

Práctica empresarial como ingeniero de apoyo a la ejecución, seguimiento y control de la construcción del sistema estructural asociado al proyecto Palace Condominio ejecutado por la

Constructora Innova SAS

Yesmin Lorena Carvajal Suarez

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Civil

Director

Homer Armando Buelvas Moya

Maestría en Gerencia y Evaluación de Proyectos

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería Fisicomécanicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

Primero que todo, a Dios por ser mi guía en todo momento, darme las habilidades y fuerzas necesarias para afrontar cada reto que se presente en el camino, por siempre estar ahí en los momentos difíciles manifestándose mediante actos misericordiosos.

A mis padres Jaime y Elena que han sido mi motivación, quienes me han acompañado incondicionalmente en cada etapa de mi vida dándome su amor, evitando que desfallezca e impulsando cada uno de mis sueños.

A mis hermanos por estar apoyándome durante este camino, alentándome a seguir adelante, motivándome a cumplir cada una de mis metas propuestas. En especial mi hermano Helmer que ha sido mi ejemplo a seguir y apoyo incondicional en todos los ámbitos desde que inicie este proyecto.

A mis sobrinos que con sus risas y travesuras han alegrado mis días. A mi tía y nona que con su amor me dan vida para seguir. A mi cuñada Cindy que me ha apoyado en todo momento que lo he necesitado.

A Hunter y Lulu, mis bebés, que han llenado mi vida de amor y alegría.

A Vladimir, mi compañero de vida, que cada día me motiva a seguir adelante luchando por mis sueños, me ha brindado su amor, consejo y apoyo incondicional, siempre alentándome con sus palabras y sonrisas.

Esto es por ustedes, los amo.

Agradecimientos

A la universidad Industrial de Santander por permitirme cumplir el sueño de ser Ingeniera Civil de esta Alma Mater, que admiro demasiado, facilitándome los conocimientos que me forman como profesional.

Al director de trabajo de grado, el Ingeniero Homer Armando Buelvas, por confiar en mis capacidades, apoyarme con su entrega y conocimiento en este proyecto.

A mi amiga Danna por el apoyo brindado, por sus consejos, enseñanzas y compañía en este proceso, la quiero mucho. A todas esas personas que influyeron positivamente en mí y que fueron parte del proceso de aprendizaje y acompañamiento a lo largo de esta meta trazada, haciéndome pasar ratos agradables en nuestra Alma Mater.

A la constructora Innova SAS y a todo el personal que estuvo presente en el proyecto Palace Condominio por brindarme su cariño, comprensión, y confianza para desarrollar este proceso y los conocimientos que guían mis decisiones como profesional.

A las ingenieras María y Melissa por ser mis compañeras durante el desarrollo de este Proyecto, apoyándome y brindándome sus conocimientos y amistad, al igual que momentos irremplazables.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos	14
1.1 Objetivo General	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. Marco de referencia	15
2.1 Antecedentes	15
2.2 Marco conceptual.....	15
2.2.1 Construcciones verticales.....	15
2.2.2 Seguimiento y control	16
2.2.3 Acero de refuerzo.....	16
2.2.4 Cartilla de despieces	16
2.2.5 Cronograma de obra.....	17
2.2.6 Presupuesto	17
2.3 Marco legal	18
2.3.1 Constructora Innova SAS	18
2.3.2 Misión	18
2.3.3 Visión.....	18
3. Desarrollo de la práctica	18
3.1 Conocimiento de las instalaciones y asignación de tareas.....	19
3.2 Apoyar en la coordinación de compras, cantidades de material y recursos físicos asociados a los despieces de refuerzo del proyecto Palace Condominio	20

3.2.1 Control del Acero.....	21
3.2.1.1 Pedido	21
3.2.1.2 Transporte fuera de obra.	23
3.2.1.3 Almacenamiento y manejo en obra.....	23
3.2.1.4 Cartilla de despiece..	24
3.2.2 Control del Concreto.....	25
3.2.2.1 Cálculo y pedido	25
3.2.2.2 Transporte y control de llegada.....	26
3.2.2.3 Descargue y manejo en obra.	27
3.2.2.4 Elaboración de muestras.	28
3.2.3 Control de Casetón.....	28
3.2.3.1 Verificación de medidas y manejo en obra.....	29
3.2.3.2 Recopilación de medidas y manejo en obra.....	30
3.2.4 Control de formaleta y equipos.....	30
3.2.4.1 Inventario.	31
3.2.4.2 Cálculo de cantidades.	31
3.2.4.3 Movimientos entre obras.....	32
3.2.4.4 Alquiler y compra.	33
3.2.4.5 Seguimiento del alquiler.	35
3.3 Apoyar la planificación de actividades necesarias para el correcto desarrollo de los procesos constructivos estructurales realizados en el proyecto Palace Condominio.....	36
3.3.1 Actividades preliminares.	37
3.3.2 Cimentación.	38

3.3.3 Estructura.	39
3.4 Seguimiento y control del presupuesto a la ejecución de los componentes Acero y Concreto para el proyecto Palace Condominio.	42
3.4.1 Creación de Kardex para Acero y Concreto.	43
3.4.2 Control de facturas.	43
3.4.3 Presupuesto proyectado teniendo en cuenta el avance de obra.	44
4. Conclusiones	46
Referencias Bibliográficas	47
Apéndices.	49

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Control de mixer en obra.	27

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Ubicación del proyecto Palace Condominio.	19
Figura 2 Avance constructivo plasmado en el plano de Palace Condominio al inicio de la práctica.	20
Figura 3 Estructura de la cartilla de pedido de acero.	22
Figura 4 Transporte de acero reforzado para la obra Palace Condominio.	23
Figura 5 Esquema que representa el tiempo que transcurre entre la requisición y la utilización del material.	24
Figura 6 Toma de medidas en campo	26
Figura 7 Esquema del vibrado.	28
Figura 8 Instalación del casetón.	29
Figura 9 Formato de movimientos entre obras.	32
Figura 10 Esquema de la solicitud de pedido para compra.	34
Figura 11 Subdivisión de los frentes trabajados en el proyecto Palace Condominio.	37
Figura 12 Excavación Manual Frente III.	38
Figura 13 Instalación de Acero para Cimentación.	39
Figura 14 Instalación de Acero en Columnas.	40
Figura 15 Armado de placa.	41
Figura 16 Fundida de la Cimentación.	42

Lista de Apéndices**pág.**

Apéndice A. Cartilla de pedido realizada para una placa aligerada del proyecto Palace Condominio.....	49
Apéndice B. Cartilla de despiece elaborada para la placa seis del proyecto Palace Condominio.	49
Apéndice C. Solicitud de pedido realizada para una placa del proyecto Palace Condominio.....	49
Apéndice D. Memoria de cálculo recopilada de la verificación de medidas de casetón instalado en obra, realizada para una placa del proyecto Palace Condominio.....	49
Apéndice E. Formato de inventario para Formaleta y Equipos.	49
Apéndice F. Modulación realizada en obra.	49
Apéndice G. Solicitud de pedido para materiales de formaleta o equipos.	49
Apéndice H. Formato de seguimiento y control de material alquilado	49
Apéndice I. Programación de actividades realizada en obra por días.....	49
Apéndice J. Kardex de Acero.	49
Apéndice K. Kardex de Concreto.	49
Apéndice L. Proyección de Acero realizada con todos los elementos conformados por Acero utilizados en la obra Palace Condominio, para calcular el presupuesto con cantidades de obra..	49
Apéndice M. Proyección de Concreto realizada con todos los elementos conformados por concreto utilizados en la obra Palace Condominio, para calcular el presupuesto con cantidades de obra..	49

Resumen

Título: Práctica empresarial como ingeniero de apoyo a la ejecución, seguimiento y control de la construcción del sistema estructural asociado al proyecto Palace Condominio ejecutado por la Constructora Innova SAS*

Autor: Yesmin Lorena Carvajal Suarez**

Palabras Clave: Seguimiento y control, Control de materiales, Planeación de actividades, Procesos constructivos, Etapa estructural, Cartilla de despiece, Acero de refuerzo, Presupuesto.

Descripción: La estructura es la parte reticulada de una construcción, que desempeña el mismo papel que los sistemas óseos y muscular de los vertebrados al proveer resistencia y rigidez para que, junto con otros sistemas, se alcance un fin común de funcionamiento o servicio. Mediante este documento se presenta un registro de las actividades realizadas en la práctica empresarial como ingeniera de apoyo en la ejecución, seguimiento y control de la etapa estructural desde cimentación hasta el décimo piso del proyecto Palace Condominio, un edificio residencial ejecutado por la Constructora Innova SAS, cumpliendo funciones como planeaciones de actividades para el desarrollo de los procesos constructivos y manejo de personal, control de materiales y recursos físicos asociados al refuerzo de la estructura, elaboración de cartillas de despiece para instalación y verificación del acero de refuerzo en la obra cumpliendo los requisitos establecidos en el diseño, seguimiento del presupuesto asignado al área del acero y concreto ejecutado por la constructora. Con esta práctica se pudo evidenciar que realizar un seguimiento y control en cuanto a recursos físicos y procesos constructivos del componente estructura de la obra Palace Condominio minimizó los imprevistos que se pueden presentar en una construcción, mejorando la productividad y rendimiento del proyecto, sin generar gastos adicionales y retrasos en la construcción por material innecesarios o procesos mal ejecutados.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Ingeniería Civil. Director: Homer Armando Buelvas Moya. Maestría en Gerencia y Evaluación de Proyectos.

Abstract

Title: Business practice as an engineer supporting the execution, monitoring and control of the construction of the structural system associated with the Palace Condominium project executed by Constructora Innova SAS*

Author(s): Yesmin Lorena Carvajal Suarez**

Key Words: Monitoring and control, Control of materials, Planning of activities, Construction processes, Structural stage, Cutting booklet, Reinforcement steel, Budget.

Description: The structure is the cross-linked part of a construction, which plays the same role as the bone and muscular systems of vertebrates by providing strength and rigidity so that, together with other systems, a common goal of operation or service is achieved. This document presents a record of the activities carried out in business practice as a support engineer in the execution, monitoring and control of the structural stage from foundation to the tenth floor of the Palace Condominium project, a residential building executed by Constructora Innova SAS, fulfilling functions such as planning activities for the development of construction processes and personnel management, control of materials and physical resources associated with the reinforcement of the structure, preparation of cutting cards for installation and verification of reinforcing steel in the work complying with the requirements established in the design, monitoring of the budget assigned to the steel and concrete area executed by the construction company. With this practice it was possible to show that monitoring and control in terms of physical resources and construction processes of the Palace Condominium work minimized the unforeseen events that can occur in a construction, improving the productivity and performance of the project, without generating additional expenses and delays in construction due to unnecessary material or poorly executed processes.

* Degree Work

** School of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Civil Engineering. Director: Homer Armando Buelvas Moya. Master's Degree in Project Management and Evaluation.

Introducción

Parte de la ingeniería estructural se encarga de investigar, planificar, analizar, diseñar y construir los componentes que mantienen estable y funcional una estructura, proveen resistencia y rigidez para que, junto con otros sistemas, se alcance un fin común, por lo que el diseño y estudio previo de los planos estructurales es vital para el proceso de ejecución y el entendimiento de los procesos constructivos, estableciendo las dimensiones de los elementos que conforman la estructura y para cada uno de ellos se encuentra definido el acero de refuerzo, su configuración, espesor del recubrimiento, diámetro, longitud, ubicación y longitudes de los traslapes, distribución de flejes y separación entre ellos, etc.

Generalmente, cuando se realizan proyectos de gran complejidad, se requiere un gran número de recursos de mano de obra y materiales, sumado a una excelente organización para el correcto desarrollo, debido a que se deben implementar sistemas y procesos que permitan garantizar mayores niveles de calidad y seguridad, acorten los plazos de construcción y eviten el aumento de los costos en el proyecto, sobre todo en la parte de construcción de una estructura, donde es vital ejecutar cada componente según sus requisitos de diseño.

El presente documento, se describe las actividades realizadas durante la práctica empresarial como ingeniero de apoyo en el proyecto de la Constructora Innova SAS denominado Palace Condominio, ubicado en la ciudad de Bucaramanga, Santander. Mientras se ejecutó la etapa estructural desde la cimentación hasta el décimo piso, realizando la recopilación de datos del despiece estructural del acero de refuerzo definido por los planos de la edificación, para la elaboración de cartillas de despiece que facilitaron la operación de armado del refuerzo en obra cumpliendo los requisitos establecidos. Seguimiento y control de los costos asignados al

suministro del acero y concreto, Planificación de las actividades de obra necesarios para el correcto desarrollo de los procesos constructivos y apoyo en la coordinación del personal a cargo y cantidades de material necesario según las dimensiones de la estructura para la correcta ejecución de los procesos constructivos.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Realizar apoyo a la ejecución, seguimiento y control de la construcción del sistema estructural asociado al proyecto Palace Condominio ejecutado por la Constructora Innova SAS.

1.2 Objetivos Específicos

Apoyar en la coordinación de compras, cantidades de material y recursos físicos asociados a los despieces de refuerzo del proyecto Palace Condominio.

Apoyar la planificación de cronogramas de obra necesarios para el correcto desarrollo de los procesos constructivos estructurales realizados en el proyecto Palace Condominio.

Apoyar el seguimiento y control del presupuesto a la ejecución del componente estructural para el proyecto Palace Condominio ejecutado por la constructora Innova SAS.

2. Marco de referencia

En este capítulo se describen los conceptos y variables más importantes del desarrollo de la práctica en la Constructora Innova SAS.

2.1 Antecedentes

En la constructora Innova, al realizar el control del acero en obra para el proyecto Palace Condominio, se lleva un seguimiento del presupuesto que genera, acorde a lo establecido en los planos estructurales. Al saber la cantidad, designación y kilogramos de acero que se necesita, se realiza el control del presupuesto en obra, que estaría tentativo a cambios, ya sea por modificaciones en la estructura, como cambios en vigas, columnas, adición de refuerzos, o a las alzas económicas y distribución de la materia, donde dependería de los valores que se establezcan según el proveedor. También, al tener un control del acero en obra, ha permitido identificar tiempos de instalación o retrasos en las actividades desarrolladas que pueden afectar la ejecución del cronograma (Corzo, J.).

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Construcciones verticales

Son los tipos de proyectos que se ejecutan o realizan desde un punto del nivel del suelo hacia arriba rompiendo la ley de la gravedad, este tipo de construcciones pueden tener mejores beneficios ya que puede concentrar una mayor cantidad de personas u habitantes en un espacio menor ayudando a que las zonas urbanas se expandan hacia las zonas rurales. Estos tipos de obras o construcciones verticales se pueden diferenciar según los sectores (social, económico, productivo), pero también por sus acabados y/o tamaños aquí se incluyen viviendas, centros educativos, centros de salud o residencias de mayores (Saint-Gobain, n.d.).

2.2.2 Seguimiento y control

El procedimiento de Seguimiento y Control del Proyecto establece el conjunto de acciones que se llevarán a cabo para la comprobación de la correcta ejecución de las actividades del proyecto establecidas en la planificación de este. Su propósito es proporcionar un entendimiento del progreso del proyecto de forma que se puedan tomar las acciones correctivas apropiadas cuando la ejecución del proyecto se desvíe significativamente de su planificación (Sanz, 2019).

2.2.3 Acero de refuerzo

El acero de refuerzo en las estructuras de concreto tiene la función de atender las fuerzas de tracción que el concreto no está en capacidad de resistir por sí solo, adicionalmente restringe el desarrollo de grietas y mejora tanto su resistencia como su capacidad de deformación. El acero de refuerzo forma una armadura que queda embebida en el concreto para absorber y resistir los esfuerzos provocados por las diferentes cargas a las que se encuentra sometido, y adicionalmente controla las fisuras debidas a los cambios volumétricos por retracción y temperatura cuando se presenta el proceso del fraguado. Las barras, mallas y el alambre de acero, deben cumplir con las normas técnicas citadas en los documentos de referencia, además, los amarres, ensayos, despieces, doblados, traslapos y uniones deben cumplir los requisitos estipulados en el título C del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 (EPM, 2019).

2.2.4 Cartilla de despieces

Consiste en que toda la información que contiene el plano estructural sobre despiece de vigas, viguetas y riostras, se traslada a una cartilla de manera ordenada, donde se puede visualizar de una forma reducida y práctica todo lo que conforma una estructura. Además, de esta cartilla se realiza la revisión de una forma más ágil, permitiendo una rápida verificación del acero. La cartilla de despiece del acero de refuerzo se realiza a partir de la interpretación de los planos estructurales,

razón por la cual quien ejecuta esta labor, debe poseer capacidad para interpretar diversos aspectos relacionados con el diseño y construcción de las estructuras de concreto.

Resulta ventajoso que en esta etapa se verifiquen diversos aspectos tales como el diámetro del refuerzo, longitudes de corte o dobléz, cantidad de varillas y repetición de elementos, etc. (Manual del acero Gerdau Diaco para construcciones sismo resistentes, 2012).

2.2.5 Cronograma de obra

Un cronograma es la herramienta con la que estableceremos el calendario o plazos de una obra o proyecto. Es donde se define el calendario de ejecución del conjunto de actividades previstas. No es sólo la fecha de inicio y el plazo de ejecución, sino la programación de cada una de las partes que la componen.

El cronograma de obra por lo tanto se divide por partidas o elementos de ejecución, por oficios, por lo que es muy habitual apoyarse en el presupuesto y la medición para elaborarlo. Para saber la velocidad y el ritmo de cualquier obra el cronograma es una herramienta muy útil y fácil de implementar. Este calendario o un buen cronograma de obra es utilizado por los supervisores de la obra para realizar la programación semanal e iniciar los trabajos de nuevos conceptos en la semana indicada, y no antes ni después. (ARQUISEJOS, 2019).

2.2.6 Presupuesto

El presupuesto de un proyecto contempla todos los fondos autorizados para ejecutar el proyecto, determinar el presupuesto consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajos de cara a establecer una línea base de costos autorizada, el beneficio clave de este proceso es que determina la línea base de costos con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto, en algunos proyectos la estimación de

costos y la preparación del presupuesto en termino de costos están tan estrechamente ligadas que se consideran un solo proceso(PMI, 2017).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constructora Innova SAS

Somos una Empresa Constructora dedicada a crear, desarrollar y comercializar proyectos de construcción, Se trabaja con el compromiso de satisfacer las necesidades de nuestros clientes generando bienestar y calidad de vida.

2.3.2 Misión

Somos una empresa constructora dedicada a crear, desarrollar y comercializar proyectos de construcción, Se trabaja con el compromiso de satisfacer las necesidades de nuestros clientes generando bienestar y calidad de vida. Contamos con gente exitosa comprometida con la filosofía de aportar al desarrollo social, dentro de altos estándares de productividad y calidad.

2.3.3 Visión

Ser la empresa constructora más grande de Santander, consolidada y reconocida por ser una organización confiable y honesta, con proyectos de excelente calidad, mejorando continuamente los procesos y fortaleciendo la competencia del equipo humano.

3. Desarrollo de la práctica

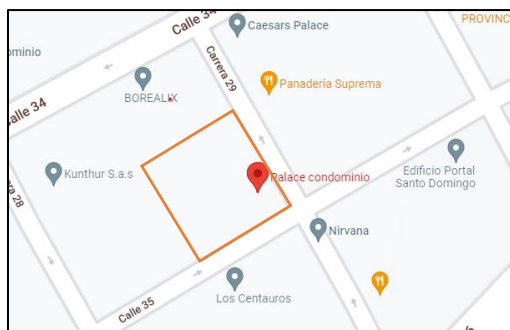
Durante el desarrollo de la práctica empresarial se manejó un proceso metodológico, adoptando conocimientos in situ de la ejecución estructural del proyecto Palace condominio con el fin de ampliar, reforzar y afianzar los conocimientos académicos.

3.1 Conocimiento de las instalaciones y asignación de tareas

La Constructora Innova SAS es una empresa Constructora dedicada a crear, desarrollar y comercializar proyectos de construcción, la cual requirió personal de apoyo para hacer seguimiento y control de uno de sus proyectos de desarrollo vertical que se encontraba en ejecución denominado Palace Condominio, ubicado en la calle 25 con carrera 29, en un terreno de 29,9m x 33m para un área total de 986.7 m² del barrio Aurora de la ciudad de Bucaramanga – Santander (Figura 1).

Figura 1

Ubicación del proyecto Palace Condominio.



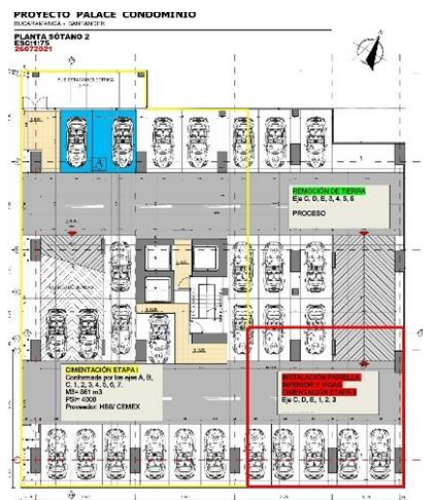
Nota. En la figura se observa la ubicación donde se encuentra el proyecto Palace Condominio, ejecutado por la Constructora Innova SAS. Adaptado de Google. (s.f.). <https://tinyurl.com/242wuhhx>.

Al iniciar la práctica, se hizo reconocimiento de las instalaciones del proyecto de construcción Palace Condominio. La obra se encontraba en la etapa 1 de edificación, estando completada la cimentación conformada por los ejes A, B, C, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (Zona Amarilla), mientras la cimentación comprendida entre los ejes C, D, E, 1, 2 y 3 se encontraba en la instalación de la parrilla inferior y vigas de cimentación (Zona Roja). En los ejes C, D, E, 3, 4, 5 y 6 se

encontraba en remoción de tierra (Zona verde) como se puede observar en la Figura 2. Este proyecto está financiado por el banco ITAU.

Figura 2

Avance constructivo plasmado en el plano de Palace Condominio al inicio de la práctica.



Nota. La figura representa las etapas que se trabajaron en el proyecto Palace Condominio al inicio de la práctica, como fue actividades preliminares, cimentación y estructura.

Se da bastante importancia al sistema de proveedores de los materiales, la herramienta y el equipo necesarios para las actividades realizadas. Mantener un control riguroso de todos los avances de la obra, así como de los diferentes recursos involucrados. Elaborar una programación de la obra basada en el plan general. Seguimiento y control del presupuesto asignado para acero y concreto requerido en la estructura e instalación de estos materiales en el sitio. También, se hizo reconocimiento del personal a cargo.

3.2 Apoyar en la coordinación de compras, cantidades de material y recursos físicos asociados a los despieces de refuerzo del proyecto Palace Condominio

La ejecución exitosa de un proyecto de construcción requiere que todos los recursos sean controlados de manera efectiva. Para esto se implementaron procesos que facilitaron la

coordinación de los materiales, evitando que ocurrieran retrasos en las entregas o afectaciones en las actividades realizadas

Dentro de los procesos resalta el control sistemático de los pedidos de acero y concreto, elaboración de cartillas de despiece para instalación y verificación en obra, verificación del casetón utilizado en losas aligeradas, y, administración y seguimiento del material de formaleta y equipos necesarios durante el desarrollo de los procesos constructivos. Para mejor el entendimiento se describirán a continuación los procesos realizados.

3.2.1 Control del Acero.

El acero de refuerzo es uno de los materiales esenciales en esta construcción, porque constituye el armazón del edificio, brindando estabilidad y resistencia. Se debe tener un control especial con este material para evitar que se presente oxidación, quiebres, deformaciones e imperfecciones que afecten su uso. Las barras, mallas, el alambre de acero, los amarres, despieces, traslajos y uniones deben cumplir los requisitos estipulados en el título C del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica ,2010).

3.2.1.1 Pedido. La coordinación de este material durante el transcurso de la práctica iniciaba con el apoyo al residente de la obra en la realización del pedido de acero, en base a los planos estructurales que establecían la distribución de barras para todos los elementos, su soporte, distribución y espaciamiento. Se recopilaba la información en el formato de pedido utilizado por la empresa, denominado “Cartilla de pedido” clasificando según su figuración (Recto, con doblez, flejes, ganchos o S), el elemento al que pertenece, la cantidad, designación, longitud, peso por varilla y peso total según la cantidad. En el caso de las que necesiten dobles se determina la medida al cual hacerlo y la longitud libre (Figura 3). Esta cartilla se nombra ascendentemente según el

orden de pedido y la ubicación de instalación. Luego, se realizaba la cotización con el proveedor estableciendo los precios unitarios y totales, para así determinar la fecha de llegada a obra teniendo en cuenta las actividades programadas. La solicitud se realiza quince días antes de la fecha de instalación, para que el área administrativa revise que no rebase al presupuesto de control y así, elaborar una solicitud dirigida al proveedor para iniciar la fabricación y aplicación de ensayos pertinentes como indica el título C de la norma NSR-10 (numeral C.3.5.10.2). Para todas las cartillas se realizaba este procedimiento.

Según lo anterior, el proceso de solicitud de obra consiste en:

- (I) Montar la cartilla de pedido con base a los planos del proyecto.
- (II) Realizar cotización con proveedores y confirmación de pedido.
- (III) Programación de fecha de llegada a obra.
- (IV) Envío de la solicitud a administración para iniciar proceso de compra y despacho.

Figura 3

Estructura de la cartilla de pedido de acero.

		PALACE CONDOMINIO				
		CARTILLA #57 PLACA P2 ADELANTE FRENTE (I)				
ACERO RECTO						
ELEMENTO	CANT	Nº DESIG	LONGITUD TOTAL VARILLA	LONGITUD TOTAL	KILOS	TOTAL KILOS
VIGA 1	5	7/8	9,10	45,5	139,23	643,52
	5		9,20	46,0	140,76	
	4		8,90	35,6	108,94	
	4		8,70	34,8	106,49	
VIGA A'-B'	11		4,40	48,4	148,10	

Nota. La figura representa una parte de la estructura que se maneja en la cartilla de pedido para el acero en el proyecto Palace Condominio.

En el Apéndice 1 se visualiza completamente la estructura para una cartilla de pedido realizada con base a los planos para una placa aligerada del proyecto Palace Condominio.

3.2.1.2 Transporte fuera de obra. Se debe transportar en camiones adecuados para llevar varillas largas hasta de 12 m, sin poner en peligro a otros vehículos que usan las vías. El vehículo debe usar las señales de precaución. El acero debe de ir en paquetes o atados debidamente rotulados, en el caso de barras rectas, deben ir separadas por diámetros y longitudes.

Figura 4

Transporte de acero reforzado para la obra Palace Condominio.

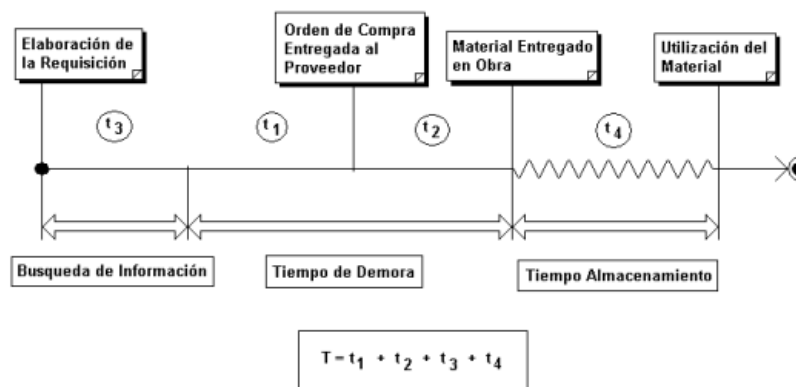


Nota. En la figura se observa el manejo que se le dio al acero del proyecto Palace Condominio para el transporte a obra.

3.2.1.3 Almacenamiento y manejo en obra. Una vez el acero llega a la construcción, se verifica con ayuda de la remisión dada por el proveedor, que la procedencia y grado del acero, la cantidad de barras, las longitudes y los diámetros sean los solicitados, y que estén libres de defectos. Luego, se almacena en un lugar cubierto y encerrado dentro de la obra por razones de seguridad y control. Se organiza separando las barras por diámetro y longitud, o por paquetes debidamente rotulados en el caso del figurado. Las mallas electrosoldadas se colocan aparte. Para el manejo dentro de la obra se utilizaban malacates, teniendo especial cuidado con el personal que se encuentra trabajando para evitar accidentes.

Figura 5

Esquema que representa el tiempo que transcurre entre la requisición y la utilización del material.



Nota. En la figura se observa el tiempo que transcurre entre la requisición y la utilización del material en una obra. Adaptado de Solís. R., Zaragoza, N. y González, A., 2009. <https://tinyurl.com/2bbnzaxt>.

3.2.1.4 Cartilla de despiece. Para efectuar la operación de armado del refuerzo de forma que se cumplan los requisitos establecidos en los planos que contienen el diseño estructural, se realiza la cartilla de despiece que es el recurso mediante el cual se elabora o configura la geometría de las barras para ser colocadas en el lugar establecido en el diseño (DIACO, 2012).

La cartilla de despiece del acero de refuerzo se realiza a partir de la interpretación de los planos estructurales, en donde se verifican diversos aspectos tales como el diámetro del refuerzo, longitudes, lugar de los traslapes, cantidad de varillas y repetición de elementos para su elaboración. Permitiendo que la instalación en obra sea más sencilla y acorde a las especificaciones del diseño. También, determinar inconsistencias o incongruencias que se puedan presentar.

En el Apéndice 2 se puede determinar la estructura completa de una cartilla de despiece realizada en el proyecto Palace Condominio. Cada cartilla se distribuía a los herreros tanto al de patio como al de placa. El herrero de patio con esta se encarga de llevar el seguimiento de las

salidas del material que ocurren desde el almacén a la placa, teniendo un control del material existente en almacén, evitando que haya desperdicios, entregas fuera de especificación o calidad deficiente. El herrero de placa por su parte se encarga de ubicar el acero en el sitio señalado por el plano de diseño, tomando como guía este despiece que le permite identificar el tipo de hierro, la manera como se deben colocar en el elemento estructural, su longitud, diámetro y en general todas las características estructurales, minimizando los errores en la instalación y cumpliendo con las especificaciones establecidas.

Para verificar el material instalado en obra, se toma como guía el despiece elaborado en la cartilla, y durante el desarrollo de los procesos constructivos, se realiza la comprobación del alineado del acero de acuerdo con los ejes trazados, la continuidad del acero, los ganchos, traslapes, dobleces de los estribos hacia adentro, los separadores para dar el recubrimiento especificado, los diámetros, la limpieza del acero para una buena adherencia con el concreto y los amarres con alambre en cada cruce de varilla. También, se comprueba que el acero esté asegurado firmemente para impedir su desplazamiento durante la colocación y vibrado.

3.2.2 Control del Concreto.

El concreto es por excelencia el material más utilizado en el mundo para la construcción de obras de infraestructura y edificación, se puede moldear en diferentes formas, es duradero y es el material de construcción más atractivo en términos de su resistencia a la compresión, ya que ofrece la mayor resistencia por costo unitario (CEMEX).

3.2.2.1 Cálculo y pedido. Para el control de este material en obra, fue necesario recopilar memorias de cálculo con las dimensiones de cada elemento estructural basadas en los planos, que luego se compararon con las medidas tomadas en campo, teniendo en cuenta la forma, longitud,

altura, ancho y profundidad. Con el fin de evitar excesos de material, que generaran desperdicios y aumentos en los costos del presupuesto establecido.

Teniendo las medidas establecidas de los elementos a fundir, se alimenta la solicitud de pedido que maneja la empresa, donde se establece el elemento, las dimensiones, fecha de fundida, proveedor, resistencia del concreto, y metraje cubico total necesario para el proceso. Se envía al departamento de compras el cual genera la orden de compra en función a lo señalado y le notifica al proveedor, con una autorización por escrito para que se realice el despacho cumpliendo con los términos estipulados. En el Apéndice 3 se puede observar el pedido realizado para una placa.

3.2.2.2 Transporte y control de llegada. El concreto se transporta desde la mezcladora hasta su ubicación final en la estructura, por medio de mixer que contienen hasta 8 m³ cada una, evitando exceder la hora y media desde el inicio del proceso hasta la hora del descargue, para no generar segregación o pérdida de materiales, garantizando la calidad desea para el concreto. Ya en obra, se maneja un control interno como se observa en la Tabla 1, donde se registra la hora de llegada del camión, placa, el metraje cubico que transporta, el número del precinto, el asentamiento obtenido, la hora en que inicio y finalizo el descargue.

Figura 6

Toma de medidas en campo.



Nota. En la figura se observa la toma de medidas que se realizaban en campo para verificación.

Tabla 1*Control de mixer en obra.*

Nº	HORA DE LLEGADA	PLACA VEH	INICIO DESCARGUE	FIN DESCARGUE	PRECINTO	M3	M3 ACUM
1	5:10	WFB 969	5:25	5:42	J5699	7,00	7,00
2	5:48	TTV 070	5:00	6:10	J5701	7,00	14,00
3	6:17	TAV 201	6:19	6:43	J5703	7,00	21,00
4	7:03	WFB 969	7:05	7:25	J5705	7,00	28,00
5	7:37	TTS 678	7:41	8:09	37788	8,00	36,00
6	8:34	TTV 292	8:47	8:50	J5707	8,00	44,00
7	8:00	TTV 070	8:58	9:11	J5709	7,00	51,00
8	9:13	TTT 773	9:19	9:30	37787	7,00	58,00
9	9:30	FST 058	9:38	9:52	J5712	7,00	65,00
10	10:07	TAV 201	10:11	10:25	J5713	7,00	72,00
11	10:28	TTV 292	10:31	10:50	J5714	7,00	79,00
12	11:00	SXS 385	11:08	11:08	J5716	6,00	85,00
TOTAL FUNDIDO							85,00

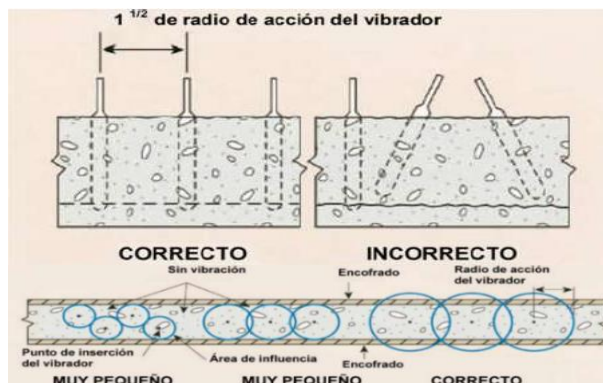
Nota. Esta tabla muestra el control que se realizaba de mixer en el proyecto Palace Condominio.

3.2.2.3 Descargue y manejo en obra. Como lo establece el numeral C.5.10.1 y el C.5.10.5 del título C de la norma NSR-10. El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación debido a su manipulación o desplazamiento y una vez iniciada la colocación del concreto, se efectúa una operación continua hasta terminar el llenado de la sección (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica ,2010).

Para el manejo en obra se emplea bombas con tubería que permiten transportar el concreto directamente desde el punto de descarga del camión hacia el encofrado. Se supervisa que se realice el vibrado a la sección, para evitar los vacíos que reducen la resistencia y durabilidad del concreto, al igual que perjudican la adherencia requerida entre el concreto y el acero de refuerzo. Luego del curado se mantenía húmedo el elemento estructural para lograr la resistencia a la abrasión y reducir la fisuración por retracción y porosidad.

Figura 7

Esquema del vibrado.



Nota. En la Figura 7 se puede observar un esquema de la correcta realización del vibrado durante la fundida para un elemento estructural y la liberación de vacíos. Adaptado de Vélez, A. C. <https://tinyurl.com/2axwl8kb>.

3.2.2.4 Elaboración de muestras. Para la toma de muestras, se tenía como guía la NTC 550, donde se establece el procedimiento para la realización de los cilindros en tres capas, aplicando 25 apisonados por capa, 10 a 15 golpes con martillo de caucho para liberar el aire naturalmente incluido y por último enrazar cortando la mezcla en la parte superior. Las muestras se marcan con la ubicación del elemento y fecha de fundido. Se deben ubicar en una superficie nivelada para su correcto curado, luego de 24 horas se desencofraban cuidadosamente y se pasaban a una pileta, donde se sumergen hasta que el agua tape completamente la muestra, esta se lavaba periódicamente adicionándole cal. Al cumplir el tiempo establecido se enviaban al laboratorio (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2000).

3.2.3 Control de Casetón.

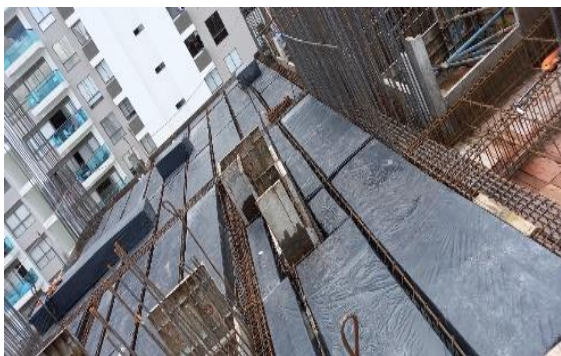
Las losas del proyecto Palace Condominio son losas aligeradas, formadas por un reticulado de vigas las cuales se vinculan por medio de las losas, donde se colocan en los intermedios de los

nervios estructurales casetones en este caso elaborados con Icopor, para generar el ahorro de un importante volumen de materiales (concreto y acero), reduciendo el peso muerto de la estructura y su costo. Estos son fabricados por una empresa externa, y permiten ser reutilizados durante el transcurso del proyecto.

3.2.3.1 Verificación de medidas y manejo en obra. Los casetones vienen en presentación de cubos de diferentes medidas que son cortados de acuerdo con la necesidad del proyecto. El contratista se encarga de fabricarlo e instalarlo en obra, por lo tanto, cuando el casetón se encuentra completamente instalado se verifica que los elementos estructurales como vigas, viguetas y riostras cumplan con las medidas establecidas y no se alteren con la instalación del material. También, se verifica que sujete de las piezas con pequeños tramos de alambre recocido durante el colado para evitar que se me muevan, la huella de paso sea en el centro de la pieza evitando el maltrato de las esquinas, que este colocada la cimbra de contacto y montadas las nervaduras, entre los huecos que genera el acero para colocar el casetón y el sistema está listo para realizar la fundida (Gómez, L. M. y Acero, J. P, 2018).

Figura 8

Instalación del casetón.



Nota. En la Figura se observa la instalación de casetón que se realiza para una placa del proyecto Palace Condominio.

3.2.3.2 Recopilación de medidas y manejo en obra. Se recopilan en una memoria de cálculo las medidas tomadas del casetón instalado, para calcular la cantidad total de metro lineal [m] utilizado en placa o rampa. Para el proyecto Palace Condominio se determinó que las placas de apartamentos usaban mayor cantidad de metros lineales a comparación de las placas de parqueadero o rampas por su estructura. Para una placa de parqueadero se requieren 668,43 m, placa de apartamentos 758,45 m y una rampa 53 m. En obra se manejaron dos juegos de casetón, cada juego se utilizaba para placa intermedia, dando un plazo de 8 a 10 días entre una a la otra para retirar el material.

En el Apéndice 4 se puede observar la composición de una memoria de cálculo realizada para una placa del proyecto Palace Condominio con el casetón instalado en obra.

3.2.3.3 Pago por el alquiler del material. Al tener el cálculo total de metros lineales [m] utilizados en la instalación del casetón, se alimenta el formato de solicitud de pago, con la cantidad total de material, el valor unitario y el costo total. Luego se envía al departamento de compras de la empresa, quienes se encargan de realizar el proceso de pago y desembolso de dinero.

3.2.4 Control de formaleta y equipos.

Cuando se trata de materiales en una obra es preciso considerar los diferentes procesos para lograr una buena administración del recurso, la suma de estos procesos conlleva a la optimización máxima de los recursos destinados para materiales, bien sea obteniendo mejores precios o disminuyendo las pérdidas de dinero causadas por el desperdicio de material (Almeida & Serrano, 2010).

Al iniciar la práctica se realizó una recolección de formaleta, instrumentos y equipos existentes en obra, clasificándolos por tipo, longitud y cantidad, con el fin de tener una guía del material con el cual se podía contar en el desarrollo de los procesos constructivos y realizar un

análisis del material faltante, permitiendo generar soluciones para su adquisición, ya fuera por alquiler o compra, evitando que se presenten retrasos en la programación de obra.

3.2.4.1 Inventario. Se maneja un formato general, en el cual se tiene un stock inicial que fue establecido con la cantidad de material encontrado en obra al realizar el conteo. Se registran las entradas y salidas de almacén, cuando se realizan movimientos de material. Al finalizar la semana, se tienen en cuenta estos movimientos para determinar el nuevo stock en obra. Se realiza inventario periódicamente para saber que material se encuentra en obra, si se presentan robos o daños, y así poder programar compras de los periodos siguientes y no llegar a comprar de más, o en su defecto detener la obra por falta de materiales.

Al llegar el material a la obra, se verifican sus especificaciones, precio, integridad y cantidad, de acuerdo con la orden de compra solicitada. Posteriormente, se registra la entrada a almacén, que es el movimiento donde se carga el material contado al inventario. La salida es importante en el proceso de control de materiales, por ser responsable de la ruta del material hasta el lugar de utilización; aquí es donde se autoriza y se controla el movimiento de material de la obra y a su vez se obtiene una base actualizada del inventario. En el Apéndice 5 se encuentra la estructura de este formato manejada en obra tanto para Formaleta como equipos.

3.2.4.2 Cálculo de cantidades. Un aspecto importante para la ejecución de un proyecto de construcción, son los planos que determinan los detalles constructivos y las especificaciones técnicas que permiten saber las características de los materiales y la cantidad necesaria para llevar a cabo el proyecto, esto para programar las fechas en la que se requiere el material para su utilización.

Con ayuda de las dimensiones establecidas en el diseño para cada uno de los elementos estructurales, se realizó una modulación en obra de los materiales necesarios en cada actividad

como por ejemplo para el armado de placa, entablado, encofrado de columnas, entre otras. Con el fin, de coordinar el material necesario en obra sin generar gastos innecesarios por exceso de material o retrasos por carecía de ellos. En el Apéndice 6 se encuentra la modulación realizada para las columnas del proyecto, donde determina el material total necesario por piso.

3.2.4.3 Movimientos entre obras. Debido a que la constructora tenía varios proyectos en ejecución, se compartían los materiales entre ellos. Por lo tanto, se procedió a manejar formatos de movimientos entre obras para controlar el material que salía de bodega, permitiendo saber qué tipo de material fue el que salió, quién lo solicitó y así llevar el control sobre la cantidad de material restante en obra. Estos movimientos también eran registrados en las entradas y salidas del inventario.

En el formato se indicaba el lugar de donde sale el material, el destino donde llegará, la fecha del movimiento, en descripción se especifica que elemento fue con cada uno de sus componentes que se envía, la cantidad que se moverá, la firma del encargado de la salida y cuando se recibe, firma el encargado de realizar la entrada.

Figura 9

Formato de movimientos entre obras.

				MOVIMIENTO EQUIPOS	
				DE	PALACE
				PARA	MASEPATI
				FECHA	20 - Sep - 21
MATERIAL					
ITEM	COD	DESCRIPCION	CANTIDAD	 ENTREGA	
1	V1	Vibrador Bosch	1		
LLEGADA					
ITEM	COD	DESCRIPCION	CANTIDAD	 RECIBIDO	
1	V1	Vibrador Bosch	1		

Nota. En la figura se observa el formato que se usó para el control de los movimientos de material que se realizaban entre las obras pertenecientes a la Constructora Innova SAS.

3.2.4.4 Alquiler y compra. Cuando se requería material que no se encontraba en la obra, se realizaba un análisis en el cual se determinaba que tan necesario iba a ser en el transcurso del proyecto y que rentabilidad generaría, para tomar una decisión factible entre alquilarlo o comprarlo.

Las compras se realizan buscando el punto de equilibrio entre el costo del pedido, el inventario y la tasa de consumo. En obra se tomaba la decisión de comprar cuando se trataba de materiales como chapetas, tensores, pines, que eran elementos que podrían dañarse en el transcurso de las actividades y no darían rentabilidad de alquiler porque tendrían que compensarse al proveedor. También, materiales como tableros metálicos, alineadores, parales se por ser elementos que se utilizarían hasta finalizar la estructura y un alquiler saldría muy costoso.

Para realizar esta solicitud, se realizaban cotizaciones con varios proveedores, logrando precios asequibles y calidad.

Una vez se concretaba la compra, se alimentaba una solicitud de compra de la siguiente manera:

- (I) Indicar el número de la solicitud, la fecha en que se realizó y la fecha de entrega en la cual se necesita el material en obra.
- (II) Establecer filtro (Compra o alquiler)
- (III) El nombre del proyecto donde se requiere el material.
- (IV) Proveedor, nombre del asesor con quien cotizo y la información de contacto.
- (V) El motivo por el cual realiza la solicitud o función que realizaran los elementos.
- (VI) Indicar el tipo de material, unidad y cantidad que se necesita.
- (VII) Determinar el valor unitario y valor total para luego calcular el valor a pagar con IVA incluido (Figura 10).

Figura 10

Esquema de la solicitud de pedido para compra.

SOLICITUD DE PEDIDO				N° 00003			
FECHA SOLICITUD:				FECHA DE ENTREGA:			
FILTRO		ALQUILER		PROYECTO:		PALACE	
PROVEEDOR		FORMADCOL		NOMBRE ASESOR		YANETH	
TELÉFONO		3138265981		EMAIL:		COMERCIAL1@FORMADCOL.COM	
LUGAR DE INSTALACION:		ASCENSORES S2					
N°	CODIGO	MATERIAL	UNO DE MEDIC	CAN	VALOR UNO	VALOR TOTAL	

Nota. En la figura se observa una parte de la estructura que conforma la solicitud de pedido para compra o alquiler de materiales que se utilizó en el proyecto Palace Condominio.

Luego, se envía al departamento de compras, quienes verifican la cantidad de material solicitado vs los pedidos anteriormente hechos del mismo tipo y el presupuesto de control establecido a fin de no sobrepasar el rubro proyectado para cada actividad. Seguidamente se realiza el proceso de compra para que el proveedor realice el despacho del producto.

El alquiler, se realiza para materiales como un demoledor rotativo, vibradores, aparatos que no posea la empresa y solo se requieran en instantes de tiempo o porque los pertenecientes a la obra se encuentran en mantenimiento. En el caso de material de formaleta como tableros metálicos o parales con medidas especiales, se solicita el alquiler para uso en ciertas especificaciones establecidas por el diseño, que no se repetirán en el transcurso del tiempo.

Al igual que en compras, se realiza una solicitud de pedido, en donde se cotiza con el proveedor y se hace la recopilación de información en el formato para luego ser enviado al departamento de compras, el cual se coloca en contacto con el proveedor y se realiza el despacho del producto. Cabe aclarar, que el pago se realiza según los días que estuvo el material en obra, algunos proveedores manejan pagos quincenales o mensuales, según sea el caso.

Es importante basarse en la programación de obra para realizar la solicitud del material, puesto que se debe tener en cuenta la fecha en la cual se inicia la utilización del material, el tiempo de consecución de este por parte del proveedor y la capacidad máxima de almacenaje dentro de la obra. En el Apéndice 7 se puede observar claramente las partes que conforman esta solicitud.

3.2.4.5 Seguimiento del alquiler. El costo de alquiler de materiales va estrechamente relacionado con el costo general del proyecto. Si no se realiza un seguimiento y control riguroso puede presentarse alzas en los costos establecidos a esta área, generando pérdidas difíciles de solventar. El valor total para pagar va directamente proporcional al número de días que permanezca el material en obra.

El proceso que se maneja para realizar este control es:

- (I) Clasificar los materiales que se encuentran en alquiler según el proveedor, teniendo en cuenta que algunas empresas manejan los pagos quincenales y otras mensuales.
- (II) Establecer la cantidad de cada material que se encuentre alquilado en la obra.
- (III) Ubicar el valor unitario por cada elemento y el valor por día de los elementos en conjunto.
- (IV) Indicar la fecha de ingreso y el número de días que ha permanecido el material en obra.
- (V) Calcular el valor total por los días transcurridos desde la llegada a obra, el valor semanal, y valor total a pagar hasta el día de corte. En el Apéndice 8 se observa el seguimiento realizado al material de alquiler para la obra Palace Condominio donde se aplica este procedimiento.

Para determinar el manejo que se daba a los materiales alquilados, se realizaron reuniones semanales en las cuales participaba el directo de obra, la ingeniera residente y la auxiliar, donde

se analizaba la planificación de actividades para definir cuales materiales finalizaban su función en los procesos constructivos y así realizar la entrega inmediata al proveedor evitando costos innecesarios, y cuales continuaban en alquiler.

3.3 Apoyar la planificación de actividades necesarias para el correcto desarrollo de los procesos constructivos estructurales realizados en el proyecto Palace Condominio.

La planificación de actividades para el desarrollo de la obra evita que se presenten retrasos en el desarrollo de los procesos constructivos, ocasionando gastos de recursos no necesarios, debido a que conforme pasa el tiempo, los costos de mano de obra, y los precios de los materiales y equipo se elevan (Rivera, 2015).

La ingeniera residente de la obra era la encargada de la etapa constructiva del proyecto y se basa en el diseño ya elaborado previamente para llevar a cabo la construcción. Debido a esto, durante la realización de la práctica como ingeniera de apoyo a la ingeniera residente, se tuvo que reportar los avances y la situación actual de la obra al director del proyecto. También, el proyecto está financiado por el banco ITAU, lo que requirió presentar especificaciones técnicas, planos y programa de trabajo de la obra para evaluaciones periódicas, observando si el avance del proyecto corresponde al planteado en el programa de trabajo.

Debido a que la práctica se desarrolló en la etapa constructiva de obra negra estructural del proyecto Palace Condominio, se trabajó una programación de obra basada en el plan general, la cual fue en semanas y su escala de tiempo variaba en un día o medios días. Esto para llevar un mejor control de la obra durante su desarrollo y optimizar el aprovechamiento de los materiales, del equipo y de la gente, con la finalidad de evitar tiempos perdidos, retrasos y omisiones de ciertas actividades importantes. El formato utilizado para el control de las actividades se puede encontrar en el Apéndice 9.

Para realizar la planeación de actividades en obra se identificaron los procesos constructivos necesarios en cada frente de trabajo y las actividades que conllevaban el cumplimiento de cada proceso, ordenándolas de tal manera que se logaran mayores rendimientos, permitiendo organizar a los diferentes recursos y mano de obra con la finalidad de evitar tiempos perdidos, retrasos y omisiones de ciertas actividades importantes.

Figura 11

Subdivisión de los frentes trabajados en el proyecto Palace Condominio.



Nota. En la figura se observa la subdivisión por etapas que se manejó para el desarrollo del proyecto Palace Condominio.

A continuación, se describen las actividades realizadas durante el desarrollo de la práctica para la ejecución de los procesos constructivos y el papel que cumplía la ingeniera de apoyo.

3.3.1 Actividades preliminares.

Este proceso se aplicó en el frente o etapa III del proyecto, en el cual se verificó las medidas reales del terreno cotejando con lo especificado en lo escriturado y en los planos. Se programó personal para realizar una limpieza del terreno por medio de una excavación mecánica y manual, para posteriormente hacer el trazo de los ejes de la obra, retirando los impedimentos físicos que

obstruían el terreno realizando demoliciones para al final, replantearse la zona según las especificaciones establecidas.

3.3.2 Cimentación.

La cimentación permite disponer de un conjunto de elementos con el fin de transmitir las cargas de un edificio al terreno. En el proyecto Palace Condominio se trabajó placa flotante como cimentación, que es una zapata corrida en dos direcciones, cubriendo toda el área debajo de la estructura, soportando todos los muros y columnas, se usa cuando la estructura a soportar es muy pesada o cuando las características de resistencia del terreno no son buenas (Stozitzky, C. y Prieto, J.M, 1989).

Figura 12

Excavación Manual Frente III.



Nota. En la figura se muestra la excavación manual que se realizó en el frente III del proyecto Palace Condominio.

Para este proceso se aplicó un solado de 3000 PSI, fundido con 16,75 m³, se realizó la instalación de acero de refuerzo para la parrilla inferior, vigas de cimentación, arranque de columnas y parrilla superior.

Figura 13

Instalación de Acero para Cimentación.



Nota. En la figura se muestra la instalación de acero que se realizó en la cimentación del proyecto Palace Condominio.

Por último, con supervisión de la ingeniera residente se realizó la toma de medidas en obra de la cimentación para luego fundirla. Para calcular la cantidad de material necesario en la fundida, se fundieron 1472,48 m³ de 4000 PSI mediante bombeo, siendo proveedor CEMEX/ HBS.

3.3.3 Estructura.

La estructura es la unión de varios elementos que proporcionan la estabilidad a una edificación. Palace Condominio es un proyecto con una estructura de concreto reforzado conformado por varios elementos como columnas, vigas, losas o placas aligeradas entre piso, estructurado con tres subterráneos para parqueaderos, en la primera planta se ubica el lobby y locales, en la plata 2 a los 5 parqueaderos aéreos, en la losa 6 a la 27 se configuran los apartamentos, siendo 7 por piso. Al final, se contará con dos losas completas y una media para lo que comprende la zona social del edificio.

Por lo tanto, el excelente desarrollo y seguimiento de los procesos certifican la estabilidad del edificio. Por esto la ingeniera de apoyo en seguimiento de la ingeniera residente verifica el desarrollo de las actividades garantizando la correcta ejecución de los procesos. Entre estas actividades están, la instalación de Acero para las vigas y columnas, donde se verifica la cimbra y el armado, la continuidad del acero, los ganchos, traslapos, dobleces de los estribos hacia adentro según lo marcado en las Normas Técnicas Complementarias.

También, los diámetros, la limpieza del acero para una buena adherencia y los amarres con alambre en cada cruce de varilla, el alineado del acero de acuerdo con los ejes trazados y los separadores para dar el recubrimiento especificado.

Figura 14

Instalación de Acero en Columnas.



Nota. En la figura se muestra la instalación de acero que se realizó en las columnas del proyecto Palace Condominio, tanto de recto como figurado.

El armado y encofrado de elementos estructurales se desarrolló siguiendo el numeral C.6 del título C (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica ,2010). Se realiza de acuerdo con la cimbra establecida, este debe ser resistente, rígido, estable y hermético evitando que pueda

pandearse, abultarse o moverse. Si la armazón se realiza de manera errónea puede presentarse desperdicios de material en la fundida o inconvenientes al removerlo cuando el concreto se haya endurecido. Se verifica que la modulación realizada para los elementos se cumpla satisfactoriamente, ya que el armado determina las dimensiones de los elementos fundidos.

Al momento de fundir los elementos el descargue de material no debe efectuarse desde gran altura (uno o dos metros como máximo en caída libre) procurando que su dirección sea vertical y evitando desplazamientos horizontales de la masa.

La colocación se efectúa por capas y se deben vibrar con el objetivo de causar una agitación entre las partículas de la mezcla para que, eliminada la fricción entre ellas las partes se ordenen y acomoden en todo el espacio de las formaletas y alrededor del acero de refuerzo y así el aire existente suba a la superficie (DIACO). En las losas debemos cuidar los niveles de colado para evitar alterar el espesor de la losa.

Figura 15

Armado de placa.



Nota. En la figura se muestra el armado de placa que se realizaba en el proyecto Palace Condominio.

Figura 16

Fundida de la Cimentación.



Nota. En la figura se muestra la instalación de acero que se realizó en la cimentación del proyecto Palace Condominio.

Para garantizar un correcto curado del concreto se mantiene humedad sobre la superficie fundida, para aumentar la resistencia a la abrasión, disminuir el riesgo de la fisuración o la retracción por secado y en general se mejoran los factores que harán durable al concreto. El retiro de la formaleta para los elementos estructurales se debe realizar mínimo diez días después de fundido.

3.4 Seguimiento y control del presupuesto a la ejecución de los componentes Acero y Concreto para el proyecto Palace Condominio.

Al diseñarse el proyecto Palace Condominio, se determinó un presupuesto que sería la base en la ejecución de los procesos constructivos. En este, los ítems que más costo generan son el Acero con el 20,53% y el Concreto con 9,46% de los costos directos, por ser los materiales principales para el desarrollo de la obra. Por esto la constructora solicito implementar metodologías de seguimiento y control en la etapa estructural de estos materiales. Para esto se

implementaron las siguientes metodologías que permitieron cumplir satisfactoriamente estas necesidades.

3.4.1 Creación de Kardex para Acero y Concreto.

El Kardex se considera un historial que permite llevar la trazabilidad del material según su utilización en obra. Para la elaboración del Kardex de Acero, se organizó la información por plantas del edificio, subdividiéndolo en Placa, Columnas, Rampa, Escaleras, se tuvo en cuenta la cartilla y numero de pedido, lugar de instalación, fecha y numero de facturación, proveedor, especificación, kilogramos facturados, precio unitario, valor de factura, Kilogramo total por cartilla, valor total de la cartilla, kilogramos y valor total por elementos, kilogramos totales por planta y valor total por planta. También, basado en el valor que se determinó para este material en el presupuesto general, se hizo seguimiento tanto del saldo disponible como el saldo acumulado según las compras realizadas. Se recopiló la información con ayuda de las cartillas de pedido, informes del departamento de compras y los planos estructurales.

En el Kardex de concreto, se tuvo una organización parecida que en el de Acero, exceptuando, que en este se tuvo en cuenta los metros cúbicos facturados, por elemento y total de cada planta, y PSI. La recopilación de los datos se hizo a partir de la información que se recolectaba en obra, al momento de cálculo de cantidades y fundidas, también con el control de mixer. Estos Kardex se alimentaban a medida que se realizaban las actividades en obra permitiendo ver la trazabilidad con respecto a estos materiales. Debido a la extensión del formato se ubicó en el Apéndice 10 y 11 para su observación y análisis.

3.4.2 Control de facturas.

El departamento de compras quincenalmente enviaba un informe general de las facturas pagadas durante el corte y el valor total gastado en cada ítem del presupuesto con el fin de ser

revisado en obra y verificado. Para facilitar este proceso, se filtraban las facturas pertenecientes al concreto y el acero, se alimentaban los Kardex con los números de facturación de cada pedido realizado por obra, y se subrayaban los pedidos que ya habían sido facturados, esto con el fin de realizar un seguimiento y si se presentara el caso que existieran pedidos a los cuales no se les iniciara proceso de pago siendo necesario, se notificaba a compras para que fuera tenido en cuenta.

3.4.3 Presupuesto proyectado teniendo en cuenta el avance de obra.

Cuando el proyecto Palace Condominio llegó a placa tipo, que es la placa guía donde el diseño estructural se repite consecutivamente en el transcurso de la construcción sin grandes variaciones en la estructura, en este caso es la placa 8 del proyecto, la constructora solicitó realizar un presupuesto basado en las cantidades y recursos trabajados en obra, para verificar que el presupuesto asignado a los ítems de acero y concreto cubra realmente la ejecución completa hasta finalizar estructura en cuanto a estos materiales, y no se presentaran gastos adicionales teniendo en cuenta que los precios de los materiales varían según la tendencia económica y disponibilidad.

Para realizar la proyección, se utilizó la información del Kardex en las primeras etapas del proyecto hasta llegar a la placa tipo, de la cual se tomó como base los datos de kilogramos de acero y metros cúbicos consumidos en obra, para proyectarlos en todas las placas con diseño estructural similar a esta. Para las placas siguientes donde la composición estructural varía con respecto a la placa tipo, se tuvo en cuenta las cantidades especificadas por los planos. Para finalizar, se tuvo en cuenta el valor unitario actual de cada material, el cual puede variar en el tiempo según la producción y disponibilidad del material, para así, calcular el valor total que se gastaría la ejecución hasta finalizar estructura

Una vez calculado este presupuesto se verifica con el valor establecido por el presupuesto general. En el Apéndice 12 y 13 se puede observar mejor este proceso realizado para el proyecto Palace Condominio.

En el formato, se puede verificar las diferencias de cantidades que ocurren entre la cantidad proyectada y cantidad real en obra. Al igual que, el valor disponible y acumulado con respecto al presupuesto proyectado. Para tener actualizado este presupuesto, se debe ir actualizando a medida que cambian los valores unitarios, ya sea para acero o concreto.

4. Conclusiones

Llevar un control sistemático desde la verificación de cantidades, compra y distribución de recursos en un proyecto de construcción tipo edificación, redujo tiempos muertos en el desarrollo de actividades y costos. Se logró apoyar el despiece de refuerzos de elementos en ejecución ganando tiempo de anticipación en su proceso.

Se comprobó que la planificación de cronogramas de obra a corto plazo mejoró el desarrollo de los procesos constructivos permitiendo administrar en forma efectiva tiempos, mano de obra, materiales, dinero y equipos, disminuyendo posibles problemas asociados en cada etapa del proyecto. Lo máximo que se presentó fue retrasos por temas climáticos que impedían continuar con las actividades programadas.

Realizar el seguimiento y control del presupuesto a la ejecución del componente estructural del proyecto Palace Condominio, permitió generar una trazabilidad en cada etapa ejecutada para establecer si los objetivos en función de la gestión del costo se estaban cumpliendo, identificándose que, para elementos estructurales de geometría y dimensiones iguales, había mayor consumo de materiales, lo que permitió tomar correcciones para evitar desperdicios de materiales.

Referencias Bibliográficas

- Almeyda, F. A. y Serrano, G. H. (2010). *Guía para la administración de los materiales de construcción aplicada a proyectos de ingeniería civil*. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1235/digital_19978.pdf?sequence=1
- Arredondo, D. M. (1995). *Construcción de un edificio de departamentos con recursos combinados* (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico de la Construcción, A.C, México. https://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/Arredondo_Ramirez_Darbelio_Mario_44596.pdf
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*, Tomo 2. Bogotá, Colombia.
- Colina, J. y Ramírez de Alba, H. (2000). La ingeniería estructural. *Ciencia Ergo Sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 7(2). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10401812.pdf>.
- Corzo, J. Cartilla para el ingeniero. 10 secretos para tener Éxito en la Construcción.
- Gómez, L. M. y Acero, J. P. (2018). *Formaletas aligeradas para losas de entrepisos (casetones) con un sistema de montaje plegable y modular*. Bogotá, Universidad la Gran Colombia. https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3338/Formaletas_aligeradas_para.pdf?sequence=1
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. (2000). *Norma Técnica Colombiana NTC 550*, Segunda Actualización. Bogotá. Colombia.

- Muños, H. (2012). *Planos estructurales planos y despieces. Manual del acero gerdau diaco para construcciones sismo resistentes.* Pag 54.
<https://www.gerdaudiaco.com/wpcontent/uploads/2020/02/ManualSismoresistencia-012.pdf>
- Rivera, V. M. (2015). *Programación, planificación y control de obras de infraestructura civil, en la república de Guatemala* (Tesis de pregrado). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/3615/1/V%C3%ADctor%20Manuel%20Rivera%20Esteban.pdf>
- SAOV. (2019). *Norma de construcción Acero de refuerzo.* EPM.
https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/NC_MN_OC07_07_Acero_de_refuerzo_compressed.pdf?ver=qHjouawJatPykibcHBRIog%3D%3D
- Solís. R., Zaragoza, N. y González, A. La administración de los materiales en la Construcción. *Revista Ingeniería*, 13(3). 2009. Pp 61-71.
https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen13/administracion_materiales.pdf
- Stozitzky, C. y Prieto, J.M. (1989). *Proceso constructivo en edificaciones.* Fondo nacional de formación profesional de la industria de la construcción, fic. SENA.
<https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/6864>.
- Vélez, A. C. *Transporte, colocación y curado del concreto en obra.*
<https://historico.cnsc.gov.co/index.php/guias-428-de-2016-grupo-de-entidades-del-orden-nacional/category/906-bibliografia-eje-f-30-infraestructura-fisica?download=16086:transporte-colocacion-y-curado-de-concreto-en-obra>

Apéndices

Apéndice A. Cartilla de pedido realizada para una placa aligerada del proyecto Palace Condominio.

Apéndice B. Cartilla de despiece elaborada para la placa seis del proyecto Palace Condominio.

Apéndice C. Solicitud de pedido realizada para una placa del proyecto Palace Condominio.

Apéndice D. Memoria de cálculo recopilada de la verificación de medidas de casetón instalado en obra, realizada para una placa del proyecto Palace Condominio.

Apéndice E. Formato de inventario para Formaleta y Equipos.

Apéndice F. Modulación realizada en obra.

Apéndice G. Solicitud de pedido para materiales de formaleta o equipos.

Apéndice H. Formato de seguimiento y control de material alquilado

Apéndice I. Programación de actividades realizada en obra por días.

Apéndice J. Kardex de Acero.

Apéndice K. Kardex de Concreto.

Apéndice L. Proyección de Acero realizada con todos los elementos conformados por Acero utilizados en la obra Palace Condominio, para calcular el presupuesto con cantidades de obra.

Apéndice M. Proyección de Concreto realizada con todos los elementos conformados por concreto utilizados en la obra Palace Condominio, para calcular el presupuesto con cantidades de obra.

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS