

APOYO TECNICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA SANTA MONICA
CONDOMINIO

LUIS FERNANDO CABRERA DELGADO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2018

APOYO TECNICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA SANTA MONICA
CONDominio

LUIS FERNANDO CABRERA DELGADO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Civil

Asesor
INGENIERO VICENTE PARRA SANTACRUZ
Ingeniero civil
Docente tiempo completo

Coasesor
INGENIERO FERNANDO TRUJILLO
Ingeniero civil
Director de obra

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2018

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado son responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico.

Nota de Aceptación:

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Mayo de 2018

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, expreso agradecimientos a mi asesor del trabajo de grado, ingeniero Vicente Parra, docente de tiempo completo de la Universidad de Nariño, quien me brindó su apoyo durante el tiempo que fue mi profesor, además de tutor y asesor estuvo siempre pendiente de mis adelantos y trabajo final.

Así mismo, agradezco a todas las personas tanto familiares como amigos que creyeron en mí y me motivaron a seguir adelante.

Al ingeniero Andrés Ricardo Mora, representante legal de la constructora Rivas Mora SAS, por haberme dado la oportunidad de ser parte del grupo de trabajo de la obra del condominio Santa Mónica.

Y por último, al personal de la obra Santa Mónica condominio, el cual estuvo presente para enseñarme y guiarme durante el tiempo que se desempeñó el cargo de asistente de dirección.

DEDICATORIA

*Quiero dar gracias a mis padres sin
los cuales hoy no sería la persona
que soy hoy en día.*

*A mis amigos,
por haber estado presente en mi vida,
a lo largo de todo mi tiempo como
estudiante de ingeniería civil.*

*Y a todas las personas que en
algún momento me brindaron
una mano en los momentos en
los que necesite ayuda.*

LUIS FERNANDO CABRERA DELGADO

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la construcción de la tercera torre del condominio Santa Mónica, desde las excavaciones para la cimentación del edificio hasta la fundición de los apartamentos, utilizando el sistema industrializado de formaletería metálica.

En este trabajo, se muestra de manera detallada las actividades realizadas por el pasante durante el tiempo que desempeñó el cargo de asistente de dirección, entre sus responsabilidades más significativas tuvo que inspeccionar todas las actividades de la obra, seguimiento planos arquitectónicos, estructurales y sanitarios, apoyar en la evaluación de las cantidades de obra, realizó y registró las pruebas de calidad y de materiales, seguimiento de los rendimientos de obra, seguimiento al sistema industrializado de formaletería metálica, entre otras actividades.

ABSTRACT

The present work deals about with the construction of the third tower of the Santa Monica condominium from the excavations for the foundations of the building to the function of the apartments use the industrialized system of metal forms.

This work will show in detail the activities carried out by the intern during the time he held the position of assistant director, among his most significant responsibilities was to inspect all the activities of the work, follow architectural, structural and health plans, support in the evaluation of the quantities of work, carry out and register the quality and material tests, follow-up of the performance of work, follow-up to the industrialized system of metallic forms, among other activities.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	17
1. DESCRIPCION DEL PROYECTO	20
2. UBICACIÓN DEL PROYECTO	21
3. ESTADO DEL PROYECTO	22
4. SANTA MONICA CONDOMINIO ETAPA 2	24
5. SEGUIMIENTO AL SISTEMA INDUSTRIALIZADO DE FORMALETA METALICA	25
6. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PASANTIA	
6.1 INSPECCIÓN DE CONTROL DE TODAS LAS ACTIVIDADES DE OBRA	34
6.2 CONTROLAR ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	35
6.3 APOYO EN LA EVALUACION DE LAS CANTIDADES DE OBRA	36
6.4 CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y MEZCLAS	38
6.5 TOMA DE CILINDROS Y CALCULO DEL ASENTAMIENTO, REGISTRO A LOS INFORMES DE MUESTREOS	44
6.6 SEGUIMIENTO ACABADOS, INSTALACIONES DESCOLGADAS, ENCHAPES, ESTUCOS Y PINTURAS	46
6.7 ELABORACION DE ACTAS Y PRE-ACTAS DE MANO DE OBRA	47
6.8 SEGUIMIENTO A LOS RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA	49
6.9 SEGUIMIENTO PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ESTRUCTURALES, ELÉCTRICOS Y SANITARIOS	51
6.10 REVISIÓN DE CANTIDADES DE OBRA SEGÚN PLANOS DE DISEÑO	52
6.11 SEGUIMIENTO Y CONTROL DE ACTIVIDADES DE OBRA. (ESTRUCTURALES, SANITARIAS, ELÉCTRICAS)	53
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA	61

TABLA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Estado actual del proyecto	20
Ilustración 2. Ubicación del proyecto	21
Ilustración 3. Estado del proyecto en el momento de aprobación de la pasantía	23
Ilustración 4. Planta arquitectónica torre 3	24
Ilustración 5. Modulo regular	26
Ilustración 6. Modulo irregular	26
Ilustración 7. Chapeta	27
Ilustración 8. Mordaza	27
Ilustración 9. Tubo alineador	27
Ilustración 10. Corbata	28
Ilustración 11. Angulo	28
Ilustración 12. Rinconeras	28
Ilustración 13. Martillo extractor	29
Ilustración 14. Tapa muro	29
Ilustración 15. Andamio palomera	29
Ilustración 16. Gato	30
Ilustración 17. Cercha	30
Ilustración 18. Uña	30
Ilustración 19. Ductolom	31
Ilustración 20. ACPM	31

Ilustración 21. Martillo	31
Ilustración 22. Silleta cilíndrica	32
Ilustración 23. Separador regleta	32
Ilustración 24. Disco separador	32
Ilustración 25. Disco separador	33
Ilustración 26. Cambios en despiece entre pisos	34
Ilustración 27. Despiece en elevacion EB	36
Ilustración 28. Vista en planta muros estructurales de cada apartamento	37
Ilustración 29. Cálculo del asentamiento	39
Ilustración 30. Apisonamiento con 25 golpes	40
Ilustración 31. Estuco APTOS torre 3	47
Ilustración 32. Tubería sanitaria	52
Ilustración 33. Colocación de escuadras y verificación de plomos en las mallas de los muros estructurales	54
Ilustración 34. Verificación de plomos de la formaleta	54
Ilustración 35. Verificación y ajuste del nivel de la formaleta	55
Ilustración 36. Partes de un teodolito	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Constantes de cementos tipo1	41
Tabla 2. Resistencias a la compresión a los 28 y 7 días	42
Tabla 3. Promedio de 3 ensayos consecutivos	43
Tabla 4. Especificaciones concreto de la torre 3	45

GLOSARIO

- **Acero en chipa:** acero corrugado laminado en caliente suministrado en longitud continua conformado en rollos.
- **Armado:** se le conoce como armado a todo el proceso de colocación de la formaleta en donde se va a vaciar la mezcla de concreto.
- **Bomba estacionaria de concreto:** son bombas encargadas de impulsar el concreto por una tubería para que este llegue al lugar de la fundición.
- **Bugui:** es una carretilla para transportar materiales la cual tiene un manubrio, una llanta y un soporte metálico.
- **Caisson:** el pozo de cimentación o Caisson, es un tipo de cimentación semiprofunda, utilizada cuando los suelos no son adecuados para cimentaciones superficiales por ser blandos.
- **Camisa:** es el molde de forma cilíndrica de metal, hierro fundido o PVC que se usa en la realización de probetas cilíndricas de concreto.
- **Campana:** la campana es la parte inicial del Caisson, es decir, la parte más profunda que está en contacto con el solado.
- **Cimbra:** aparato que consta de un recipiente en donde hay una cuerda y se le adiciona el mineral para luego de ubicar dos puntos se pinta una línea en el suelo que une dichos puntos.
- **Cimbrar:** es el proceso mediante el uso de la cimbra y un mineral de color en este caso rojo se delimita el lugar donde va ir ubicada la formaleta.
- **Cizalla:** es una tijera grande que se usa generalmente para cortar la malla del refuerzo.
- **Codal:** generalmente de madera o aluminio y entre sus múltiples usos se encuentra el de verificar la horizontalidad o verticalidad de enchapes o muros y tallar la mezcla de concreto o el mortero cuando aún están frescos.
- **Dado:** el dado es la parte final del Caisson, es decir, la parte del Caisson que esta incrustada en la losa.

- **Desformaletado:** consiste en retirar la formaleta después de pasado alrededor de 24 horas después de la fundición o que el concreto alcance el fraguado.
- **Entibado estructural:** la entibación es un tipo de estructura de contención provisional, empleada habitualmente en construcción e ingeniería civil.
- **Estribos o flejes:** armadura perpendicular a las barras de refuerzo longitudinales de un elemento estructural que se coloca como refuerzo para soportar el esfuerzo tangencial o cortante.
- **Estuco relleno:** es una masilla acrílica, de granulometría apropiada para lograr alto poder rellenanante, diseñada para corregir y preparar paredes verticales interiores y exteriores, que luego se han de pintar o estucar.
- **Fragua:** es la separación que existe entre el enchape.
- **Fraguado del concreto:** es el proceso de endurecimiento y pérdida de la plasticidad del hormigón.
- **Fundición:** se refiere a la fundición de concreto que es el proceso que consiste en que una vez se tenga la mezcla de concreto se traslada esta mezcla hacia el lugar de fundición y se vacía el concreto en la formaleta.
- **Fuste:** es la parte de la columna que se encuentra entre el capitel (parte superior) y la basa (parte inferior).
- **Formaleta:** armazón de madera o metálico que sirve de molde al hormigón hasta que endurezca.
- **Grafil o alambre corrugado:** barras de sección circular y longitud estándar, obtenidas por trefilación de alambón. Posee ensambles en bajo relieve garantizando mayor adherencia al concreto.
- **Guardaescoba:** los guardaescobas son un detalle decorativo para la transición entre el piso y el muro.
- **Lamina superboard:** es una placa plana constituida por una mezcla homogénea de cemento, fibra de celulosa y agregados naturales.
- **Línea de vida:** es una cuerda que forma parte de un sistema de detención de caídas para desplazamientos verticales como horizontales.

- **Mineral:** son pigmentos de óxido de hierro en forma de polvo, los pigmentos en polvo se utilizan principalmente en la coloración de distintos materiales de construcción.
- **Mixer:** es un camión equipado con una hormigonera (Máquina provista de un recipiente giratorio que sirve para mezclar los materiales con los que se hace el hormigón).
- **Nivel:** el nivel o cota es la altitud que presenta un punto sobre un plano horizontal que se usa como referencia.
- **Nivel de manguera:** es un instrumento de trabajo que tiene como objeto pasar niveles, consiste de un tramo de manguera translucido de unos 10 metros de longitud el cual se llena casi en su totalidad conectándolo en una llave de agua.
- **Nivel de mano:** el nivel de mano o nivel de burbuja es un instrumento de medición utilizado para determinar la horizontalidad o verticalidad de un elemento.
- **Nivel de plano:** se basan simplemente en un nivel de burbuja adosado a un telescopio o antejo topográfico y un sistema de tornillos nivelantes, todo el conjunto formando una sola pieza perpendicular a su eje vertical.
- **Perrear:** es la acción de torcer las varillas de refuerzo con la herramienta conocida como el perro.
- **Perro:** el perro o enderezadora se usa principalmente para enderezar la chipa, consiste en una varilla con forma de una circunferencia en un extremo por donde se coloca el acero para enderezarlo o torcerlo.
- **Pinar:** es el proceso de taladrar el concreto en donde se va a ubicar la formaleta, luego se colocan retazos de grafil en los huecos perforados.
- **Placa:** la placa de contrapiso o placa es el nombre que se le da a la losa maciza en concreto del piso o techos de una edificación.
- **Planta dosificadora de concreto:** es una instalación en este caso fija utilizada para la fabricación del hormigón, a partir de la materia prima como árida (arena negra y gravilla), cemento y agua.
- **Plástico polietileno calibre 600:** el plástico negro en calibre 600 se recomienda para cubrir el interior de contenedores de raíz flotante y evitar así las fugas de líquidos.

- **Pulidora:** equipo de trabajo que se utiliza para pulir superficies de diferentes materiales mediante el movimiento rotatorio de un material abrasivo.
- **Punto fijo:** corresponde al módulo, conformado por la caja de ascensores, escaleras, cuarto de basuras y el hall de circulación común.
- **Rana:** el pisón compactador manual, o “rana” como se la conoce de forma coloquial, es un equipo de trabajo manual, que se utiliza para la compactación de pequeñas superficies y/o zonas de difícil acceso.
- **Ratonera:** las ratoneras son huecos o grietas que se encuentran en el concreto después de haberlo fundido debido a la mala vibración y colocación de la mezcla de concreto durante la fundición.
- **Saltarín:** el compactador tipo canguro puede aplicar una tremenda fuerza a la superficie del suelo en impactos consecutivos, nivelando y apisonando uniformemente los espacios vacíos entre las partículas del suelo para elevar su densidad seca.
- **Sikadur 32 Primer:** es un adhesivo epóxico que garantiza una pega perfecta entre concreto fresco y endurecido.
- **Taconera:** es una varilla recta de superficie lisa con un mango al final de esta y con una lámina en forma de ele (L) soldada a la varilla, esta lamina se encuentra a la altura del espesor de diseño de la losa maciza del piso, la lámina y la varilla están a 90 grados la una de la otra y forman una cruz.
- **Tallar:** es proceso de acabado que se le hace a la mezcla de concreto aun en estado plástico, luego de que es vaciada en la formaleta para dar la forma y dimensiones al elemento estructural tal y como indican los planos estructurales.
- **Torre:** una torre es un edificio de mucha más altura que superficie.
- **Trompo:** son máquinas diseñadas para mezclar grandes cantidades de concreto y son impulsadas por motores de gasolina o eléctricos.
- **Zacapica:** esta sirve para las obras, se usa en suelos de arcillas, limos, arenas, para todo suelo. Esta tiene dos puntas una con un la plano y el otro con un lado picudo.

INTRODUCCION

El proyecto de Santa Mónica condominio, tiene dos etapas, la primera etapa conformada por la torre 1 y 2, los locales comerciales, los parqueaderos y las zonas comunes mientras que la etapa 2 está conformada por la tercera torre. El sistema estructural de las torres son muros estructurales y la cimentación se realizó con una losa de cimentación con Caissons. Los propietarios del condominio Santa Mónica, cuentan con muchas comodidades como: gas domiciliario, cancha futbol 5, un ascensor por torre, baño turco, salón comunal, gimnasio, zona de juegos infantiles, planta eléctrica y bombas para el agua.

Dentro de las responsabilidades del pasante ejecutó la realización de las pruebas de calidad de la mezcla de concreto, registró los asentamientos en el formato suministrado por el director de obra, realizó el oficio de los cilindros, para ser enviados al laboratorio, realizó inspección visual del acero de refuerzo, para que este cumpla con lo especificado en los planos estructurales, apoyó en el cálculo de cantidades de obra con base a los requerimientos del director de obra, realizó inspección al último apartamento fundido para que sea resanado y se colocó apoyos como cerchas o tablas de madera en la losa maciza recién desformaletada, para evitar deflexiones; además, se aseguró que las distintas actividades de cada uno de los maestros contratistas se hizo de manera correcta..

Las actividades o responsabilidades antes mencionadas se realizaron durante el tiempo que el pasante tuvo un contrato con Rivas Mora, dicho contrato no se renovó hasta terminar la obra por lo cual el pasante estuvo presente en la obra hasta la fundición del piso 13 de la torre 3 del condominio Santa Mónica.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL DE LA PASANTIA

Brindar apoyo técnico en la obra del condominio Santa Mónica, durante el proceso de pasantía

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inspeccionar todas las actividades de obra.
- Controlar especificaciones de diseño.
- Seguir los planos arquitectónicos, estructurales, eléctricos y sanitarios.
- Apoyar en la evaluación cantidad de obras.
- Controlar de calidad de materiales y mezclas.
- Tomar cilindros y cálculo del asentamiento, registro a los informes de muestreos.
- Seguir y controlar las actividades de obra. (Estructurales, sanitarias, eléctricas).
- Realizar el seguimiento de los acabados, instalaciones descolgadas, enchapes, estucos y pinturas.
- Desarrollar el seguimiento de los rendimientos de mano de obra.
- Elaborar pre-actas y actas de mano de obra.
- Revisar de cantidades de obra según planos de diseño.
- Hacer el seguimiento al sistema industrializado con formaletería metálica.

METODOLOGIA

La metodología que utilizó el pasante en el cargo de asistente de dirección se describe a continuación:

- Se efectuaron pedidos de material, de acuerdo con las cantidades determinadas según planos, y se plasmó mediante hojas de cálculo.
- Se realizó pre-actas de mano de obra, se llenó las pre-actas con las actividades que se comprobó que estuvieron según los planos.
- Para las pruebas de calidad se realizó ensayos de asentamiento y probetas cilíndricas.
- Se anotó en la bitácora los acontecimientos más relevantes que sucedieron en la obra como fueron los imprevistos, la hora de llegada del concreto, las especificaciones del concreto, los valores de los ensayos, entre otros.
- Se elaboró una relación de probetas cilíndricas y con esta relación se llevó las probetas al laboratorio donde se encontró la resistencia a la compresión de las probetas.
- Se revisó el acero de refuerzo que se colocó tal y como indicaron los planos estructurales, es decir, se revisó el traslape, el diámetro del acero, la longitud del acero, el número de varillas, etc.
- Se revisó que se haya colocado las cerchas y se haya resanado el apartamento que se fundió el día anterior para esto se debió de entrar en el apartamento y mediante inspección visual se comprobó que se colocó las cerchas y se hizo los resanes.
- Se calculó los rendimientos de acuerdo al tiempo y la cantidad que se ejecutó por las distintas cuadrillas de la obra para esto se anotó a diario el tiempo y cantidad que se ejecutó por las cuadrillas y en una hoja de cálculo se halló los rendimientos.

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto cuenta con un área de 4.250 m², consta de tres torres de 16 pisos cada una, con 4 apartamentos por cada nivel de piso, con un total de 64 apartamentos por torre y 192 apartamentos en todo el proyecto (véase Ilustración 1). Cada torre tendrá a su disposición un ascensor; y parqueaderos, desarrollados en tres niveles, planta de primer piso y dos sótanos.

Se exhibe con servicio de amplios locales comerciales (11 locales), ubicados sobre el acceso principal del conjunto. Se podría decir, que el edificio se destaca por sus cualidades de diseño arquitectónico y urbanístico, con excelentes visuales hacia la ciudad y el sector.

El diseño arquitectónico de la tercera torre del condominio Santa Mónica fue realizado por la arquitecta Libia María López Mora; y el diseño estructural fue realizado por el ingeniero civil Nelson Fernando Mera Campo magister en estructuras de la universidad de Los Andes.

Ilustración 1. Estado actual del proyecto



2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto, Santa Mónica Condominio se encuentra ubicado hacia la salida oriente de la ciudad de Pasto, a 200 metros del centro comercial Único, es un proyecto estratégicamente ubicado en un sector con todas las comodidades a su alcance (véase ilustración 2); se encuentra cerca del centro comercial Alkosto del parque Bolívar, del hospital Departamental.

Desde el inicio del proyecto hasta la actualidad, se siguen efectuando construcciones y/o embelleciéndose a sus alrededores, dentro de los cuales se puede hacer mención que frente al condominio se está construyendo un hospital, de igual forma se encuentran jardines infantiles, instituciones educativas como La Ciudadela.

Además, el sector cuenta con excelentes vías de acceso, (Calle 21 con carrera 9) a un costado de la vía salida oriente, con múltiples rutas de servicio público.

Ilustración 2. Ubicación del proyecto



3. ESTADO DEL PROYECTO

En el momento de aprobación de la pasantía el día 28 de septiembre del 2016, ya se había terminado de construir la primera etapa del condominio Santa Mónica, es decir, la torre 1, la torre 2, los 11 locales comerciales, los dos sótanos de parqueaderos, los parqueaderos descubiertos, el campamento de la obra, el salón comunal, baño turco, la planta eléctrica, las 3 electrobombas, las zonas de juegos infantiles, la cancha sintética de microfútbol destinada para niños y el tanque de almacenamiento de agua ubicado bajo tierra en la zona de juegos infantiles, aunque esta etapa aún no se había entregado a los propietarios, por esto se atendían postventas de los apartamentos, a razón que las zonas comunes se encontraban en arreglos y en los locales comerciales se había iniciado a los acabados.

En la segunda etapa del proyecto, es decir, en la tercera torre, el topógrafo de la constructora Rivas Mora SAS ya había dado niveles de referencia y puntos para trazar el perímetro del edificio, se había realizado el descapote además la excavación de los Caissons había avanzado un 70%, porque se habían terminado de excavar 14 de los 20 Caissons (véase ilustración 3), además, el suelo en general de la tercera torre se encontraba a un nivel muy cercano a la cota más baja de la losa de cimentación.

Además, el avance en las excavaciones y fundiciones de los Caissons fue el siguiente:

- 8 Caissons fundidos en su totalidad exceptuando el dado de cada Caisson.
- 4 Caissons se habían avanzado las fundiciones hasta llegar a los anillos de cada uno de los Caissons.
- 2 Caissons excavados en su totalidad y con su respectivo solado además de instalar en dichos Caissons las varillas de refuerzo.
- 2 Caissons se habían empezado a realizar las excavaciones.
- 4 Caissons se encontraban sin empezar excavarse.

En general, este proceso de excavaciones y fundiciones no avanzó según lo estipulado en el cronograma de la obra, si no que se demoró más de lo debido a causa de las fuertes lluvias que dificultaban y hasta incluso algunos días se tuvo que cancelar fundiciones o se paró trabajos de excavaciones.

Ilustración 3. Estado del proyecto en el momento de aprobación de la pasantía



4. SANTA MONICA CONDOMINIO ETAPA 2

El proyecto de Santa Mónica Condominio, consta de dos etapas, la etapa 2 está conformada por una tercera torre ubicada dentro del condominio, la cual debido a que el suelo en que está apoyado se determinó que es un suelo tipo D, según la clasificación presente en la NSR-10, se necesitó apoyar el edificio sobre una losa de cimentación de gran tamaño y a su vez esta se apoyó sobre Caissons.

Las tres torres cuentan con el mismo número de apartamentos por piso y de pisos aunque existen pequeñas variaciones en los metros cuadrados que poseen los apartamentos de una torre con respecto a los apartamentos de las demás torres. A continuación, se muestra la planta arquitectónica de la torre 3 de condominio Santa Mónica:

Ilustración 4. Planta arquitectónica torre 3



5. SEGUIMIENTO AL SISTEMA INDUSTRIALIZADO DE FORMALETA METALICA

En la segunda etapa del condominio Santa Mónica, se usó formaleta metálica para la fundición de los anillos de los Caissons, la losa de cimentación, el sobrecimiento y los apartamentos, pero es en los apartamentos donde se empezó con las fundiciones en serie ya que se repite el proceso del piso 1 al 16.

Otras dos fundiciones que se hacen con formaleta metálica, son: uno los peldaños y descanso de las escaleras y dos el punto fijo con los muros estructurales del ascensor y escaleras.

Pero el proceso en serie solo se miró reflejado en el armado de los apartamentos ya que solo esta fundición se realizaba todos los días, las demás fundiciones requerían de mayor tiempo.

En la obra del condominio Santa Mónica al igual que en muchas obras de la ciudad de Pasto se implementó el sistema industrializado de formaleta metálica por encima de otros sistemas de formaleta debido a sus ventajas y características, a continuación, se da a conocer el sistema industrializado de formaleta metálica de forma más detallada mencionando sus ventajas, características, accesorios y herramientas utilizadas en este sistema de formaleta.

El sistema industrializado de formaleta metálica presenta las siguientes características:

- Cara de contacto diseñada para brindar acabado liso o texturizado al concreto.
- Refuerzos internos en U que conforman la estructura y dan la resistencia al módulo.
- Bandas laterales con perforaciones dobles que facilita la instalación de la chapeta y da seguridad al módulo para su armado.
- Varillas integradas que facilitan su arriostre y manipulación en la obra.

Las ventajas que presenta el sistema industrializado de formaleta metálica son las siguientes:

- En un solo día se logra el vertimiento completo de concreto en viviendas.
- No requiere mano de obra de alta calificación.
- Proporcionan uniformidad al concreto logrando excelentes acabados.
- Moldes fabricados en acero de gran resistencia.
- Pueden ser utilizados más de 1500 veces con un adecuado mantenimiento.
- Resistente a la corrosión, esfuerzos de tensión y compresión.

- De acuerdo con las especificaciones arquitectónicas del proyecto se fabrican moldes de diferentes medidas, texturas y ángulos irregulares.
- Sistema fácil y rápido de ensamblaje.
- Los enconfrados metálicos disponen de manijas y herramientas que facilitan su manipulación y sujeción para el armado y fácil transporte.

El sistema industrializado de formaleta metálica tiene los siguientes accesorios y piezas:

- Módulo regular: son los paneles metálicos o módulos que tienen forma cuadrada.

Ilustración 5. Módulo regular



- Módulo irregular: son los paneles metálicos o módulos que tienen forma de rectángulo.

Ilustración 6. Módulo irregular



- Chapeta: es un accesorio para alinear y unir los paneles o formaletas entre sí. Transmite carga entre ellos y deben colocarse siempre en la perforación interna de la banda lateral para mejorar el cierre entre módulos.

Ilustración 7. Chapeta



- Mordaza: es un accesorio utilizado para fijar rápidamente el alineador al panel o formaleta dándole a esta la alineación requerida.

Ilustración 8. Mordaza



- Tubo alineador: a medida que se va encofrando los moldes, se deben ir colocando los tubos alineadores, los cuales se sujetan a las mordazas, esto para lograr alineamiento y plomo de los muros.

Ilustración 9. Tubo alineador



- Corbata (distanciadores): son los elementos que actúan como separadores de las formaletas o moldes, que garantizan el espesor de los muros, son colocados después de fijar los paneles con las chapetas y extraídos después de cada vaciado antes o después de desencofrar, están diseñados para mantener el espesor de los muros.

Ilustración 10. Corbata



- Angulo: son elementos que tienen como función unir los vértices externos de los muros o columnas.

Ilustración 11. Angulo



- Rinconeras internas: son elementos que tienen como función la unión de paneles o formaletas para muros adyacentes, se usa también para unir los paneles de muros y placa o losa.

Ilustración 12. Rinconeras



- Martillo extractor: se utiliza para remover las corbatas distanciadoras después de cada vaciado.

Ilustración 13. Martillo extractor



- Tapa muro: son paneles o formaletas que se colocan como remates de muros, vanos de puertas y ventanas, garantizan la medida requerida y se unen al panel o formaleta con las chapetas.

Ilustración 14. Tapa muro



- Andamio palomera: elemento que sirve de soporte de la plataforma de trabajo, se deben dejar sin extraer algunas corbatas para fijar de ellas el andamio, también se puede fijar el andamio a la plataforma.

Ilustración 15. Andamio palomera



- Paral común: gato, taco o puntal es un equipo de soporte y apuntalamiento convencional.

Ilustración 16. Gato



- Cercha: soporte de encofrado de placas (losas de pisos).

Ilustración 17. Cercha



Además los obreros emplean otro tipo de materiales y/o herramientas menores en el sistema industrializado de formaleta metálica como son:

- Uña o herramienta pico: herramienta de montaje que alinea los orificios de conexión de los tableros y facilita la colocación de las chapetas.

Ilustración 18. Uña



- Ductolom: espuma de poliestireno que facilita el deslizamiento del distanciador cuando se encuentra el muro fundido.

Ilustración 19. Ductolom



- ACPM: en este caso se usa para facilitar el desencofrado y dar buena textura a las superficies del concreto.

Ilustración 20. ACPM



- Martillo: en este caso se usa para colocar o quitar las chapetas y mordazas de la formaleta metálica.

Ilustración 21. Martillo



En el caso específico de edificios con muros estructurales como lo es la tercera torre del condominio Santa Mónica los obreros utilizan elementos plásticos para garantizar el recubrimiento libre y la correcta ubicación del refuerzo de los muros estructurales y la losa maciza del piso. A continuación, se hablara de estos elementos plásticos:

- Silleta cilíndrica: es un separador plástico que se usa en vez de panelas para garantizar el recubrimiento libre de la malla superior e inferior de la losa maciza del piso del apartamento, vienen en distintas medidas pero en la torre 3 se usan de 2,5 y 7,5 centímetros.

Ilustración 22. Silleta cilíndrica



- Separador regleta para malla en muros: es un separador plástico para dos mallas con una forma muy semejante a una regla pequeña, en la torre 3 se usa para los muros de 12 y 20 centímetros y de dos mallas.

Ilustración 23. Separador regleta



- Disco separador para malla sencilla en muros: están diseñados para lograr recubrimientos de concreto uniformes en muros, o prefabricados, logrando separar el acero (malla electrosoldada o varilla) del encofrado o formaleta manteniendo la malla firme y en el centro, permitiendo una mayor calidad estructural, eficiencia y mejores acabados en la construcción.

Ilustración 24. Disco separador



- Disco separador para malla doble en muros: están diseñados para lograr recubrimientos de concreto uniformes en muros, o prefabricados, logrando separar el acero (malla electrosoldada o varilla) del encofrado o formaleta manteniendo las dos mallas firmes y garantizando el recubrimiento libre en las dos caras del muro (2,5 centímetros) además de separar las dos mallas entre sí, permitiendo una mayor calidad estructural, eficiencia y mejores acabados en la construcción.

Ilustración 25. Disco separador



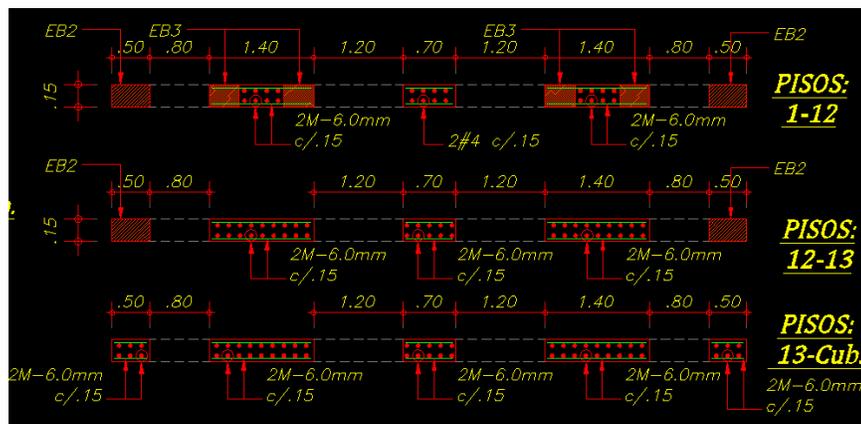
6. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PASANTIA

6.1 INSPECCIÓN DE CONTROL DE TODAS LAS ACTIVIDADES DE OBRA

Una de las responsabilidades del pasante, consistió en revisar los planos estructurales para informar a los encargados del amarrado del refuerzo, cambios en el refuerzo, ya que de un piso a otro cambiaba los diámetros de las varillas del refuerzo de los elementos de borde, ya sea solo las varillas cortas, largas o todas las varillas del elemento de borde, algunas dovelas pasaban a ser mallas, dos mallas 6 milímetros pasaban a ser una malla 7,5 milímetros, algunos elementos de borde se dejaban de amarrar a partir de ciertos pisos además de las longitudes de varillas de los elementos de borde que aunque en su mayoría era de 3,20 metros había excepciones las cuales se debía estar pendiente.

Igualmente el pasante debió estar pendiente de los elementos de borde (EB) que ya se dejaron de amarrar a partir de ciertos pisos para informar al flejador que deje de hacer los estribos de este elemento.

Ilustración 26. Cambios en despiece entre pisos



Además, se debió estar pendiente del avance del armado, por si se presentaba alguna dificultad de la cual se debió informar al director de obra. También en caso de ausencia del almacenista el pasante tuvo que encargarse de realizar las órdenes de material y entregar el material que se anotó en las órdenes, por lo general, silletas cilíndricas, tubería, accesorios, separadores plásticos etc.

De igual forma, se debió realizar inspección visual a las distintas instalaciones de tubería ya sea conduit, PE-AL-PE, tubería de presión para agua caliente y fría, además la tubería sanitaria. Se realizó esta inspección para verificar el

cumplimiento y verificar que las tuberías se hayan colocado en los lugares indicados.

La inspección visual es una de las tareas más importantes que tuvo el personal de la obra, conformado por ingenieros y arquitectos, ya que se debió verificar todos los trabajos y la forma en que se hicieron desde el inicio de la obra con el replanteo, excavaciones y fundiciones de la cimentación hasta el momento de los acabados como estuco, pintura, enchape, etc.

6.2 CONTROLAR ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Las especificaciones de diseño del acero de refuerzo, son las siguientes: varillas de 420 Mpa de esfuerzo de fluencia (este esfuerzo de fluencia es medido cuando el acero pasa del estado elástico al plástico) y malla electrosoldada con esfuerzo de fluencia (F_y) de 420 MPa, estas especificaciones se controlaron en los pedidos a los proveedores del acero, cuando se solicitó el refuerzo del acero con las distintas características, características como que el acero haya tenido un F_y igual a 420 MPa, el diámetro, la longitud en caso de las varillas y la cantidad del pedido.

En caso que el acero se haya pedido en chipa ya no se eligió una longitud de varilla y la cantidad de las mismas si no que se pidió la chipa por el peso, de igual manera el acero se pidió con un esfuerzo de fluencia (F_y) de 420 Mpa, de igual manera se controló el esfuerzo de fluencia del acero con los pedidos a los proveedores del acero, ya que los proveedores garantizaron la calidad de los materiales.

En el caso de las especificaciones de diseño del concreto es la resistencia mínima a la compresión, en los solados fue de 10 MPa, en los caissons de 21 MPa y en el resto de elementos estructurales como losa de cimentación, sobrecimiento, vigas, muros estructurales, placas y escaleras la resistencia mínima a la compresión fue de 28 Mpa, esta resistencia mínima a la compresión se averiguó con la toma de cilindros que se fallaron en el laboratorio y se comparó con el valor con el valor de diseño.

En la obra del condominio santa Mónica, se usó materiales certificados (tuberías, pintura, estuco relleno, estuco listo accesorios de las tuberías, etc.), debido a esto contaron con una garantía y en caso de no haber cumplido con las especificaciones con las cuales se pidió el acero se pudo haber reclamado a las ferreterías para el remplazo del material defectuoso con uno que si cumpla con las especificaciones.

6.3 APOYO EN LA EVALUACION DE LAS CANTIDADES DE OBRA

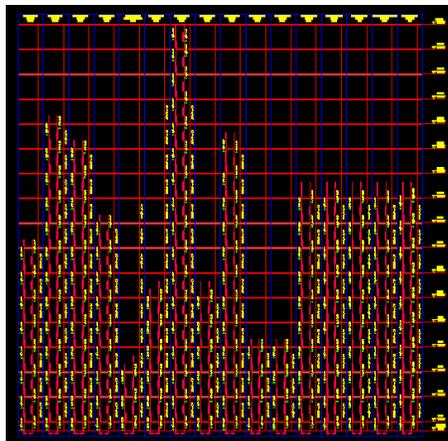
A continuación se explica de la forma en que el pasante calculó las cantidades de obra que le pidió el director de obra. Para calcular estas cantidades se utilizó los planos estructurales y sanitarios.

En primer lugar se expone las cantidades de obra que se calculó de los planos estructurales, de estos planos se sacó las cantidades de acero de refuerzo (chipa, varillas y malla electro soldada) y de concreto, a continuación, se ira explicando cada una de estas cantidades.

El pasante calculó la cantidad de flejes o estribos de 3/8 de pulgada en metros lineales de los elementos de borde y vigas que se observó en los planos estructurales, luego tuvo que multiplicar esta cantidad por el peso de la varilla 3/8" que es 0,56 kg/m y de acuerdo con esto se pidió la cantidad de chipa.

En cuanto a la cantidad de varillas de los despieces de los elementos de borde, losa de cimentacion y dovelas, se tuvo que agrupar las varillas por longitud y diametro y de acuerdo con esto se pidió las varillas en sus longitudes comerciales que son 12, 9 y 6 metros.

Ilustración 27. Despiece en elevación EB



El pasante calculó la cantidad de mallas de espesor 6, 7 y 7,5 milímetros por metros cuadrados y dividiendo estos tres resultados entre el área de una malla $14,1 \text{ m}^2$ ($2,35 \times 6 = 14,10$) se obtuvo una cantidad aproximada de mallas.

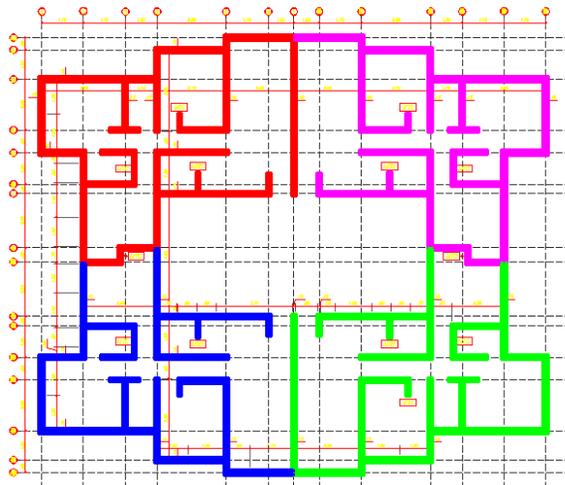
También es importante tener en cuenta que para la lectura de los planos estructurales, mediciones en los planos y corroborar medidas de los despieces, se usó el software AutoCad 2014 en su versión en español. Luego para realizar cálculos de manera más rápida y ordenada se usó la aplicación de hojas de cálculo que ofrece Windows 10 Excel 2013, con ayuda de estas dos herramientas

el director de obra realizó los pedidos, por lo general, cada mes en el caso del acero o cuando se iba agotar una malla o varilla de un diametro especifico.

Tambien el pasante calculó cantidades de concreto, de las distintas fundiciones, por ejemplo de los apartamentos, se tuvo en cuenta que del piso 2 en adelante se usó el mismo orden de fundicion y por ende las mismas cantidades de concreto, el orden de fundicion fue el primero el apartamento 202, 203, 204 y por último el apartamento 201. Es importante mencionar que se fundió los muros estructurales del apartamento junto con la losa maciza del piso del apartamento de encima, esto se hizo para facilitar y agilizar el proceso de armado y fundicion, debido a esto se fundió la losa maciza de 4000 psi pese a que los planos estructurales indicaron que ese concreto debio ser de 3000 psi.

El siguiente esquema (vease ilustracion 28) muestra la existencia de muros estructurales compartidos entre los apartamentos; las cantidades que se pidieron de concreto premezclado cambiaron según el apartamento. Todos los muros de color rojo se formaletearon y fundieron un mismo dia y asi sucesivamente con los muros de los distintos colores.

Ilustración 28. Vista en planta muros estructurales de cada apartamento



Las cantidades de concreto que se calculó con ayuda del AutoCad 2014, fueron 22,1944 m³ para el apartamento 202 (color rojo), 20,3224 m³ para el apartamento 203 (morado), 21,12016 m³ para el apartamento 204 (verde) y 19,24816 m³ para el apartamento 201 (azul), estas cantidades que calculó el pasante son teóricas ya que el que eligió un porcentaje de desperdicios fue el director de obra y de igual manera fue quien hacia los pedidos de concreto a MADCO.

Y por ultimo, se calculó las cantidades de tuberias de los planos sanitarios y de tuberias de presión, para esto se midió la cantidad de tuberia necesaria y los

accesorios para realizar los pedidos. Aunque debido a los desperdicios y que se compró en longitudes comerciales y de estas longitudes comerciales se sacó las medidas del despiece, quedaron desperdicios de los materiales que se compró por dimensiones comerciales (varillas, mallas y tuberías), entonces después se habló con el mallero, plomero, electricista y demás empleados, después se calculó una cantidad más exacta de los distintos materiales que se acercó más a la realidad.

6.4 CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y MEZCLAS

El control de calidad es la verificación con la que se comprueba que la obra, el producto, o la partida de obra tienen las características de calidad especificadas en el proyecto. La exigencia de un control de calidad debería implantarse como norma general, para evitar no solo la insatisfacción del usuario, sino riesgos y pérdidas debido al poco o inexistente control de calidad en las obras de construcción.

El control de calidad en una obra de construcción debe contemplarse desde tres aspectos diferentes:

1. Control de calidad del proyecto : planteamiento, planos, cálculos etc.
2. Control de calidad de los materiales.
3. Control de Calidad de la ejecución.

Para el control de calidad de las mezclas de concreto de la torre 3 del condominio Santa Mónica se realizó los ensayos del cono de Abrams y el ensayo de probetas cilíndricas. A continuación, se explica el proceso que se siguió para ambos ensayos los cuales realizó el pasante.

El ensayo más ampliamente usado en todo el mundo, por su simplicidad y rapidez, es el ensayo de asentamiento o del cono de Abrams, el cual mide la consistencia o fluidez de una mezcla fresca de concreto cuyo tamaño máximo de agregado grueso puede ser hasta de 50,8 mm (2”).

Para hacer esta medición se usa un molde hecho en lámina metálica en forma de tronco de cono, con las siguientes medidas altura de 30 centímetros, radio mayor 20 centímetros y radio menor 10 centímetros. Por lo general se hizo un ensayo de asentamiento por cada mixer, el ensayo se realizó más o menos a la mitad del vaciado de la mixer.

El procedimiento seguido por el pasante para el ensayo de asentamiento fue el siguiente:

“Se colocó el molde sobre una superficie plana, posteriormente el molde se presionó hacia abajo, pisando el molde en las aletas que este tiene en la base esto se hizo para que al colocar la mezcla no salga por la parte inferior.

El cono se llena en tres capas, cada una con aproximadamente una tercera parte del volumen total del molde, cada capa se apisona 25 veces con una varilla lisa de 5/8" de diámetro y mas o menos 60 centímetros de longitud, con uno de sus extremos redondeado.

La primera capa se compacta a través de todo su espesor, en tanto que la segunda y la tercera se compactan de manera que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

La diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del concreto abatido se llama asentamiento y se mide con una aproximación de 0,5 cm".¹

Ilustración 29. Cálculo del asentamiento



La prueba de slump o asentamiento se realizó para saber si la cantidad de agua fue suficiente o si faltó o tuvo demasiada agua la mezcla de concreto, en caso de que la mezcla de concreto fuese hecha en obra se debió añadir agua a la olla mezcladora o trompo o agregados y cemento. En caso que la mezcla fuese una mezcla de concreto pre-mezclado hecha por Madco se debió añadir agua a la mixer o dejar rodar el tambor de la mixer en caso de exceso de agua en la mezcla de concreto.

De igual manera, se tuvo que hacer un control de calidad a la resistencia mínima de la mezcla de concreto, el ensayo más universalmente confiable para ejecutar pruebas de resistencia mecánica a la compresión simple es el ensayo de probetas cilíndricas, las cuales se funden en moldes especiales de acero o PVC que tienen 150 mm de diámetro por 300 mm de altura.

¹ SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. 4 ed. Santafé de Bogotá, D.C.: Bhandar Editores LTDA. 2000. 138-139 P. ISBN 958-9247-04-0.

El procedimiento seguido por el pasante en el ensayo de probetas cilíndricas fue el siguiente:

“Antes de colocar el concreto en el molde, es necesario vertir ACPM al interior de las camisas solo lo suficiente para humedecer la superficie y así evitar que el concreto se adhiera al metal.

El cilindro se llena en tres capas de igual altura y cada capa se apisona con una varilla lisa de 5/8” de diámetro, con uno de sus extremos redondeados, la cual se introduce 25 veces por capa en diferentes sitios de la superficie del concreto.

Ilustración 30. Apisonamiento con 25 golpes



Una vez que se ha llenado cada capa, se dan unos golpes con la varilla o con un martillo de caucho (chipote) a las paredes de la camisa, con el objeto de eliminar las burbujas de aire que se hayan podido adherir al molde.

Los cilindros recién elaborados deben quedar en reposo, en sitio cubierto y protegidos de cualquier golpe o vibración y al día siguiente se les quita el molde cuidadosamente. Inmediatamente después de remover el molde, los cilindros deben ser sometidos a un proceso de curado en tanques con agua. En estas condiciones, los cilindros deben permanecer hasta el día del ensayo.”²

A continuación, se muestra el análisis que se le hizo al resultado de la resistencia a la compresión del concreto que da el ensayo de probetas cilíndricas y de igual manera se muestra los requisitos de la norma NSR-10 en cuanto a la frecuencia mínima del ensayo de probetas cilíndricas y los requisitos para comparar estos valores del ensayo de probetas cilíndricas y los valores de resistencia a la compresión que están en los planos estructurales.

² SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. 4 ed. Santafé de Bogotá, D.C.: Bhandar Editores LTDA. 2000. 112-113 P. ISBN 958-9247-04-0.

El ensayo de cilindros se analizó a los 28 días pero en la construcción es muy difícil esperar tanto tiempo para obtener los resultados por esto se hizo el ensayo de cilindros a distintas edades del concreto y se hizo uso de ecuaciones para correlacionar la resistencia a los 7, 14 o 21 días con la resistencia que el concreto pudiera llegar a alcanzar a los 28 días.

A continuación, se muestra una fórmula para correlacionar la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días y a los 28 días:

$$R_{28} = C + K * R_7$$

Donde:

R_{28} = Resistencia a la compresión a los 28 días de edad en kg/cm^2 .

R_7 = Resistencia a la compresión a los 7 días de edad en kg/cm^2 .

C, K= Constantes del tipo de cemento.

La anterior fórmula se obtuvo del libro Tecnología del concreto y del mortero de Diego Sanchez De Guzman, a continuación, se muestra la tabla 1 con los valores de C y K para varios cementos tipo 1 (es el destinado a obras de hormigón en general, al que no se le exigen propiedades especiales) colombianos.

Tabla 1. Constantes de cementos tipo1

Cemento	C	K
Argos	36,34	1,36
Boyaca	39,70	1,40
Cairo	32,49	1,31
Caldas	26,51	1,43
Caribe	31,48	1,29
Diamante B/manga	-15,75	1,59
Diamante Cucuta	17,83	1,38
Diamante Tolima	45,28	1,35
Nare	6,03	1,50
Paz del rio	59,38	1,28
Samper Sta. Rosa	10,35	1,44
Samper siberia	41,23	1,34
Valle	29,22	1,50

A continuación, se muestra algunos resultados obtenidos en el ensayo de probetas cilíndricas, estos resultados se obtuvieron en el laboratorio de JD's Diseño y Construcción SAS y fueron elaborados por el ingeniero civil Jeisson Gómez además se analizó las resistencias a los 28 días obtenidas con la fórmula versus la resistencias a la compresión que indican los planos estructurales.

Tabla 2. Resistencias a la compresión a los 28 y 7 días

Referencia	R ₇ kg/cm ²	R ₂₈ kg/cm ²	R ₂₈ psi
LC 1-2	173,6	272,4	3874,9
LC 3-4	214,4	327,9	4664,2
LC 5-6	215,7	329,7	4689,3
LC 7-8	208,7	320,2	4553,9
LC 9-10	126,1	207,8	2956,1
LC 11-12	187,6	291,5	4145,8
LC 13-14	173,2	271,9	3867,2
LC 15-16	168,5	265,5	3776,3
LC 17-18	194,2	300,5	4273,4
LC 19-20	200,3	308,7	4391,4
LC 21-22	202,8	312,1	4439,8
LC 23-24	210,5	322,6	4588,7
LC 25-26	182,5	284,5	4047,1
LC 27-28	217,1	331,6	4716,4
LC 1	187,2	290,9	4138,0
LC 1	216,5	330,8	4704,8
LC 2	201,4	310,2	4412,7
LC 2	234,6	355,4	5054,9
LC 3	185,5	288,6	4105,1
LC 3	183,9	286,4	4074,2
LC 4	210,1	322,1	4581,0
LC 4	206,7	317,5	4515,2

En la tabla 2, se usó los valores de C y K para el cemento Argos tipo 1, además para referenciar los cilindros se usó las letras LC para indicar que la muestra fue de la losa de cimentación, los números 1 para indicar que la muestra fue de la primer mixer que llegó el día de la fundición y los números 7-8 hacen referencia que a una muestra representativa para las mixer 7 y 8, esto debido a la falta de camisas a la hora de hacer el ensayo.

Ya con los valores de las resistencias a la compresión proyectados a los 28 días el siguiente paso que se realizó para saber si la fundición de la losa de cimentación cumple con la resistencia de 4000 psi que se especifica en los planos estructurales es evaluar los resultados hallados con los requisitos que da la norma NSR-10. Los dos requisitos para el nivel de resistencia de una clase determinada de concreto son los siguientes:

- A) Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a $f'c$.
- B) Ningun resultado del ensayo de resistencia es menor que $f'c$ por mas de 3,5 MPa cuando $f'c$ es 35 MPa o menor; o por mas de $0,10 \cdot f'c$ cuando $f'c$ es mayor a 35 MPa.

Tabla 3. Promedio de 3 ensayos consecutivos

Referencia	R ₂₈ PSI	3 cons.
LC 1-2	3874,9	
LC 3-4	4664,2	
LC 5-6	4689,3	4409,5
LC 7-8	4553,9	4635,8
LC 9-10	2956,1	4066,4
LC 11-12	4145,8	3885,3
LC 13-14	3867,2	3656,4
LC 15-16	3776,3	3929,7
LC 17-18	4273,4	3972,3
LC 19-20	4391,4	4147,0
LC 21-22	4439,8	4368,2
LC 23-24	4588,7	4473,3
LC 25-26	4047,1	4358,5
LC 27-28	4716,4	4450,7
LC 1	4138,0	4300,5
LC 1	4704,8	4519,7
LC 2	4412,7	4418,5
LC 2	5054,9	4724,1
LC 3	4105,1	4524,2
LC 3	4074,2	4411,4
LC 4	4581,0	4253,4
LC 4	4515,2	4390,1

En la tabla 3, se muestra una columna en la que se calculó el promedio de 3 pruebas consecutivas, todos estos promedios estan por encima de los 4000 psi que especifica los planos estructurales para la losa de cimentacion, es decir, cumplieron las pruebas con un requisito de la norma para la evaluacion y aceptación del concreto usado en la fundicion, el segundo requisito para un concreto de 4000 psi (28 MPa) es que ningún ensayo sea menor que el $f'c$ requerida (4000 psi) por mas de 3,5 MPa (507,6 psi), se puede ver que no se cumple el segundo requisito debido a que un ensayo (LC 9-10) tiene una resistencia de 2956,1 pero el director de obra usó sus años de experiencia y

criterio como ingeniero civil para aprobar y dar visto bueno a la fundición de la losa de cimentación.

Otro aspecto importante para el cual se tuvo que revisar la norma NSR-10 en el título C (concreto reforzado) fue para determinar la frecuencia mínima del ensayo de probetas cilíndricas. Se debió cumplir por lo menos con las cantidades de ensayos que se indican en este título de la norma, a continuación, se indican las 4 restricciones que da la norma:

- *“Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 40 m³ de concreto, ni menos de una vez por cada 200 m² de superficie de losas o muros.*
- *Si la frecuencia de ensayos requerida por la anterior restricción es menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas, o en cada tanda cuando se empleen menos de cinco.*
- *Cuando la cantidad total de una clase dada de concreto sea menor que 10 m³, no se requieren ensayos de resistencia cuando la evidencia de que la resistencia es satisfactoria sea aprobada por el supervisor técnico.*
- *Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm.”³*

6.5 TOMA DE CILINDROS Y CALCULO DEL ASENTAMIENTO, REGISTRO A LOS INFORMES DE MUESTREOS

Al pasante al igual que estuvo a cargo del ensayo de asentamiento y el ensayo de probetas cilíndricas, también realizó el registro de ambos ensayos.

Mientras el ensayo de asentamiento se registró en el formato CONF12.01, dicho formato fue llevado en todas las obras de Rivas Mora Construcciones SAS para controlar la cantidad de agua en la mezcla de concreto, ya que mucha puede afectar la resistencia y poca agua ocasiona la aparición de ratoneras.

En el formato CONF12.01, se debió llenar los datos de las canteras de los agregados para esto se preguntó al personal de MADCO, los demás datos los llenó el pasante de acuerdo con el piso de la ubicación de la muestra, el número de la muestra con respecto al total de muestras realizadas en la torre 3, la

³ Reglamento colombiano de construcción sísmo resistente NSR-10. Título C concreto estructural: C.5.6.2 frecuencia de ensayos. 2010. 75-76 p.

ubicación mas exacta de la prueba, observaciones y el valor del slump o asentamiento en centímetros.

En cuanto al ensayo de probetas cilíndricas se realizó un informe en el que se anotó la ubicación de la prueba, el número de cilindros por mixer, el número de la muestra en relacion al total de cilindros en el informe, la fecha que se realizó la prueba, los días a los cuales se calculó la resistencia a la compresion de los cilindros y en caso de existir se anotó observaciones por ejemplo el uso de acelerantes o fluidificantes en la mezcla de concreto despues el laboratorio envió los resultados al director de obra quien analizó y archivabó, de acuerdo con los resultados se debió tomar la decision de demoler o no las fundiciones realizadas por el personal de la obra.

Las características de las distintas mezclas de concreto utilizadas en la tercera torre del condominio Santa Mónica fueron:

Tabla 4. Especificaciones concreto de la torre 3

Ubicación	Resistencia compresión PSI	Canteras		Tamaño máximo agregado	Cemento	Slump
		Triturado	Arena			
Caissons	3000	Pabon	Rosapamba	3/4"	Argos	2"-4"
Losa de cimentación	4000	Mina Tulcan	Rosapamba	1"	Cemex	7"-9"
Sobrecimiento	4000	Mina Tulcan	Rosapamba	3/4"	Cemex	7"-9"
Muros estructurales	4000	Mina Tulcan	Rosapamba	3/4"	Cemex	7"-9"
Losa maciza	4000	Mina Tulcan	Rosapamba	3/4"	Cemex	7"-9"
Punto fijo	4000	Mina Tulcan	Rosapamba	3/4"	Cemex	7"-9"
Escaleras	4000	Mina Tulcan	Rosapamba	3/4"	Cemex	7"-9"
Ascensor	4000	Mina Tulcan	Rosapamba	3/4"	Cemex	7"-9"

De la tabla 4, es importante decir que en los planos estructurales la losa maciza tiene una resistencia a la compresion de 3000 psi pero por facilidad y para poder cumplir la meta de una fundicion diaria de un apartamento se decidió usar la misma mezcla de concreto para los muros estructurales y la losa maciza, es decir, una mezcla de 4000 psi.

En la obra, se manejó varios registros tanto a los ensayos realizados, como check list al acero de refuerzo de la torre 3, pruebas de calidad a la tuberia de presión del agua caliente y fria, pruebas a la tubería de gas con manómetros tambien se registró en la bitácora de la obra los acontecimientos mas destacados que ocurrieron en el dia a dia de la obra.

El registro de las muestras es muy importante para el control de calidad, ya que la constructora Rivas Mora Construcciones SAS se comprometió a realizar estos registros en: distintos formatos, archivos, bitácora de la obra, inspección de los

trabajos, etc, para poder obtener la certificación ISO 9001 por parte de la institución Bureau Veritas.

La certificación ISO 9001, es una norma internacional relacionada con la gestión de la calidad aplicable a cualquier tipo de organización de cualquier sector o actividad. Está basada en los ocho principios de gestión de calidad, fundamentales para una buena gestión empresarial. La aplicación de estos principios, ayudan a mejorar el rendimiento de su empresa.

Al certificar una organización según la norma ISO 9001, se comunica a sus clientes, proveedores y empleados su compromiso con la calidad y establece un punto de referencia para medir el rendimiento de su organización.

6.6 SEGUIMIENTO ACABADOS, INSTALACIONES DESCOLGADAS, ENCHAPES, ESTUCOS Y PINTURAS

En la torre 3, se empezó los acabados de los apartamentos en obra gris y los apartamentos terminados con el repello de pisos con una mezcla de arena, cemento, Pega Enchape Sika y agua.

De igual manera, en los apartamentos de la torre 3, se empezó a pulir los desperfectos que quedaron entre las uniones de la formaleta para tener una superficie más lisa y pareja, para pulir se usó la pulidora. También se realizó el relleno de los huecos donde van las corbatas con un mortero con Pega Enchape Sika.

En el mes de enero, se empezó a sacar filos de las ventanas, este proceso consistió en repellar o picar los bordes de las ventanas para que estas ventanas se ajusten a las medidas de planos arquitectónicos y estructurales de la torre 3 del condominio Santa Mónica, el maestro se encargó de ajustar dos lados para que las ventanas de aluminio se puedan instalar y ya después de instalar las ventanas de aluminio se realizó los últimos ajustes a los filos de las ventanas.

Desde el mes de febrero, se empezó las fundiciones de los mesones de la cocina y los poyos de la cocina y closets de cada uno de los apartamentos para esto se usó una mezcla por volúmenes con la relación uno de cemento, dos de arena y tres de piedra, a esta mezcla no se le realizó pruebas de calidad, si no que se recibió el producto terminado. Los mesones de la cocina tuvieron la diferencia de tener acero de refuerzo que fueron mallas de 6 mm por cuantía mínima mientras que los poyos se fundieron sin acero. De igual manera, a finales del mes de febrero se empezó a instalar las ventanas en aluminio con sistema proyectante y corredizo, las ventanas corredizas se instalaron en los baños y la cocina y el resto con sistema proyectante.

Y finalmente, en la torre 3 del Condominio Santa Mónica, se hizo los trabajos de resanes de apartamentos en obra gris y en los que se entregaron con acabados. Dichos resanes se hicieron con cemento, Pega Enchape Sika y agua, luego esta mezcla se esparció donde haya poros o fisuras con una espuma, se resanaron los poros que hubieron en el concreto para dar una mejor apariencia. Dicho proceso fue más exigente en los apartamentos que se entregaron en obra gris, puesto que, los otros después del resane se estucaron con relleno listo y luego Estuco Listo de la marca Impadoc, en la torre 3.

Ilustración 31. Estuco APTOS torre 3



Una vez terminados los resanes en el concreto se empezó a estucar los apartamentos con estuco listo para tener los apartamentos listos para cuando se decida pintar los apartamentos con tres manos de pintura blanca.

6.7 ELABORACION DE ACTAS Y PRE-ACTAS DE MANO DE OBRA

El pasante realizó las pre-actas de mano de obra a partir del mes de febrero, para esto una semana antes del pago de la quincena fue con los maestros contratistas corroborando las actividades de la pre-acta luego anotó en la pre-acta de dicho contratista, la quincena se pagó con una semana de retraso, es decir, por ejemplo se paga la quincena del 4 al 19 de febrero el día 26 de febrero y la quincena del 19 de febrero al 5 de marzo el día 12 de marzo y así sucesivamente.

El pago al maestro contratista se hizo de acuerdo con actividades que este realizó y luego es el contratista pagó a sus empleados, según como éste colocó los sueldos en la nómina. De acuerdo con las actividades que realizó en la quincena puede salir más dinero al contratista o por demoras por lluvias o distintos

contratiempos recibió una cantidad de dinero inferior a la suma de los salarios de sus empleados y por ende no fue capaz de terminar de pagar su nómina.

En las pre-actas se colocó las actividades que realizaron los contratistas, la localización o el número del apartamento en donde se realizó cada una de las actividades, la unidad de medición de las actividades que pueden ser por metros lineales, por jornales (horas trabajadas), unidades, etc. Después se anotó las dimensiones como son la base (B), el largo (L) y el ancho (A), estas dimensiones se anotaron en caso de ser útiles para pagar la actividad ya que actividades que se pagó por jornales como el descargue de mallas de refuerzo o actividades que se pagó por unidad como fue los puntos eléctricos en un apartamento no requirieron que se llenen las casillas de las dimensiones y finalmente hay dos columnas una para la cantidad realizada de esa misma actividad y otra para el total a pagar de esa cantidad. Todas las actividades de las pre-actas se debió medir y corroborar junto con el contratista para poder anotarla en la pre-acta de mano de obra.

Después las actas de obra fueron realizadas por el director de obra, el cual con las cantidades de las pre-actas de mano de obra y los precios que se encontraron en los contratos de cada uno de los contratistas se usaron para saber el monto total a pagar en la quincena de cada uno de los contratistas.

A continuación, se describe como se realizó la pre-acta del contratista Edison Pejendino que se encuentra en este trabajo en la parte de anexos, se irá explicando cada actividad según se encuentran en la pre-acta.

- Alcantarillado excavado y tapado: está localizada en el piso 1 de la torre 3 se midió en metros lineales con un flexómetro.
- Demolición de muro para entrada baño público: localizada en el apartamento 102 y se midió por jornales que en este caso fueron dos.
- Resane de muros y losa: el resane se hicieron en los apartamentos 201, 302, 303, 202, 203 y 204 en este caso se cuenta un apartamento como una unidad.
- Refinado de ventanas para habitación: la localización es en el primer piso con mayor exactitud los cuatro apartamentos del primer piso y los dos lados que se arreglaron para que estén a 90 grados fue un lado de 1,50 metros y otro de 1,40 metros en un total de 6 ventanas de estas características.
- Fundición de poyos: localizados en el primer piso estos se miden en los planos arquitectónicos en metros lineales en total hay cuatro por apartamento y en el primer piso hay cuatro apartamentos por lo que son 16 poyos con la diferencia del poyo de la cocina del aparta-estudio es más pequeño en 10 centímetros que los demás poyos de las cocinas.
- Mortero para nivel de piso: la localización son los apartamentos 202 y 203 en todo el apartamento, la cantidad total son los dos apartamentos.

- Fundición de mesones: la localización son los dos primeros pisos, un mesón en concreto por cada apartamento ubicado en la cocina.

En la pre-acta se encontró mayor cantidad de obra en los refinados de ventanas.

Las medidas de poyos y ventanas se tenían como referencia las medidas que se encontró en los planos arquitectónicos los cuales se visualizó con el software AutoCad 2014, además, se usó el software para hacer mediciones lineales y de áreas luego se realizó los pagos de las actas de mano de obra además estas medidas de los planos arquitectónicos fueron las que se comparó con las ejecutadas en obra, en caso de no cumplir con estas medidas el contratista debió de corregir para que se puedan anotar estas cantidades en la pre-acta de mano de obra.

6.8 SEGUIMIENTO A LOS RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

Cuadrilla armadores: esta cuadrilla está compuesta por 1 armador y 1 ayudante, hay en total 12 cuadrillas que fueron encargadas de armar un apartamento al día para esto se empleó seis horas desde las 6 de la mañana hasta el mediodía. Aproximadamente un apartamento tiene 315 m² de formaleta por lo cual el rendimiento en la obra Santa Mónica, fue de:

$$R = \frac{315}{12 * 6} = 4,375 \frac{m^2}{Cuadrilla * hora}$$

Cuadrilla de amarradores: la cuadrilla de amarradores fue compuesta por siete obreros los cuales fueron destinados a amarrar los elementos de borde y las mallas de los apartamentos para esto se empleó un total de nueve horas en promedio. Un apartamento tiene 16,61 m³ de muros estructurales a los cuales se les colocó el refuerzo, por lo tanto el rendimiento de los amarradores fue de:

$$R = \frac{16,61}{1 * 9} = 1,846 \frac{m^3}{Cuadrilla * hora}$$

Cuadrilla excavación de Caissons: fue conformada por dos obreros, uno realizó la perforación para el Caisson y el otro fue encargado de sacar la tierra suelta con una polea, las dimensiones de la perforación fueron 1,60 metros de diámetro por 8 metros de altura. En promedio se gastó de 3 a 4 días en la excavación, por lo cual se tomó un valor de 3,5 días cada uno de 9 horas laborales.

$$V = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * 1,60^2}{4} = 2,011m^3$$

$$R = \frac{2,011}{1 * 3,5 * 9} = 0,064 \frac{m^3}{Cuadrilla * hora}$$

Cuadrilla fundición apartamento: la cuadrilla estuvo conformada por 11 personas una fue el maestro contratista, 2 talladores que usaron la taconera y el codal metálico, 4 obreros los cuales con las palas fueron los encargados de distribuir todo el concreto a la losa y los muros cuando este sale por el moco, 2 obreros usaron los vibradores para evitar las ratoneras en los muros estructurales y dos obreros usaron los chipotes para garantizar un buen vibrado además se revisó que los vanos de las ventanas queden llenos totalmente de concreto.

El tiempo de fundición fue muy variable dependiendo de la llegada de los mixer por esto se tomó 4 horas que es lo que se demoró la fundición con la planta dosificadora de concreto, un apartamento entero tuvo 22,2 m³ de concreto.

$$R = \frac{22,2}{1 * 4} = 5,55 \frac{m^3}{Cuadrilla * hora}$$

Cuadrilla armadores punto fijo: la cuadrilla fue conformada por dos obreros uno fue armador y otro fue ayudante, en total fueron dos cuadrillas que tuvieron cuatro días cada uno de 9 horas o lo que es lo mismo contaron con 36 horas para armar el punto fijo y los muros estructurales, tanto lo que fue la formaleta como el amarrado de las vigas del punto fijo y las mallas de los muros estructurales del ascensor y las escaleras. Un apartamento en total tuvo 80,40 m² de formaleta contando el pasillo y los muros estructurales del ascensor y escaleras.

$$R = \frac{80,4}{2 * 36} = 1,117 \frac{m^2}{Cuadrilla * hora}$$

Cuadrillas armadores escaleras: fue una cuadrilla conformada por un ayudante y un obrero se demoraron tres días, es decir, 27 horas en armar los peldaños de las escaleras y amarrar el acero de la escalera tanto las vigas de apoyo como el refuerzo de la losa maciza de la escalera, los metros cuadrados de formaleta fueron aproximadamente 17.

$$R = \frac{17}{1 * 27} = 0,63 \frac{m^2}{Cuadrilla * hora}$$

La misma cuadrilla se encargó de fundir los peldaños y el descanso para esto emplearon un total de una hora en la fundición, la cantidad de concreto que se usó para la fundición fue aproximadamente 1 metro cubico.

$$R = \frac{1}{1 * 1} = 1,0 \frac{m^3}{Cuadrilla * hora}$$

Cuadrilla malla de la losa maciza del apartamento: La cuadrilla fue compuesta por 6 obreros los cuales usaron media hora en colocar la primera malla y otra media

hora en colocar la segunda malla, esta media hora es el tiempo que se empleó en subir la malla con sogas al apartamento y en colocar dicha malla en su sitio según el despiece de los planos estructurales. El área de la losa maciza del piso del apartamento fue de 55,8721 m² por lo tanto el rendimiento fue de:

$$R = \frac{55,8721}{1 * 0,5} = 111,7442 \frac{m^2}{Cuadrilla * hora}$$

Los cálculos de áreas, volúmenes y distancias se calcularon con el programa AutoCad 2014 y se realizó de forma aproximada y promedio ya los rendimientos solo son una herramienta no muy precisa que se utiliza para poder realizar los presupuestos y cronogramas de la obra.

6.9 SEGUIMIENTO PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ESTRUCTURALES, ELÉCTRICOS Y SANITARIOS

El pasante empleó los distintos planos de la torre 3 del condominio Santa Mónica para cumplir con las actividades que desempeñó en el cargo de asistente de dirección, estas actividades en su gran mayoría fueron designadas por el director de obra.

Los planos estructurales se usaron para calcular las cantidades de acero de refuerzo en los elementos estructurales y que estas cantidades sirvieron de apoyo al director de obra para los pedidos de las varillas de acero corrugado, la chipa y las mallas. Además, se calculó las cantidades teóricas de concreto, con estas cantidades y con porcentaje de desperdicios el director de obra hizo los pedidos de concreto a MADCO.

Los planos estructurales fueron revisados constantemente para ver los cambios del acero de refuerzo de un piso a otro, y así los cambios no pasen desapercibidos, entre los cambios más frecuentes estuvieron el cambio de diámetro de las varillas a un diámetro menor, el paso de dovelas a malla, las longitudes de despiece de las varillas y el cambio de dos mallas 6 milímetros a una malla 7,5 milímetros.

Por otra parte, los planos arquitectónicos se usaron para calcular medidas con ayuda del AutoCad, como por ejemplo los metros lineales de los poyos de concreto en un apartamento, este cálculo se requirió en la elaboración de pre-actas de mano de obra. Otros cálculos realizados fueron el perímetro de la torre 3, el ancho de las puertas, el área de los pasillos, el perímetro interno de la torre 3, entre otros.

Así mismo, se usaron los planos sanitarios y eléctricos para hallar las cantidades teóricas de las tuberías y los accesorios, tanto de la tubería conduit, PE-AL-PE,

PVC y CPVC. Las tuberías PE-AL-PE, tubería de presión para el agua y la tubería conduit para la parte eléctrica iban embebidas en la losa maciza del piso de los apartamentos y/o en los muros estructurales mientras que la tubería sanitaria iba descolgada, es decir, que se ubicó debajo de la losa maciza y después se colocó una lámina de superboard de 6 mm para tapar de la vista esta tubería sanitaria.

Ilustración 32. Tubería sanitaria



6.10 REVISIÓN DE CANTIDADES DE OBRA SEGÚN PLANOS DE DISEÑO

En ocasiones una de las tareas del pasante fue verificar el espesor, longitud y separación de los muros estructurales, para esto se imprimió la planta de localización de elementos de borde y con el uso del flexómetro se verificó que se cumplan las distancias acotadas en el plano.

Este tipo de verificaciones se hicieron para ver si los obreros han realizado los elementos estructurales de las dimensiones que indican los planos, ya que no es suficiente con el control de calidad al concreto fresco si no que se debió verificar la calidad de los elementos estructurales ya fundidos, es decir, que se cumplan las dimensiones y ubicaciones de los muros estructurales, vigas, Caissons, losas macizas, etc. ya que todo esto obedece a un cálculo estructural y cambios en las ubicaciones o dimensiones de estos elementos puede llegar a ser perjudicial para el edificio porque valores como las derivas pueden dejar de cumplir con lo estipulado en la NSR-10.

Y con los distintos despieces de los elementos estructurales el pasante tuvo que verificar el diámetro del acero, medir longitudes de despiece y traslapos para ver si eran los mismos que están los planos estructurales, al mismo tiempo contar el número de varillas para ver si correspondía al número que se encuentra en los planos estructurales.

Este tipo de mediciones y verificaciones del acero de refuerzo se realizó debido a que muchos obreros no saben interpretar los planos y pueden cometer errores en las longitudes de despiece o diámetro de las mallas o varillas además al no contar con estudios relacionados con el concreto armado pueden no llegar a comprender la importancia de realizar en la obra las cosas tal cual se observan en los planos estructurales.

De igual manera, las verificaciones del acero de refuerzo y del concreto armado se realizaron porque ningún ser humano está exento de cometer errores, pero estos errores se deben hallar para poder corregirlos a tiempo para no poner en riesgo la vida de las personas que habitan en este tipo de edificios residenciales. Además, el personal de ingenieros y arquitectos cuentan con estudios universitarios para guiar y recibir los trabajos de los obreros.

Otra revisión de la cantidad de materiales se realizó con las distintas tuberías, aunque este control es menos riguroso al ser del tipo de inspección visual, por ende no fue necesario el uso del flexómetro, además en las instalaciones a tuberías debido al constante corte de tubos a las medidas requeridas es usual que se desperdicien retazos de tubería, por este motivo se controló la entrega de material a los maestros con las ordenes de material, este material es contado y entregado a los maestros por el almacenista.

6.11 SEGUIMIENTO Y CONTROL DE ACTIVIDADES DE OBRA. (ESTRUCTURALES, SANITARIAS, ELÉCTRICAS)

El pasante, durante el tiempo que estuvo en el cargo de asistente de dirección uno de sus deberes fue el seguimiento y control de todas las actividades de la obra del condominio Santa Mónica realizadas por cualquier maestro que estuviera trabajando en la obra ya que debió velar por el cumplimiento de las responsabilidades de los maestros, para que estas actividades se realicen de la mejor manera. Dicho seguimiento y control fue de vital importancia para la realización del presente trabajo escrito, para ello se llevó un registro fotográfico día a día de todo lo que acontecía en la obra del condominio Santa Mónica.

Una de los seguimientos más importantes de las actividades de la obra fue la verificación del acero de refuerzo colocado por los maestros, para esto el residente de obra con compañía del pasante verificaron que se cumpla con el recubrimiento libre y la ubicación del acero de refuerzo además de los diámetros y longitudes del refuerzo también fue importante que el acero este totalmente vertical para verificar esto se usaba un codal y un nivel de mano.

Ilustración 33. Colocación de escuadras y verificación de plomos en las mallas de los muros estructurales



Otro seguimiento y control de vital importancia en la obra fue a la actividad del armado de la formaleta metálica usada en los apartamentos debido a que en la obra se usó el sistema industrializado de formaletería metálica. Los controles a esta actividad fueron dos, uno verificación del nivel de la formaleta de la losa maciza y dos verificación del plomo de los muros estructurales.

Ilustración 34. Verificación de plomos de la formaleta



A continuación, se muestra como se hizo el control al sistema industrializado de formaleta metálica, el residente de obra verificó en primera instancia el plomo de los muros estructurales con el uso de una plomada, la otra verificación a la armada de la formaleta por parte del residente de obra fue al nivel o cota de la losa maciza para cumplir con la altura libre del muro estructural de 2,3 m, para esto se usó un nivel de plano, una mira y un nivel de mano, en caso de no cumplirse con la altura de 2,3 m se ajustó los gatos hasta cumplir con lo especificado en los planos estructurales.

Ilustración 35. Verificación y ajuste del nivel de la formaleta



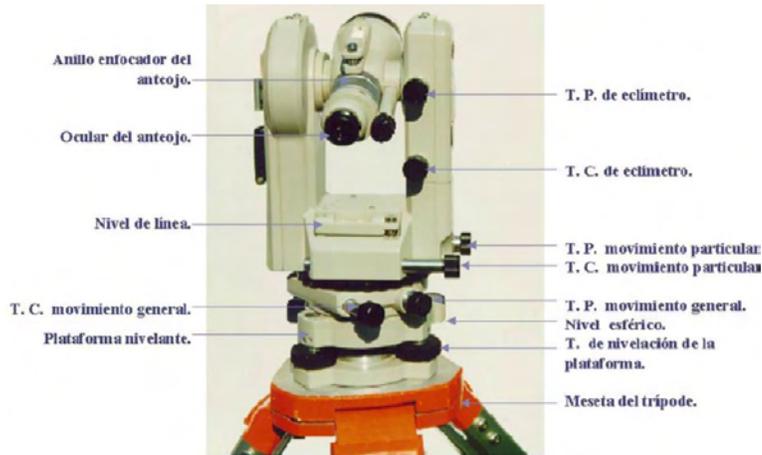
También fue importante realizar un seguimiento y control a la actividades que hizo el pinador ya que este junto con el residente de obra se encargaron de subir un eje en dirección X y un eje en dirección Y, por cada apartamento, para esto se hizo uso del teodolito, luego de marcar puntos como referencia se usaron estos para trazar con la cimbra unos ejes en la losa maciza de los apartamentos de la torre 3 y en total son 8 ejes marcados con la cimbra.

Luego de cimbrar los ejes en el piso de los apartamentos, se verificó con una escuadra metálica que los ejes que se cruzaban estén a 90 grados y por último se marcaron los ejes en los muros estructurales con ayuda de un codal metálico y un lápiz rojo para poder seguir subiendo los ejes a los demás pisos.

Con los ejes de referencia ya cimbrados en el piso de los apartamentos y con el uso de un flexómetro se marcaron puntos y se cimbró los muros estructurales en la losa maciza del piso de los apartamentos, luego el pinador taladró el concreto y colocó pedazos de grafil (pines) de 10 centímetros, cada 20 centímetros o dependiendo del ancho de los módulos. Después de acuerdo con la cimbra de los muros se amarró las varillas y las mallas que están por fuera de la cimbra.

En esta actividad a la hora de usar el teodolito, se verificó este nivelado tanto horizontalmente como verticalmente para esto se empleó el nivel de línea y el nivel esférico y que la burbuja que tienen estos niveles este lo más centrada posible luego de cimbrar se debió medir las distancias y ver que se cumpla con lo que está en los planos además de como ya se mencionó verificar con una escuadra metálica que estén a 90 grados.

Ilustración 36. Partes de un teodolito



Por último, se hizo un seguimiento y control a todas las actividades de acabados de la tercera torre del condominio Santa Mónica, por ejemplo cuando un maestro entregó el repello y estuco se recibió esta actividad mediante inspección visual garantizando que el producto terminado no presentó fisuras, ni estuvo cuarteado o que presentó algún desperfecto que se apreció a simple vista.

CONCLUSIONES

Los rendimientos de mano de obra solo son herramientas que se utilizan en la obra para la realización del cronograma, con este cronograma se puede controlar y organizar de mejor manera todas las actividades de la torre 3 pero esto no quiere decir que los rendimientos siempre se van a ver reflejados en la obra de forma precisa.

Otro aspecto, el cual observó el pasante acerca del rendimiento de las cuadrillas fue la importancia de la experiencia o la falta de esta por parte de los trabajadores, porque dentro del rendimiento de los trabajadores se miró reflejado la práctica y la experiencia adquirida en otras obras de características similares, por ejemplo los armadores que ya habían trabajado en edificios que emplearon el sistema industrializado de formaleta metálica, en general presentaron mejor desempeño que los obreros nuevos o que habían trabajado con otro sistema de formaleta.

Además de la experiencia y aptitudes del personal de obreros es de igual importancia el papel que desempeñó el personal de la obra con estudios universitarios, debido a que muchos de los obreros no están lo suficientemente capacitados para interpretar los planos estructurales, arquitectónicos, sanitarios, etc. Por tanto, fue necesario que el personal de la obra con estudios universitarios estuvieran continuamente dirigiendo y supervisando el trabajo realizado por los obreros, por ejemplo el avisar a la cuadrilla de amarradores del acero de refuerzo los cambios en longitudes y diámetros de las varillas, la eliminación de elementos de borde, el diámetro de las mallas, la dosificación del concreto, etc. De lo contrario muchas veces se tuvo que desarmar el acero de refuerzo y se colocó el acero nuevamente pero esta vez tal como indicó el despiece de los planos estructurales. Además el personal de obreros no manejó programas de cómputo como AutoCad por lo que en caso de necesitar alguna medida o corroborar alguna medida o despejar alguna inquietud se necesitó que sea el personal de arquitectos e ingenieros quienes despejen esas dudas usando programas de cómputo como lo es el AutoCad.

Así mismo, es de suma importancia el control de calidad en una obra de ingeniería civil, para esto se llevó a cabo distintos ensayos al concreto usado en la obra como son el ensayo de asentamiento y el ensayo de probetas cilíndricas.

El ensayo de probetas cilíndricas se realizó para verificar la resistencia a la compresión del concreto y que esta cumpla con las resistencias mínimas a la compresión que indican los planos, este control de calidad es muy importante en una obra civil por esto se debe cumplir con lo que especifica la norma NSR-10 y tomar un número de muestras que cumplan los requisitos mínimos de la norma.

En la obra se observó que no siempre una buena dosificación de la mezcla de concreto te garantiza cumplir con la resistencia mínima a la compresión, debido a

que esta resistencia se ve muy afectada cuando se presentan fuertes lluvias debido a que la mezcla se satura de agua-lluvia además esta actúa como una especie de lavado sobre la mezcla de concreto o también el mal uso de los vibradores o peor el no usar vibradores durante una fundición.

El ensayo de asentamiento da una idea de la cantidad de agua en la mezcla de concreto, este ensayo fue realizado para controlar la relación agua cemento porque una relación muy alta puede disminuir la resistencia máxima a la compresión y una relación muy baja puede significar la aparición de ratoneras aunque estas también aparecen por un mal vibrado, por esto en la obra se usó vibradores a gasolina y eléctricos, se debe hacer uso de uno u otro dependiendo de la saturación de acero(recubrimiento libre y espacio entre varillas de refuerzo) y del asentamiento requerido.

Por otro lado el control de calidad para el acero de refuerzo tanto las varillas, las mallas y la chipa se llevan a cabo por las órdenes de compra, al realizar pedidos con ciertas características a los proveedores además el almacén de la obra lleva un control del material usado el cual tiene que estar dentro de lo estipulado en el presupuesto de la torre 3.

El control de calidad en la obra del condominio Santa Mónica se debió a dos motivos, 1 cumplir con los requisitos de la NSR-10 y 2 cumplir con el plan de calidad, en el plan de calidad la constructora Rivas Mora Construcciones SAS se detallan la forma en que se deben de realizar las distintas actividades.

Además se usó la NSR-10 y textos académicos para obtener ecuaciones que correlacionaron la resistencia a la compresión a los 7 días que se halló mediante el ensayo de probetas cilíndricas y la resistencia a los 28 días que fue la usada para aceptar o no una fundición, esto fue debido a que no se pudo esperar 28 días para aceptar o no una fundición si no que se requirió aceptar o no la fundición lo más rápido posible.

También es importante recalcar que durante el tiempo que el pasante desempeñó el cargo de asistente de dirección se familiarizo con nuevas técnicas y tareas como es la realización de las pre-actas de mano de obra, estas pre-actas se realizó para llevar un control de las actividades realizadas por cada uno de los maestros contratistas también es necesario la verificación de las actividades para anotarlas en las pre-actas y verificar que se hayan realizado de la mejor manera estas actividades.

De acuerdo con estas actividades de las pre-actas se realizó las actas de mano de obra además en base a las actas y los contratos de los maestros con la constructora se realizan los pagos de las quincenas.

Por último, el pasante se dio cuenta de la importancia de la topografía en una obra civil ya que con las herramientas y técnicas de la topografía se referencian toda la obra además de que se llevan controles todos los días para verificar que la obra siga con la verticalidad que debería tener además de que se cumplan las medidas que están especificadas en los planos estructurales.

RECOMENDACIONES

Anotar en la bitácora, mensualmente la nivelación realizada a puntos fijos perimetrales de control de asentamiento vertical de la estructura al menos en cada vértice del edificio y observar a través del proceso de elevación de los pisos, cual ha sido el asentamiento uniforme o diferencial en el perímetro de sus vértices.

Disponer de una torre grúa agilizaría el izaje y armado de las formaletas metálicas ya que disminuir tiempo de ejecución es disminuir costos.

Contar con convenios con concretas o tener su propia planta de premezclado ya que no tendría inconveniente de incumplimiento de suministro de concreto premezclado.

Responsabilizar a un técnico o profesional que materialice en los planos las modificaciones que se presenta en el proceso constructivo tanto en las obras de infraestructura primarias como son: redes de acueducto, alcantarillado, energía, teléfonos y dentro de los planos de ejecución de obra reformas arquitectónicas o estructurales.

Elegir un líder que informe y mantenga un mejoramiento continuo en las actividades a cargo de cada grupo, manteniendo actualizado al personal en todas las actividades que competen a su trabajo como son salud ocupacional, seguridad industrial en el trabajo, control del medio ambiente con la afectación de residuos de la obra y control de calidad en cada una de las actividades a su cargo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA

BRICEÑO Z., Adriana P. Análisis y diseño de muros estructurales de concreto, considerando las experiencias de los terremotos de Chile 2010 y Nueva Zelanda 2011. 2013. 12-22 p. Trabajo de grado (Ingeniero civil). Universidad Católica Andrés Bello. Facultad de ingeniería.

SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. 4 ed. Santafé de Bogotá, D.C.: Bhandar Editores LTDA. 2000. 138-139 P. ISBN 958-9247-04-0.

SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. 4 ed. Santafé de Bogotá, D.C.: Bhandar Editores LTDA. 2000. 112-113 P. ISBN 958-9247-04-0.

Bureau Veritas {En línea}. {5 Julio de 2016} Disponible en: (http://www.bureauveritascertification.com.co/areas_actividad/calidad.php)

Canal construcción {En línea}. {10 Agosto de 2014} Disponible en: (<http://canalconstruccion.com/control-calidad-obras-construccion.html>)

Ingeniería Real {En línea}. {15 Septiembre de 2013} Disponible en: (<https://ingenieriareal.com/resistencia-del-concreto-a-los-28-dias/>)

MINVIVIENDA {En línea}. {10 julio de 2016} Disponible en: (<http://www.minvivienda.gov.co/mi-casa-ya>)

Revista Dinero {En línea}. {15 Septiembre de 2013} Disponible en: (<http://www.dinero.com/pais/articulo/dinamica-del-mercado-vivienda-colombia-para-2017/207399>)

Rivas Mora Construcciones SAS {En línea}. {10 julio de 2016} Disponible en: (<http://rivasmoraconstrucciones.com/index.php/nuestros-proyectos/proyectos-en-venta/condominio-santa-monica>)

Slideshare {En línea}. {10 diciembre de 2015} Disponible en: (<https://es.slideshare.net/joseantonioesteveztejeda/explicacion-sobre-muros-materiales-2>)

RS Formaleta Metálica LTDA {En línea}. {10 julio de 2014} Disponible en: (<http://www.rsformaletametalica.com.co/>)

Universidad del Rosario {En línea}. {15 Septiembre de 2016} Disponible en: (<http://www.urosario.edu.co/Universidad-Ciencia-Desarrollo/ur/Fasciculos->

Anteriores/Tomo-II-2007/Fasciculo-11/ur/La-evolucion-de-la-politica-de-vivienda-en-Colom/)