH – Soluciones Integrales. (2018, enero 10). Págin principal. Recuperado de [www.sioingenieria.com/sitio/contenidos mo.php?it=501](http://www.sioingenieria.com/sitio/contenidos_mo.php?it=501)

- UNICON Profesionales en concreto. (2018, enero 10). Página principal. Recuperado de <http://www.unicon.com.pe/principal/noticias/noticia/uniconsejos-elaboracion-y-curado-de-especimenes-de-concreto-vigas/91>