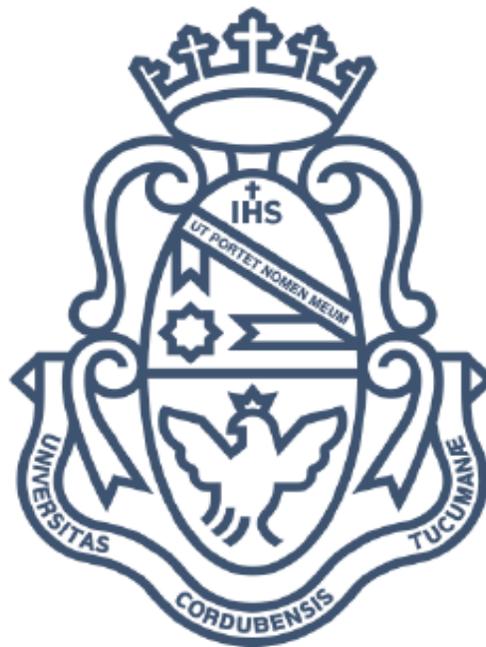




UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales



PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA
ASISTENCIA TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE
EDIFICIO EN ALTURA

Autor:

Tutor FCEFYN:

Supervisor Externo:

Empresa:

BUDD, Patricio Guido.

MGTR. ING. ARRANZ, Pablo.

ING. TRABUCCO, German.

Boetto y Buttigliengo Constructora

AÑO 2019

RESUMEN

El presente documento comprende el Informe Técnico Final de la Práctica Supervisada, en el que se describen las tareas realizadas por el alumno como asistente de Jefe de Obra, de una obra de arquitectura bajo la modalidad de pasantía rentada, dirigida de manera continua por profesionales y acompañada por personal de obra.

La Práctica Supervisada es una asignatura que forma parte del plan de estudio de la carrera de Ingeniería Civil, incluida en el segundo semestre del último año. La misma consiste en realizar un mínimo de 200 horas de práctica profesional en sectores productivos y/o de servicios o en proyectos desarrollados por la institución. Es de cumplimiento obligatorio. El trabajo desarrollado se completa con el Informe Técnico Final, el cual es de carácter analítico – científico, que constituye el marco de referencia teórico de la práctica profesional a realizar y de los resultados de su aplicación, elaboración y de conclusiones personales, relacionado con las incumbencias profesionales e integrador de los conocimientos adquiridos, que debe realizar y presentar todo alumno para obtener el grado de Ingeniero Civil.

Se designó como tutor interno al Ingeniero Pablo Arranz, perteneciente al Departamento de Ingeniería Económica y legal de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.

Las tareas realizadas en la Práctica Supervisada se llevaron a cabo bajo la responsabilidad del tutor externo Ingeniero German Trabucco, con la participación del Arquitecto Martin Hazebrouck.

Durante el desarrollo de la Práctica Supervisada, el Alumno participó como auxiliar de Jefe de Obra, principalmente en el control y supervisión de las siguientes actividades: Realización de mamposterías, encofrados, armado de hierros, hormigonado, revoques, colocación de pases en losas y vigas. Además participó en el diseño de las instalaciones sanitarias: cloacales, pluviales y bajadas de agua; en el cómputo de hierros y hormigón a ser utilizados en la estructura de la obra. El autor de este Informe también estuvo en contacto con aspectos generales relacionados a la obra, tales como la seguridad e higiene, organización del obrador, uso y mantenimiento de máquinas y herramientas, manejo del personal obrero, etc.

Para poder participar activamente en las tareas como auxiliar de Jefe de Obra, el Alumno

debió realizar el estudio y análisis del Pliego de Especificaciones Técnicas y de los Planos del Proyecto de la Obra, lo que le permitió analizar los distintos procesos constructivos y posteriormente verificar la correcta interpretación de la documentación técnica.

Para finalizar, se muestran las conclusiones a las que arribó el autor al finalizar el trabajo, y se explica la importancia de la Práctica Supervisada en el proceso de aprendizaje del Alumno.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION.....	8
2. PRÁCTICA SUPERVISADA	9
2.1. Descripción de la Práctica Supervisada.....	9
2.2. Plan de actividades	9
2.3. Objetivos	10
3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA MAIPU 37.....	12
3.1. Introducción.....	12
3.2. Ubicación de la obra.....	12
3.3. Descripción del Edificio	13
3.4. Situación del edificio al inicio de la Pasantía	14
4. LA OBRA Y LAS TAREAS DESARROLLADAS	18
4.1. Introducción.....	18
4.2. Tareas ejecutadas durante el desarrollo de la PS	18
4.2.1 Estudio de la documentación de obra	18
4.2.2. Albañilería.....	19
4.2.3. Encofrados.....	21
4.2.4. Armado y pedido de hierros	30
4.2.5. Hormigonado	38
4.2.6. Fundaciones.	40
4.2.7. Losa de Subsuelo	44
4.2.8. Impermeabilizaciones	47
4.2.9. Refuerzos de Columnas.....	49
4.2.10. Instalaciones.....	55
4.2.11. Pintura de Cocheras	55
4.2.12. Tareas Administrativas.....	57
5. ANALISIS Y EVALUACION DEL PLAN DE AVANCE DE LA OBRA.....	59
5.1. Introducción.....	59
5.2. Conceptos Generales a Incorporar.....	59
5.2.1. Plan de Avance.....	59
5.2.2. Diagrama de Gantt.....	59

5.2.3. Conceptos del Sistema del Camino Crítico (CPM)	60
5.2.4. Curva de Inversión	61
5.2.5. Flujo de Caja	61
5.3. Planificación y Avance de la Obra	61
5.3.1. Diagrama de Gantt de la planificación	62
5.4. Causas principales y secundarias de atrasos	62
6. CONCLUSIONES	65
6.1. Introducción	65
6.2. Conclusiones respecto de la Experiencia de Obra	65
6.3. Conclusiones como Profesional	66
7. BIBLIOGRAFIA	67
8. ANEXOS	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Ubicación Satelital del Edificio.	12
Figura 3.2: Fotografía Satelital con la Ubicación del Edificio.	13
Figura 3.3: Ilustración 3D del Edificio.	14
Figura 3.4: Ilustración 3D del Edificio.	14
Figura 3.5: Fotografía de la estructura a los pocos días de iniciada la pasantía.	15
Figura 3.6: Fotografía de la estructura a los pocos días de iniciada la pasantía.	16
Figura 3.7: Fotografía de los escombros, producto del desmoronamiento.	17
Figura 4.1: Vista de las dos mamposterías.	20
Figura 4.2: Equipo de izado para los materiales.	20
Figura 4.3: Datos de Hormigón para el replanteo de la columna.	21
Figura 4.4: Comienzo del armado del Encofrado de una Columna.	22
Figura 4.5: Encofrado de Columnas.	23
Figura 4.6: Detalle de ataduras de alambres con cuñas.	23
Figura 4.7: Aros de Cintura.	23
Figura 4.8: Flechado de las Columnas Medianeras.	24
Figura 4.9: Encofrado de losa.	25
Figura 4.10: Detalle de terminación borde de losa.	26
Figura 4.11: Tableros de encofrados de losas.	26
Figura 4.12: Encofrado de tabiques.	27
Figura 4.13: Encofrado de Tabiques en Subsuelo.	28
Figura 4.14: Encofrado de Viga Colgada.	28
Figura 4.15: Encofrado Rebalsado.	30
Figura 4.16: Cómputo de Armadura y Hormigón.	31
Figura 4.17: Fotografía de la zona de acopio.	32
Figura 4.18: Fotografía de los bancos de doblado de hierro.	33
Figura 4.19: Acopio de los hierros ya doblados.	34
Figura 4.20: Fotografía de columna con dado de hormigón realizado y estribada.	35
Figura 4.21: Armado de los pórticos.	36
Figura 4.22: Losa Armada, con nervios y malla sima.	37
Figura 4.23: Personal trabajando en el hormigonado de la losa.	39
Figura 4.24: Cortado del Hormigon con regla.	39

Figura 4.25: Aplicación del palón en losa de cochera.	40
Figura 4.26: Colocación de armadura, para el hormigonado de tabiques.....	41
Figura 4.27: Cajón de madera y armadura de la zapata.	42
Figura 4.28: Zapata armada, lista para hormigonar.....	42
Figura 4.29: Mixer ubicado en la edificación vecina.	43
Figura 4.30: Vertido del Hormigon.	44
Figura 4.31: Vibrado del Hormigon.	44
Figura 4.32: Bobcat realizando la limpieza del subsuelo.....	45
Figura 4.33: Armadura colocada, para el homigonado de losa de subsuelo.	46
Figura 4.34: Medida de niveles y colocaciones de reglas.....	46
Figura 4.35: Medida de niveles y colocaciones de reglas.....	47
Figura 4.36: Impermeabilización del Subsuelo.....	48
Figura 4.37: Impermeabilización de la terraza.....	49
Figura 4.38: Columna picada con hierros a la vista.....	50
Figura 4.39: Operarios realizando los anclajes.	51
Figura 4.40: Columna con los anclajes terminados.....	51
Figura 4.41: Columna armada.	52
Figura 4.42: Columna encofrada.....	52
Figura 4.43: Hormigonado de la columna.	53
Figura 4.44: Media columna terminada.....	53
Figura 4.45: Hormigonado de la parte superior de la columna.....	54
Figura 4.46: Cochera con la pintura terminada.	56

1. INTRODUCCION

El Informe Final, elaborado por el alumno a partir de la labor realizada en la Asistencia Técnica durante la construcción de un edificio en altura, estará conformado por cuatro ejes principales.

En primera instancia se explicita el Marco de desarrollo de la Práctica Supervisada, exponiendo el marco teórico en que se encuadra la actividad exigida por la cátedra, los objetivos planteados, el ámbito laboral donde se desempeña el alumno y las actividades que desarrolla en lo que dura el régimen de práctica supervisada.

Luego, se plantean las actividades en las que participó el alumno en la asistencia durante la ejecución del Edificio Maipú 37. Se describe en términos generales el proyecto desarrollado por la empresa y luego se abordan en detalle las actividades en las que participó el alumno controlando la ejecución de determinados ítems de esta etapa del avance de obra.

A continuación se desarrollan conceptos generales a tener en cuenta para un plan de avance de obra, desde su planificación inicial, incluyendo problemas y aspectos necesarios para la evaluación de los tiempos en que se ejecuta una obra, en este caso no teniendo en cuenta los valores monetarios en el análisis.

Finalmente, se exponen las Conclusiones a que llega el alumno, luego de realizar el análisis descriptivo y experimental de toda la actividad durante la elaboración de este Informe Técnico.

2. PRÁCTICA SUPERVISADA

2.1. Descripción de la Práctica Supervisada

El presente informe es el resultado de los trabajos realizados durante la Práctica Supervisada (PS) del alumno Budd, Patricio Guido para cumplimentar con los requerimientos para obtener el título de Ingeniero Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

La Práctica Supervisada (PS) fue desarrollada en la empresa Boetto y Buttigliengo S.A. durante los meses de Octubre a Diciembre de 2018, asistiendo al Ing. German Trabucco, durante la construcción del edificio Maipú. El alumno concurre a la obra de lunes a viernes en el horario de 8:30 a 12:30 horas.

Los tutores designados para el seguimiento del alumno durante la ejecución de la Práctica Supervisada, fueron el Mag. Ing. Pablo Arranz por parte de la Universidad Nacional de Córdoba y el Ing. German Trabucco por parte de la empresa Boetto y Buttigliengo S.A.

2.2. Plan de actividades

El alumno asistía a la obra diariamente y se ponía en contacto con el encargado para definir las tareas a llevar a cabo en dicha jornada; las mismas buscaban cumplir con los plazos previamente proyectados en el Plan de Avance de Obra.

El personal que estaba en obra ya tenía tareas asignadas por día, dividiéndose por cuadrillas, excepto en eventuales casos en los que haya ocurrido algún inconveniente.

A su vez el alumno, controlaba diariamente que se realizaran las tareas por piso, que se respetaran las dimensiones marcadas en los planos, que se ejecutaran las armaduras de elementos estructurales siguiendo los planos de detalles, que se respetara la verticalidad y el nivel de los diferentes elementos estructurales y que se ejecutaran las tareas siguiendo las buenas normas de la construcción entre otras. Para ello resultaba fundamental recurrir a los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera y sumarle el aprendizaje diario del contacto con los obreros y el personal de obra. En este contexto fue de suma utilidad la experiencia transmitida por parte del capataz de obra, el Ing. Trabucco encargado de obra y el Arquitecto Martin Hazebrouck.

Las principales actividades desarrolladas por el alumno fueron: La interpretación de planos, el control constante y la supervisión del personal de obra, el control de documentación técnica y una especial atención a los elementos de Seguridad brindados por el encargado de la misma, Técnico en Higiene y Seguridad. Siendo de suma importancia la interacción diaria con los obreros para poder interpretar fielmente lo dispuesto en los planos y representar el contenido de los mismos en la realidad de manera segura.

También era competencia del alumno recibir a personas ajenas a la obra cuando el encargado no estuviera presente; en este marco le correspondía tratar con subcontratistas, los pedidos realizados para la obra y verificar que lo que llegaba estaba en condiciones, que era lo que se pedía y la cantidad necesaria.

2.3. Objetivos

Objetivos Generales:

Se han planteado en el desarrollo de la práctica los siguientes objetivos profesionales:

- Interacción permanente con un grupo de profesionales afines a la Ingeniería. En este sentido, se prevé la integración del Practicante a un grupo de trabajo conformado por diferentes profesionales y técnicos.
- Desarrollo personal y profesional en un ámbito de trabajo cotidiano. Se prevé que el Practicante logre principalmente, comprender la importancia de la correlación entre desarrollo personal y desarrollo profesional durante la actividad de trabajo.
- Aplicar y profundizar los conceptos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil. Este objetivo apunta a que el alumno integre los conceptos adquiridos durante el cursado de su carrera.
- Conocer, interpretar y confeccionar todo tipo de documentación requerida (planos, informes técnicos, planillas, etc.) correspondientes a obras de arquitectura e ingeniería.

Objetivos Específicos:

Para alcanzar los objetivos planteados, el estudiante deberá ser capaz de:

- Leer, analizar e interpretar planos, informes y antecedentes.
- Desarrollar de manera correcta y clara, un plan de avance de obra, logrando la armónica interacción de los distintos ítems que integran la obra de arquitectura.
- Manejar con fluidez aquellos aspectos relacionados a los procesos constructivos de una obra de arquitectura.
- Conocer aquellos aspectos relevantes relacionados con la higiene y seguridad en el trabajo realizado en la obra.
- Saber transmitir las indicaciones necesarias para la correcta ejecución de los elementos que conforman una obra de arquitectura.
- Lograr discutir con los profesionales que participan en el mismo proyecto los resultados obtenidos.
- Conocer las normativas vigentes en el país y su implementación en obra.
- Comprender las responsabilidades que conlleva el desarrollo de la actividad y toda decisión tomada en cada paso de una obra en construcción.

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA MAIPU 37

3.1. Introducción

En este capítulo se presenta la ubicación del edificio, se describen los elementos y partes componentes del mismo. Además, se incluyen conceptos relevantes para poder interpretar de manera correcta las tareas realizadas.

3.2. Ubicación de la obra

La obra de arquitectura, objeto de esta Práctica Supervisada, comprende un edificio de Oficinas, ubicado en la Av. Maipú 37 (entre las calles Rosario de Santa Fe y 25 de mayo) del barrio Centro en la Ciudad de Córdoba.

El edificio está emplazado en un terreno de aproximadamente 680 m² y cuenta con un total de 11 pisos en altura y dos correspondientes a subsuelo.

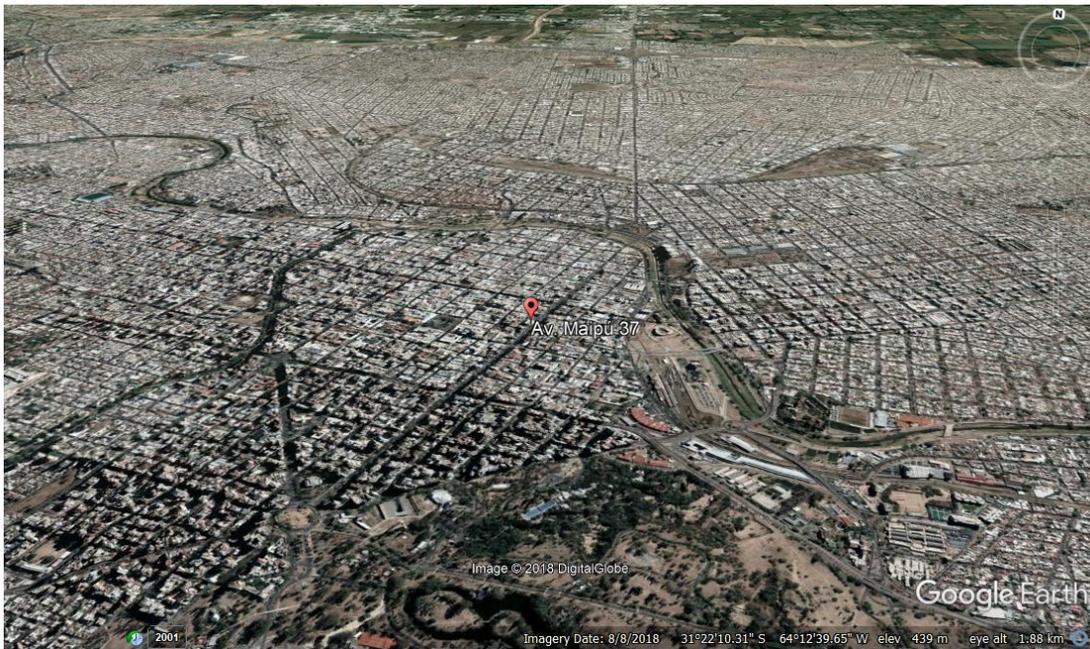


Figura 3.1: Ubicación Satelital del Edificio.

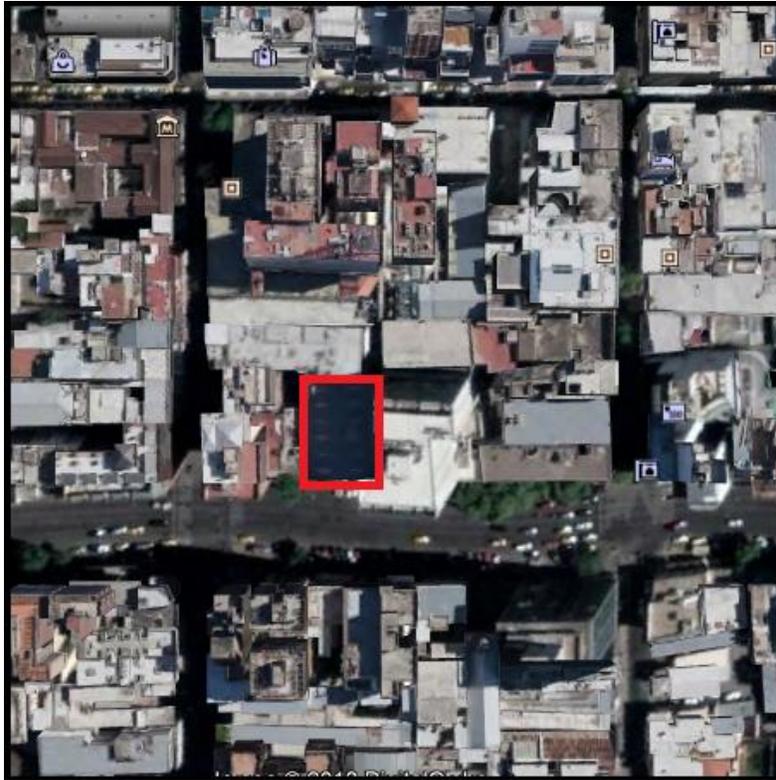


Figura 3.2: Fotografía Satelital con la Ubicación del Edificio.

3.3. Descripción del Edificio

El edificio en altura que se describe, está dividido en dos bloques estructurales separado por una junta constructiva, un bloque delantero y un bloque trasero. La división entre ambos bloques no es muy visible desde el subsuelo -2 al segundo piso, ya que la junta constructiva tiene un espesor de 5 cm., pero si es visible a partir del tercero, ya que la estructura de Hormigón continua hasta el décimo primer piso en la parte delantera, mientras que la parte trasera, continua hasta el décimo primer piso pero con una estructura metálica.

Como ya se mencionó el edificio cuenta con dos pisos en subsuelo, los cuales están destinados al uso de cocheras. La planta baja cuenta con un local comercial y el resto de la superficie está destinada al uso de cocheras. En el primer y segundo piso se continúa con el uso de cocheras. Mientras que desde el tercer piso hasta el décimo primer piso, se encuentran las oficinas en la parte delantera del edificio.

Las oficinas están diseñadas en planta libre, proyectadas con una posible división flexible de 4 oficinas por piso, en caso que se desee realizarlo. En la parte trasera de la obra se encuentra la estructura metálica, destinada a los servicios sanitarios de oficinas de cada piso. Esta estructura comienza en el tercer piso y finaliza en el décimo primer piso.

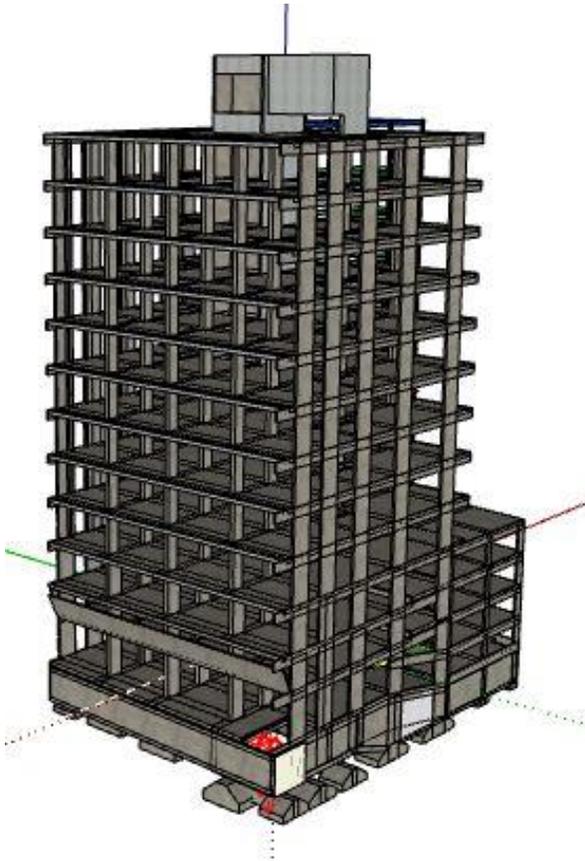


Figura 3.3: Ilustración 3D del Edificio.

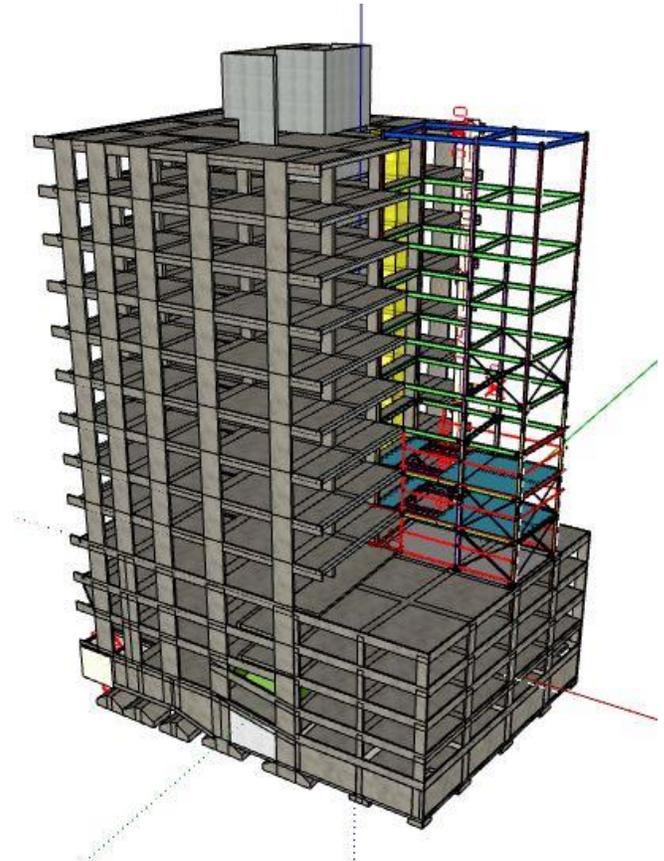


Figura 3.4: Ilustración 3D del Edificio

3.4. Situación del edificio al inicio de la Pasantía

En el momento en el que el alumno inicio la Pasantía, la parte trasera de la obra estaba construida hasta la losa sobre segundo piso, el cual es el último nivel de la estructura de Hormigón de esta parte. Mientras que en la parte delantera, se estaba trabajando en el encofrado y armado de la losa sobre planta baja, para su posterior hormigonado.

Si bien en la Figura 3.5 se ve un operario hormigonado, lo que se busca mostrar es el

avance de la obra. Se puede observar en la imagen, la estructura de la parte trasera construida hasta la losa sobre segundo piso. Y en la parte delantera (de donde se toma la fotografía), se observa el encofrado de la losa sobre planta baja.



Figura 3.5: Fotografía de la estructura a los pocos días de iniciada la pasantía.

Sin embargo en la Figura 3.6 se puede observar que no hay continuidad entre las dos estructuras, esto se debe a que se produjo un desmoronamiento de la construcción vecina. En la figura 3.7 se muestra como se doblaron los hierros y los escombros acumulados, producto de este desmoronamiento.

El desmoronamiento se produjo finalizando los trabajos de excavación de la base que se encontraba en ese lugar. Se desmoronó un macizo de tierra que soportaba la fundación del muro medianero sur.

Simultáneamente en la casa vecina, con la que se comparte la medianera, se iniciaron tareas de demolición de la construcción existente. Se inició con la extracción de todo aquello que tuviera valor (sanitarios, ventanas, puertas, etc.) y posteriormente con la demolición de cargas de techos y losas.

La parte afectada del muro tiene una longitud de 10 m. y una altura total de 8.50 m. estando constituida por una base de hormigón ciclópeo de ancho de 0.60 m. por 1 m. de altura y mampostería de ladrillo común.

Ocurrido el desmoronamiento de tierra y a efectos de que el muro cuyo colapso era inminente, para que fuera controlado se procedió a:

1. Demoler la pared y su fundación de manera de eliminar el riesgo de un desmoronamiento.
2. Proceder a derrumbar las partes de la casa que significaran un riesgo potencial para el personal en obra.
3. La empresa de demolición de la propiedad vecina, paralizó sus tareas hasta que la empresa, donde el alumno realizó la pasantía, finalizara sus tareas de fundación y recalce de la medianera.

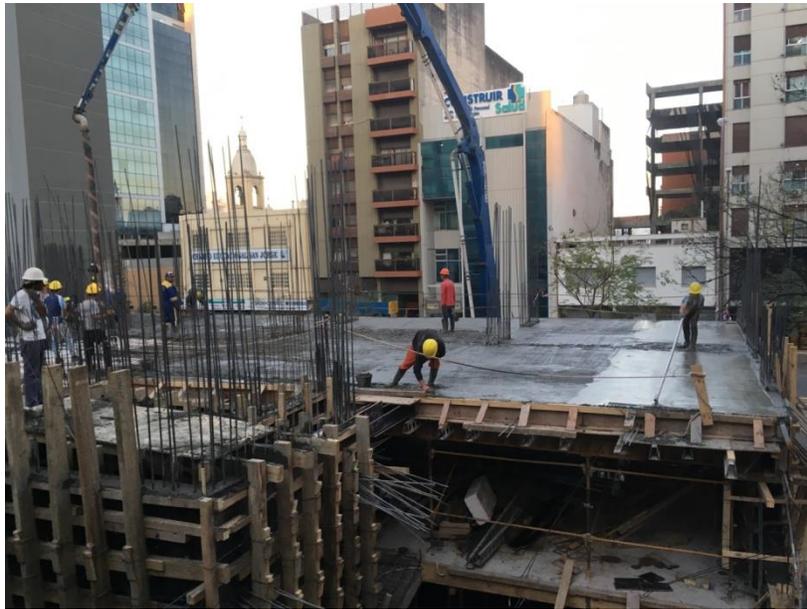


Figura 3.6: Fotografía de la estructura a los pocos días de iniciada la pasantía.



Figura 3.7: Fotografía de los escombros, producto del desmoronamiento.

4. LA OBRA Y LAS TAREAS DESARROLLADAS

4.1. Introducción

En este capítulo se hace una descripción del nivel de avance de la obra al inicio de la Práctica Supervisada y de las tareas llevadas a cabo durante la misma.

4.2. Tareas ejecutadas durante el desarrollo de la PS

Durante la Práctica Supervisada presentada en este informe final se desarrollaron múltiples tareas para el avance de obra, a partir de las cuales resultó factible adquirir conocimientos y experiencia.

4.2.1 Estudio de la documentación de obra

Con el objetivo de que el alumno ingrese al campo de trabajo y entienda de qué se trata la obra, el mismo realizó una lectura detallada de los planos y planillas que se utilizaban diariamente en obra:

- 1) Planos de las diferentes plantas.
- 2) Planos de Replanteos de las distintas plantas.
- 3) Plano de Replanteo de encofrados de las distintas plantas.
- 4) Planillas de Armado de vigas, columnas, losas y tabiques.
- 5) Plano de Detalle de montantes.

Esta tarea no solo fue importante para informarse acerca de la obra, sino también para detectar y estar precavido de ciertos errores que presentaban los planos, y también para agilizar su lectura durante la realización de las tareas en obra.

4.2.2. Albañilería

4.2.2.1. Mampostería

Se denomina de esta manera al sistema de construcción, que consiste en levantar muros mediante mampuestos que pueden ser: de arcilla cocinada, macizos o huecos, piedra o concreto, entre otros, unidos con un mortero de cemento de albañilería, arena y agua, en las proporciones adecuadas.

La obra no contaba con muchos trabajos de mampostería ya que se van a realizar plantas libres por pedido del cliente, y además de esto, las columnas y paredes medianeras, serán cubiertas con durlock.

Por este motivo, se utilizó mampostería no portante en los muros medianeros para el cerrado de la estructura, y en la medianera sur además se le agregó una mampostería vista, ya que la misma era visible desde el exterior del edificio.

- **Mampostería no portante**
Esta se realizaba con ladrillo cerámico hueco no portante, asentado con un mortero calcáreo reforzado: Cemento, cal y arena (1/4, 1, 4). Y en las zonas donde la columna contaba con hierros a la vista, se realizaba un curado con un mortero cementicio: cemento y arena (1, 3), para luego realizar la mampostería.
- **Mampostería vista**
Esta se llevó a cabo con unos ladrillos de color negro de hormigón de la marca Corblock. Su mortero era similar al de la mampostería no portante, pero además se le agregaba un pigmento de color negro también, que le daba un color gris oscuro.



Figura 4.1: Vista de las dos mamposterías.

Los morteros de asiento fueron realizados en planta baja con una hormigonera de 400 lts, para luego ser izados hacia los pisos superiores a través de un guinche.

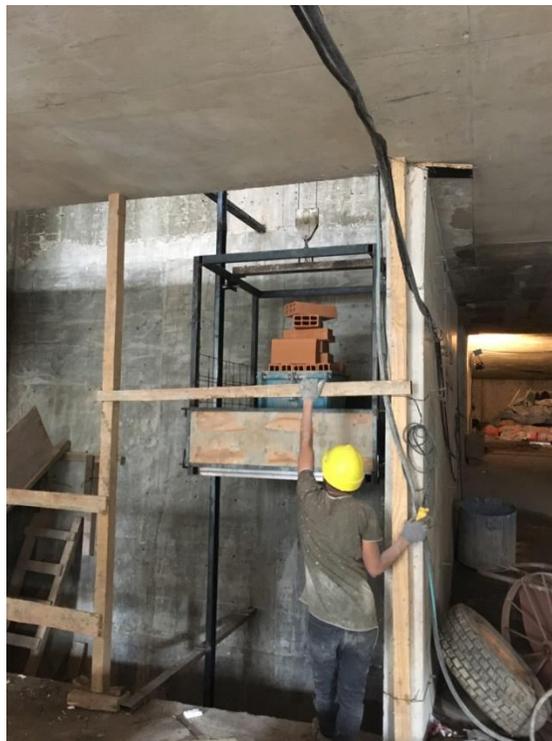


Figura 4.2: Equipo de izado para los materiales.

4.2.3. Encofrados

Los encofrados son una técnica operativa que conducen a darle al hormigón su forma final. Deben cumplir con ciertas condiciones para que cumplan el objetivo para el cual fueron creados, tienen que ser livianos para que puedan ser transportados fácilmente, resistentes para que puedan resistir cargas permanentes, accidentales y cargas durante el hormigonado por compactación y vibrado, deben ser rígidos y por último deben ser estancos para que no se escape el hormigón.

En esta obra los encofrados utilizados para la ejecución de la obra son mixtos, es decir algunas piezas de madera y otras metálicas. A continuación se hace una breve descripción de los encofrados de las distintas partes de la estructura.

4.2.3.1. Encofrados de Columnas

En primera medida antes de comenzar a encofrar, se realizan unos pequeños dados de hormigón para después realizar la tarea de encofrado con mayor facilidad. Para esto lo primero que se hace es replantear las columnas, a partir de los ejes principales y el plano de replanteo. Una vez replanteadas a través de 4 puntales, se realiza un pequeño encofrado, de 10 cm de altura aproximadamente y se lo rellena con un hormigón elaborado in situ. La función de este dado es servir de apoyo al encofrado de las columnas.



Figura 4.3: Dados de Hormigón para el replanteo de la columna.

Los encofrados para las columnas en su totalidad son de madera. Estos están compuestos por tablonces de madera, los cuales están vinculados a los parantes y a los largueros para mantener la verticalidad y obtener resistencia, ya que el tablón es de poco espesor y de área muy grande. Se utilizan estos tablonces para que el hormigón de la columna tenga continuidad, con la menor cantidad de detalles posibles. En la Figura 4.4 se puede observar el comienzo del armado del encofrado de la columna con los tablonces y los largueros. También en la unión de las caras de los encofrados se le agrega un pequeño listón de forma triangular, denominado chanfle para evitar los puntos angulosos en los bordes de las columnas.



Figura 4.4: Comienzo del armado del Encofrado de una Columna.

En la figura 4.5 ya se puede observar el encofrado ubicado en su posición, además se observan las flechas para darle una mayor estabilidad al encofrado. También se observan las ataduras entre los parantes, a través de alambres y ajustados con cuñas (en la Figura 4.6 se puede apreciar este detalle). Estas ataduras, acompañadas de los aros de cintura (Figura 4.7) tienen la función de darle estanqueidad y resistencia al encofrado, para que al momento del hormigonado, resista la presión del hormigón y no se abra.



Figura 4.5: Encofrado de Columnas.

Por otra parte en las columnas medianeras laterales, el flechado es el que se muestra en la Figura 4.8.



Figura 4.6: Detalle de ataduras de alambres con cuñas.



Figura 4.7: Aros de Cintura.



Figura 4.8: Flechado de las Columnas Medianeras.

4.2.3.2. Encofrados de Losas

Como se puede visualizar en la Figura 4.9 en el encofrado de losas, los puntales, riostras, cruces de San Andrés, banquinas y soleras son piezas metálicas, ya que brindan una gran facilidad a la hora del armado y desarmado de los mismos. Estas partes tienen la función de ser el apoyo de los tableros y soportar el peso del hormigón.



Figura 4.9: Encofrado de losa.

Sobre las soleras se colocan unos pequeños listones de madera, que su función es simplemente que los tableros puedan ser clavados en ellos.



Figura 4.11: Tableros de encofrados de losas.

4.2.3.3. Encofrados de Tabiques

Los encofrados de tabiques, como se visualiza en la Figura 4.12, son muy parecidos al encofrado de las columnas, con la simple diferencia de tener mayor longitud que las columnas.



Figura 4.10: Detalle de terminación borde de losa.



Figura 4.12: Encofrado de tabiques.

En los subsuelos del edificio existe un caso particular en los tabiques medianeros. Sus tableros y parantes se arman de la misma manera que el resto de los tabiques, pero estos están flechados a un puntal anclado a la losa, como se visualiza en la Figura 4.13. En la parte superior se observan unos dientes diagonales que tienen la función de facilitar el hormigonado, donde previamente en la losa superior se dejó un hueco previsto por donde se vuelca el hormigón.

La utilización de tabiques en lugar de muros de mampostería, se debe a que en los subsuelos se deben resistir las cargas del empuje del suelo y en algunos casos, la presión hidrostática de las napas freáticas.



Figura 4.13: Encofrado de Tabiques en Subsuelo.

4.2.3.4. Encofrados de Vigas

Las vigas que se encuentran perdidas en las losas no requieren un encofrado particular sino que es el mismo que se utiliza en la losa. En caso de las vigas colgadas, requieren un armado especial. En la Figura 4.14 se puede observar el encofrado de las vigas colgadas.



Figura 4.14: Encofrado de Viga Colgada.

4.2.3.4.5. Tipos de encofrados

En la obra en la que el alumno realizó la Práctica Supervisada, existen algunas partes de la estructura, como el tabique de escalera, columnas medianeras, losa sobre planta baja y voladizo del resto de las losas, que en el proyecto se diseñaron para que el hormigón sea visto. Por lo tanto estas requieren un encofrado especial. En la Figura 4.11 se observa que el tablero de apoyo cambia de color en el extremo de la losa, el tablón de color negro se utiliza para el hormigón visto ya que tiene una rugosidad mucho menor. Además de esto, en estos tableros se utiliza líquido desencofrante, que en el resto de los tableros no se utiliza. Además de utilizar estos tipos de encofrado, para el hormigón visto se utilizó Hormigón Binder, el cual cuenta con un agregado grueso de menor tamaño.

4.2.3.4.6. Inconvenientes con los Encofrados

Como se mencionó en la introducción del tema, los encofrados deben ser resistentes, livianos y estancos. Existen situaciones en la obra donde dejan de cumplir estas funciones, una de ellas fue el rebalsado del encofrado de una viga invertida (Figura 4.15). Si bien en este caso falla por volcar gran cantidad de hormigón en poco tiempo, para que esto no ocurra, se podría haber colocado una tabla en la parte superior de la viga que continúe medio metro aproximadamente desde la columna y volcar el hormigón en dos tandas. Además de esto, colocar un operario que controle que esto no ocurra.



Figura 4.15: Encofrado Rebalsado.

4.2.4. Armado y pedido de hierros

Otras de las actividades laborales realizadas en obra por el alumno, se dieron durante los procedimientos de armado de columnas, losas y vigas. Para que los elementos estructurales puedan cumplir su función y soportar los esfuerzos a los que están solicitados (compresión, tracción, flexión, corte, torsión) deben tener las dimensiones correctas de proyecto, generadas con los encofrados y la mezcla de hormigón, a su vez deben incorporarse las barras de acero en las cantidades y posiciones necesarias para

así poder obtener elementos resistentes de Hormigón Armado.

Durante el período de la Práctica Supervisada el alumno debió realizar un cómputo de hierros y hormigón a utilizarse, desde el piso 3 hasta el último piso incluyendo sala de máquinas y tanque de reserva. Además cómputo las cisternas de subsuelo, tabiques de escaleras, escaleras de cochera y ascensor de cocheras. Este cómputo fue necesario ya que la parte de oficinas por completo se vendió a un mismo cliente y esta cantidad de hierros y de hormigón debía ser especificada en el contrato. Esta fue la finalidad con la que se realizó el cómputo, pero además tuvo una gran utilidad ya que la planilla resumen de este cómputo sirvió para hacer los pedidos de hierro para las distintas losas y partes de la estructura de hormigón. A continuación se muestra la tabla resumen que se elaboró del cómputo (Figura 4.16)

NIVEL	Hormigon [m ³]	Hierro [Kg]	Cuantia [Kg/m ³]	Cantidad de Barras							Mallas
				Ø6	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	
SubSuelo -2	5.52	593.55	107.59	28	11	1	12	12	4	0	0
SubSuelo -1	1.81	190.25	105.32	0	6	11	7	0	0	0	0
Planta Baja	1.81	190.25	105.32	0	6	11	7	0	0	0	0
1º Piso	1.81	190.25	105.32	0	6	11	7	0	0	0	0
2º Piso	1.81	190.25	105.32	0	6	11	7	0	0	0	0
3º Piso	104.08	17024.01	163.56	302	447	140	310	206	130	28	31
4º Piso	104.08	17024.01	163.56	302	447	140	310	206	130	28	31
5º Piso	104.08	17024.01	163.56	302	447	140	310	206	130	28	31
6º Piso	103.49	16522.25	159.65	309	432	140	321	206	111	28	31
7º Piso	103.49	16522.25	159.65	309	432	140	321	206	111	28	31
8º Piso	103.49	16522.25	159.65	309	432	140	321	206	111	28	31
9º Piso	103.49	16522.25	159.65	309	432	140	321	206	111	28	31
10º Piso	103.49	16522.25	159.65	309	432	140	321	206	111	28	31
11º Piso	104.49	16287.14	155.88	309	432	140	321	212	102	26	31
Sala Maquinas	60.53	4382.84	72.41	242	414	68	103	4	0	0	4
Cisterna SubSuelo	17.49	738.19	42.22	0	116	0	18	0	0	0	0
Cisterna 3º Piso	15.77	959.77	60.85	15	51	1	38	5	6	-	0
Totales	1040.73	157405.77	151.25	3047	4547	1375	3057	1882	1057	246	281

Figura 4.16: Cómputo de Armadura y Hormigón.

Una vez organizado el pedido de los hierros, se debe prever el espacio para el acopio de los mismos en obra (Figura 4.17), para que el personal encargado de trabajar con los hierros tenga la comodidad para desempeñar de manera eficaz esta función. Además del espacio para el acopio del material, es necesario prever el espacio para el doblado de los hierros (Figura 4.18).



Figura 4.17: Fotografía de la zona de acopio.



Figura 4.18: Fotografía de los bancos de doblado de hierro.

Una precaución a tener en cuenta a la hora de hacer los pedidos de hierros, es la cantidad que tenemos acopiada, ya que esta puede significar una sobrecarga en la losa no prevista en el cálculo de la misma. Por lo general, se trató de no sobrepasar las 13 tn. de hierro acopiado.

A partir de la falta de barras de hierro de determinado diámetro, se habló con el personal de la obra y ellos comentaron que “el hierro más fino manda”, lo que quisieron decir con esto fue que, por ejemplo ante el faltante de barras del $\phi 8$ se utilizaba uno de $\phi 10$ y esto

producía que después faltasen barras de $\phi 10$ y se utilicen barras de $\phi 12$, y así sucesivamente. Por lo tanto se decidió tener acopiado en stock mayor cantidad de hierros finos para que no ocurra esta situación.

En cuanto al doblado de hierros, el personal encargado de esta tarea lo realizaba según la información brindada a partir de **los planos de estructuras, los cuales se pueden observar en el ANEXO.**



Figura 4.19: Acopio de los hierros ya doblados.

Una vez doblados los hierros estos se trasladaban hasta el nivel correspondiente para que sean armadas las columnas, vigas, losas y tabiques. Las uniones de los hierros se realizaban mediante alambres, teniendo en cuenta siempre las longitudes de anclajes correspondientes.

Antes del hormigonado de una losa, se deben dejar los pelos en espera, para el armado de la columna del siguiente nivel. Una vez realizado el hormigonado, se comienza con el armado de la columna (Figura 4.20) ya que son los primeros elementos de la estructura que se comienzan a armar. Lo mismo ocurre con los tabiques, ya que es necesario tener estos dos elementos encofrados para armar la losa.

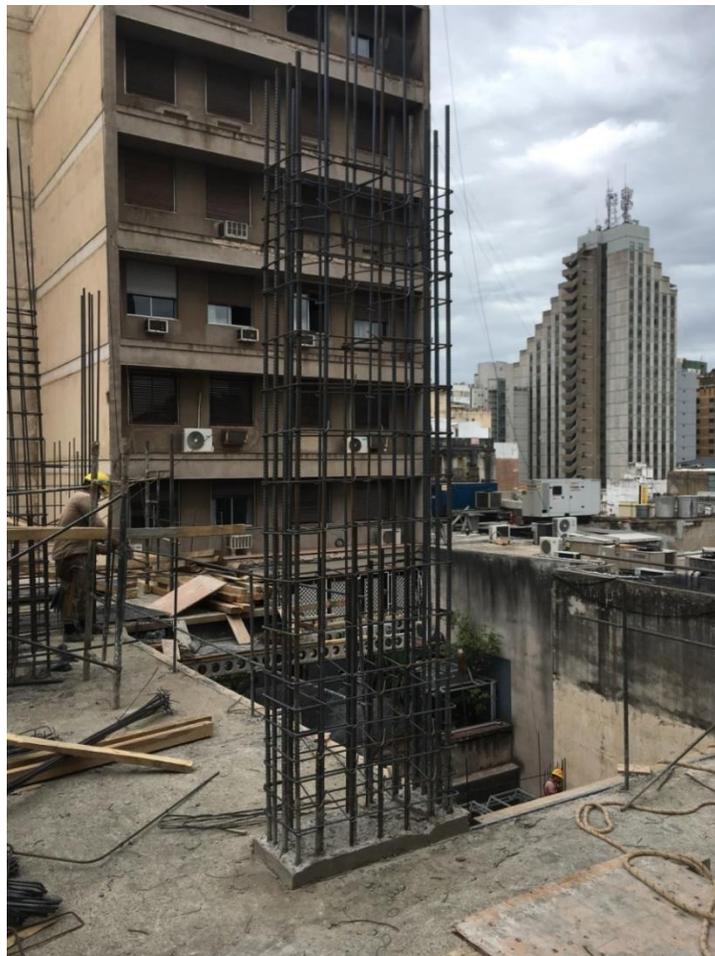


Figura 4.20: Fotografía de columna con dado de hormigón realizado y estribada.

Una vez realizados los empalmes con los nuevos hierros, colocados los estribos y los ganchos, se deben encofrar las columnas y tabiques. En las losas se realiza el encofrado

y luego el armado de la misma, a diferencia de las columnas y tabiques que se arman y luego se encofran.

Realizado el encofrado de la losa, primero se arman los pórticos y luego los nervios de la losa. Para colocar los nervios de la losa, primero se replantean los mismos, se colocan los molones de poliestireno expandido, las “ranitas” y luego la armadura de los nervios. Las “ranitas” son armadas con hierro de ϕ 6, se clavan en los molones de poliestireno, los mantiene fijos y además garantiza el recubrimiento entre la armadura de los nervios y el tablero de fondo de la losa. Por último, se coloca una malla Sima, la cual es necesaria para la capa de compresión de la losa.

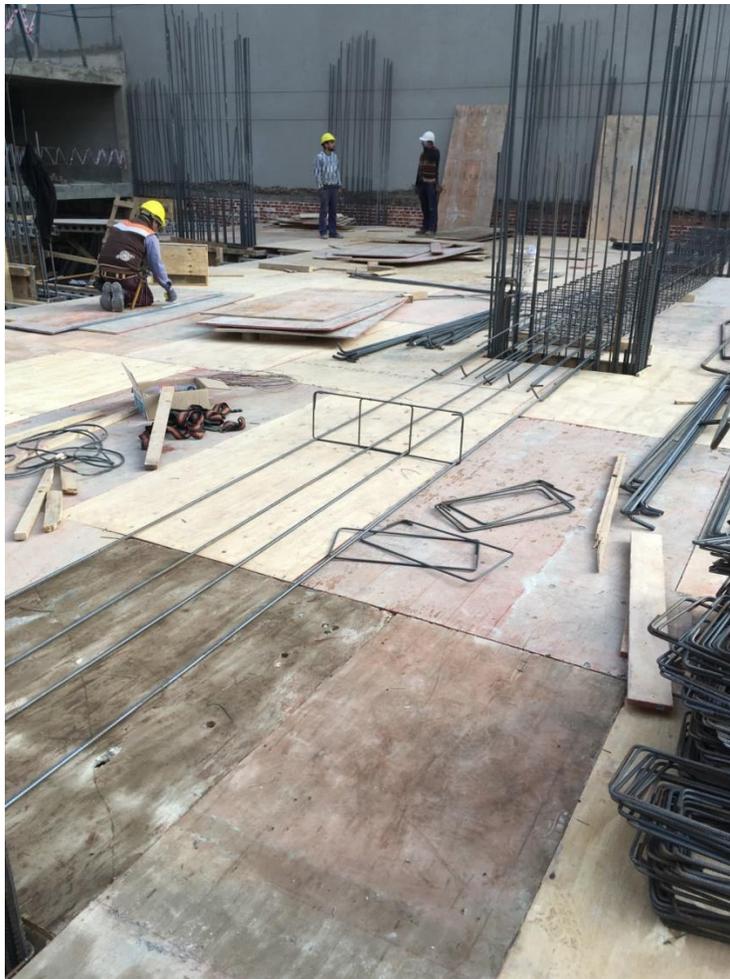


Figura 4.21: Armado de los pórticos.



Figura 4.22: Losa Armada, con nervios y malla sima.

Terminadas todas estas tareas, se procede a colocar las “Líneas”. Las “Líneas” son varillas del $\phi 20$ o $\phi 25$, las cuales se colocan a lo largo de la losa, cada 2 m. aproximadamente, para que una vez vertido el Hormigón, se coloca una regla sobre las líneas y se corte el Hormigón para que tenga una terminación uniforme en toda la losa.

4.2.5. Hormigonado

Realizados los encofrados y armado de la losa, columnas y tabiques, se procede con el hormigonado de los mismos. En la zona donde se encuentra el edificio, la municipalidad no permitía hormigonar en cualquier día y horario. Se llevaba a cabo los días permitidos: martes, miércoles y jueves, a partir de las 14 hs. y los días sábados a partir de las 8 hs.

Cuando se hormigonaba la losa de un piso determinado, se hacía referencia al hormigonado del piso completo, incluido los tabiques y columnas. El tiempo de hormigonado entre dos losas, se estimaba que sea de 12 días aproximadamente.

El hormigón utilizado era un hormigón elaborado H21, y se hormigonaba con bomba. La empresa que brindaba el hormigón, contaba con operarios para el manejo de la bomba y de la pluma. Una vez que se vertía el hormigón en la losa, el mismo era distribuido por personal de la obra a través de palas, y luego se lo vibraba. El vibrado del hormigón también estaba a cargo de un operario de la obra y se realizaba mediante un vibrador manual. En la Figura 4.23, se pueden observar los operarios realizando las tareas mencionadas anteriormente.

El hormigón era enviado a la obra a través de los camiones Mixer, y en el hormigonado de una losa se utilizaban aproximadamente, entre 100 y 110 m³, es decir entre diez y doce camiones.

Finalizadas estas actividades, se procedía a cortar el hormigón con regla, a través de las líneas colocadas antes del hormigonado (Figura 4.24). El objetivo de esto es darle el mismo nivel a la losa en todos los puntos.



Figura 4.23: Personal trabajando en el hormigonado de la losa.

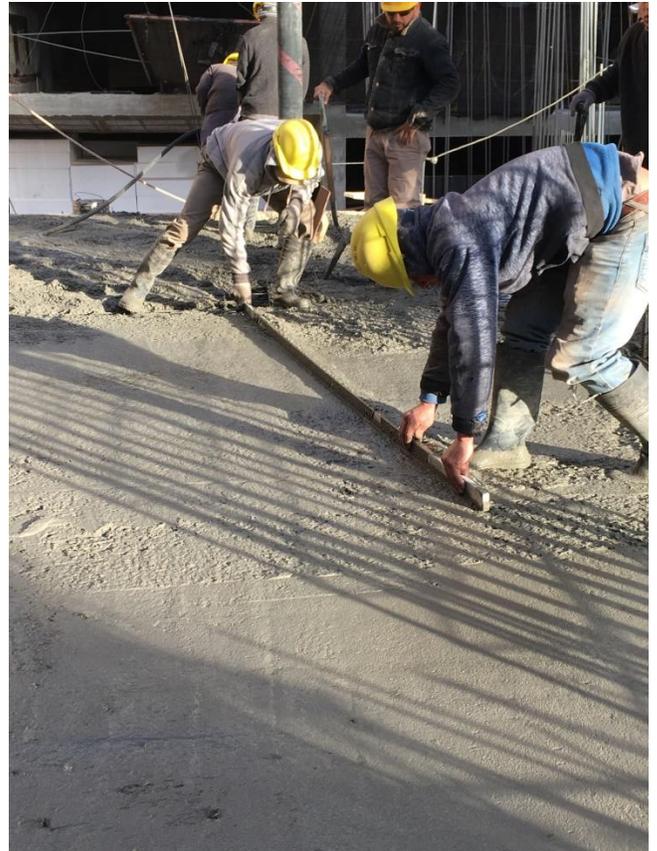


Figura 4.24: Cortado del Hormigón con regla.

En las losas de cochera, además del cortado con regla se pasaba el palón, para lograr una mejor terminación. Esto se hacía, ya que estas losas, solo iban a ser pintadas para cumplir su función y estar a la vista (Figura 4.25).



Figura 4.25: Aplicación del palón en losa de cochera.

4.2.6. Fundaciones.

Por causa del desmoronamiento de la pared medianera, la obra se comenzó a construir pero con una parte en la que era muy complicado realizar avances, debido a la acumulación de tierra y escombros. Por este motivo, si bien la obra ya estaba avanzada faltaba realizar una de las zapatas correspondientes a las fundaciones.

Para llegar a la cota de fundación, se hacían excavaciones por tramos y se realizaban

pequeños tabiques de hormigón elaborado in situ. Antes de realizar el hormigonado se colocaba la armadura correspondiente y se dejaban clavados los hierros (Figura 4.23) aproximadamente entre un metro o un metro y medio para realizar el empalme con el nuevo tabique.



Figura 4.26: Colocación de armadura, para el hormigonado de tabiques.

Una vez alcanzada la cota de fundación, se limpió la zona de alrededor y se armó un cajón de madera de las dimensiones de la zapata, con el objetivo que no ingrese tierra en la armadura de la zapata a causa de los pequeños desmoronamientos de tierra que podían llegar a existir.

Colocado el cajón en su lugar, se bajó la armadura correspondiente a la zapata

previamente armada y se procedió a realizar el empalme con la armadura del tabique.



Figura 4.27: Cajón de madera y armadura de la zapata.



Figura 4.28: Zapata armada, lista para hormigonar.

Se puede observar en las Figuras 4.24 y 4.25, los distintos cortes y distintas gamas de grises en el tabique, producto de la realización por tramos del mismo. También se puede observar en la Figura 4.25 hierros levantados en la cara opuesta al tabique. La función de estos es realizar el empalme con las vigas de fundación. Una vez realizado el hormigonado de la zapata, se realizaron las excavaciones pertinentes y se realizó el empalme con las vigas de fundación.

Para el hormigonado de la zapata, se aprovechó que en el terreno vecino se habían terminado de realizar las tareas de demoliciones para entrar con el Mixer, y verter el hormigón desde ahí (Figura 4.26).



Figura 4.29: Mixer ubicado en la edificación vecina.

Si bien esto no es recomendable debido a que la altura de vertido del hormigón puede producir la segregación del mismo, brinda muchas facilidades de logística, ya que no fue necesario el uso de una bomba, generar el permiso de la misma y la coordinación en uno de los días permitidos por la municipalidad para poder hormigonar.



Figura 4.30: Vertido del Hormigón.



Figura 4.31: Vibrado del Hormigón.

4.2.7. Losa de Subsuelo

A medida de que la obra avanzaba en altura, en el subsuelo quedaban tareas pendientes por terminar. Este retraso en las tareas se debe a la demora que produjo el desmoronamiento previamente explicado y la posterior realización de la fundación.

En el subsuelo de la obra se produjo un acumulación muy grande de tierra y escombros. Es por esto que la limpieza del mismo se debió realizar mediante una Bobcat para una mayor rapidez y eficacia en los trabajos (Figura 4.29).



Figura 4.32: Bobcat realizando la limpieza del subsuelo

Luego de los días de lluvia en el subsuelo se solía acumular agua, lo que dificultaba la circulación de la Bobcat. Por este motivo en ciertas ocasiones se solía desparramar un poco de agregado, para darle mayor firmeza al barro y que la Bobcat pueda circular en buenas condiciones. En ciertas oportunidades también se le agregó al barro un poco de cemento.

Una vez realizada la limpieza de terreno se procedió con la compactación del mismo, a través de un compactador tipo canguro. Finalizada la compactación, se colocaban las armaduras, que no eran de tipo estructural sino para limitar las fisuras en el hormigón.



Figura 4.33: Armadura colocada, para el hormigonado de losa de subsuelo.



Figura 4.34: Medida de niveles y colocaciones de reglas.

Colocada la armadura (Figura 4.30) se colocaban las tablas que delimitaban las zonas de hormigonado. Una vez hecho esto, se colocaban las líneas para luego cortar el hormigón con regla y que la losa tenga la altura y pendiente determinada. Para ello, a través de un nivel laser se medían las distintas alturas y se le daba una caída de 2cm por paño de hormigón aproximadamente (Figura 4.31).

Terminadas estas tareas, se procedía con el hormigonado de la losa. Para lograr una buena terminación de la misma, se le pasaba el palón una vez hormigonada, lo que permitía que no requiera la realización de un contra piso y solo con la pintura de la losa ya se cumplía la función de piso del estacionamiento (Figura 4.32).



Figura 4.35: Medida de niveles y colocaciones de reglas.

4.2.8. Impermeabilizaciones

En el Subsuelo -2 y en la terraza del tercer piso, donde comienza la estructura metálica, se realizaron impermeabilizaciones de losa con un producto denominado Sika Monotop.

En el caso de la losa del Subsuelo se precisaba esta impermeabilización porque para la realización del mismo, se tuvo que deprimir la napa freática. Esta losa de Subsuelo ya estaba realizada cuando el alumno inició la pasantía, era una losa de supresión; es decir, contaba con armadura en la parte inferior y en la parte superior, para soportar las presiones del agua. Además en los muros medianeros, se realizaron tabiques de hormigón que también resistían las presiones del agua y el empuje que ejercía el suelo

sobre el mismo. Tomadas estas medidas, se realizó la impermeabilización de la losa y de los tabiques hasta 1.50 m. para una mayor seguridad (Figura 4.33).



Figura 4.36: Impermeabilización del Subsuelo.

En el caso de la terraza, si bien la impermeabilización se debía realizar para entregar las cocheras, se decidió hacerla antes porque se acumulaba agua y se empezaba a filtrar hacia los pisos de abajo. Esto producía acumulación de agua en todos los pisos que a la larga aportaba al desorden de la obra (Figura 4.34).



Figura 4.37: Impermeabilización de la terraza.

4.2.9. Refuerzos de Columnas

Durante la ejecución de la obra, se produjo un cambio de proyecto que consistió en realizar una estructura metálica en la parte trasera de la misma. Esto se debe a que, originalmente en la parte delantera iban a existir 4 oficinas y sus sanitarios.

Debido a los requerimientos del cliente la parte delantera debía ser planta libre y sin sanitarios, para esto se recurrió a una estructura metálica independiente en la parte

trasera, en la cual se ubicaban los sanitarios de las oficinas.

La elección de la estructura metálica fue fundamentalmente por el peso de la misma, ya que es mucho más liviana que una estructura de hormigón. Sin embargo, aunque estas sean más livianas, en el cálculo de las columnas inferiores no se había contado con este peso, por lo que debieron realizarse refuerzos en las mismas.

En cuanto a las fundaciones, no sufrieron ningún cambio debido a que se había utilizado una capacidad de carga en el suelo inferior a la existente. Aumentando el valor de la capacidad de carga, no fue necesario modificar las fundaciones.

Los refuerzos consisten en aumentar la superficie de hormigón y la cuantía de armadura. Para esto lo primero que se llevó a cabo fue el picado de las columnas, con el objetivo de darle rugosidad a las mismas para que a la hora del hormigonado tenga una mayor adherencia, y también para dejar la armadura a la vista (Figura. 4.35).



Figura 4.38: Columna picada con hierros a la vista.

Una vez realizado el picado de las columnas y teniendo los hierros a la vista, se deben realizar perforaciones para realizar los anclajes, a través de un producto AnchorFix 3001.

Para esto se subcontrató a una empresa, cuyos operarios eran especialista en trabajos de perforaciones, anclajes y otros trabajos relacionados con el hormigón.



Figura 4.39: Operarios realizando los anclajes.



Figura 4.40: Columna con los anclajes terminados.

Una vez finalizados los anclajes, se continúa con el armado de las columnas, el cual se realizó siguiendo las instrucciones y los planos provistos por el calculista.

Una vez terminado el armado de la columna, se procede al encofrado de las mismas. Como en todas las columnas también se realizó el dado en estas, para replantearlas y facilitar el encofrado. Además, el dado permitió pintar las bases de las columnas con Sikadur 32 gel, necesario para la adherencia entre un hormigón existente y un hormigón nuevo.



Figura 4.41: Columna armada.



Figura 4.42: Columna encofrada.

El hormigonado de estas columnas, al igual que el encofrado se realizó por partes, primero se hormigonó la mitad de la columna (Figura 4.39) y luego la otra mitad. Se optó esta forma de hormigonado por varios motivos: El primero de ellos es que no se utilizó un hormigón tradicional, si no que se utilizó un producto llamado SikaGrout 212, que mezclado con grancilla de hasta 13 mm. (Tamaño máximo) y agua se comporta como un hormigón. Este hormigón tiene la característica de ser muy fluido y expansivo. La poca experiencia con este producto llevo a decidir que, el hormigonado se haga por mitades. El otro motivo que llevo a tomar esta decisión, fue que para llegar con el hormigón hasta la losa superior, se debía perforar la misma para hormigonar desde el nivel superior y esto resultaba más fácil si la columna ya estaba hormigonada hasta la mitad.



Figura 4.43: Hormigonado de la columna.



Figura 4.44: Media columna terminada

Una vez hormigonada la primera mitad (Figura 4.41) se continúa con la parte superior de la columna. Para ello, se debe realizar el encofrado de la segunda mitad, y se perfora la losa superior para que a través de un caño pasante, se realizara el hormigonado desde el piso de arriba (Figura 4.42).



Figura 4.45: Hormigonado de la parte superior de la columna.

Luego de realizar el hormigonado de las columnas, entre la columna y la losa podía llegar a quedar una pequeña luz, esto se debe a una mínima pendiente que se le daba al caño para que el hormigón fluya a través de él, y esto generaba una pequeña separación entre la parte más alta del caño y la losa.

Para solucionar esto se rellenaba con un producto llamado SikaDur 41, este producto tenía la consistencia de un mortero.

4.2.10. Instalaciones

Durante la pasantía el alumno estuvo encargado de la modificación de las instalaciones sanitarias. Debido al cambio de proyecto mencionado anteriormente, se modificó la ubicación de los núcleos sanitarios y por ende fue necesaria esta modificación.

Las instalaciones diseñadas por el alumno fueron las instalaciones sanitarias, cloacales y pluviales. Las instalaciones eléctricas, al igual que las de incendio, fueron diseñados por terceros. En cuanto a las instalaciones de incendio, el alumno se limitó a delimitar un espacio para la colocación de la sala de bombas de bombero.

Durante el período que el alumno realizó la pasantía, no se avanzó con ningún tipo de instalación, salvo con las eléctricas pero en lo mínimo. Con respecto al resto de las instalaciones, solo se dejó los pasos de losas para luego realizarlas.

En el ANEXO, se adjuntan los planos realizados por el alumno para el proyecto sanitario, cloacal y pluvial.

4.2.11. Pintura de Cocheras

Antes de arrancar con el pintado de las cocheras, se realizó un pulido en las losas de las mismas para lograr una mejor terminación, ya que estas no sufrirán ningún otro tratamiento y quedaran como terminación final de la cochera. También se realizó un curado en la estructura de hormigón, con un mortero cementicio en las zonas donde se produjeron los denominados “panales” o donde quedaron hierros a la vista.

Una vez realizado el pulido, se procedió con el pintado del castigado y la parte superior de columnas y paredes (desde 1.20 m. hasta el cielorraso). Para esto se utilizó una pintura de tipo Látex Int./Ext. de color blanco. Además, como la superficie del castigado es de una textura muy rugosa, se realizó con pulverizadores.

Luego, se continuó con el pintado de la parte inferior de las columnas, desde el zócalo hasta 1.10 m. de altura, con una pintura vial color amarillo.

Por último se realizó la franja divisoria entre la parte inferior y superior de las columnas, con una franja de color negro. Esta pintura es de tipo sintética con base acuosa.

La pintura de los pisos de la cochera se realizó con un color gris claro, buscando que sea lo más parecido al color del hormigón. Esto se debe a que a medida que la pintura se comienza a gastar por la circulación de los vehículos, no se noten grandes diferencias con la losa. Además, con este color de pintura se debía realizar un pequeño zócalo de 10 cm para disimular las imperfecciones entre las uniones de las columnas con la losa. Esta pintura de color gris es de tipo vial, al igual que la de color amarillo que también se usó en los pisos para algunas demarcaciones (Figura 4.43).



Figura 4.46: Cochera con la pintura terminada.

4.2.12. Tareas Administrativas

4.2.8.1. Insumos Torre

En los insumos de la torre se tenía en cuenta la cantidad de Acero y de Hormigón elaborado que se empleó desde que empezó la construcción de la torre. El pedido de estos insumos estaba a cargo de la Empresa Boetto y Buttigliengo, y no del contratista.

Con respecto al Acero, se pedían las cantidades necesarias para tener una losa lista para hormigonar, aunque en algunas ocasiones se debía hacer más pedidos porque se utilizaban hierros en otras partes de la obra como por ejemplo: subsuelos, refuerzos de columnas, cisternas, etc. Durante la pasantía, el alumno realizó un cómputo de la estructura (mencionado anteriormente), que tuvo la utilidad para hacer los pedidos de hierro y tener un mayor control sobre los mismos.

Con respecto al Hormigón, los pedidos debían ser con varios días de anterioridad, ya que los turnos para la bomba de hormigonado se sacan con 4 o 5 días de anticipación. Además de esto, la obra se encuentra en una zona donde la municipalidad solo permite hormigonar con bomba los días martes, miércoles y jueves, a partir de las 2 de la tarde y el sábado todo el día. Para esto, se hablaba con el capataz para coordinar los tiempos y hacer el pedido. Sin embargo, en varias ocasiones se tuvieron que reprogramar los días de hormigonado a causa de distintos motivos, lo que llevaba a solicitar nuevos turnos.

Además de esto se precisaban alambres, para el atado de los hierros y clavos para el armado de los encofrados. Pero de estos dos, se hacía cargo el contratista, como también de todos los equipos para el armado de la estructura.

4.2.8.2. Personal de obra

El personal de obra estaba dividido en distintas actividades. Para llevar a cabo la estructura de hormigón se contaba con aproximadamente 45 personas. Entre ellos, había distintas categorías con distintos orden de jerarquía: ayudante, medio oficial, oficial y oficial especializado. En lo que respecta a las tareas de albañilería, mientras el alumno se encontraba en obra había entre 3 y 5 operarios. Estas dos actividades estaban a cargo

del mismo contratista.

Con respecto a los anclajes de hormigón, eran tres los operarios capacitados en esta tarea. Con respecto a la pintura, se contaba entre 5 y 7 operarios diarios capacitados en esta función. Estas dos tareas estaban a cargo de distintos contratistas.

Por lo mencionado anteriormente, es de notar que en la obra había una gran cantidad de personal y de distintos contratistas, motivo por el cual se requería una buena organización para poder llevar a cabo todas las actividades de una manera eficiente. Esta organización, coordinación y supervisión de las distintas tareas, estaba a cargo del Jefe de Obra Ing. German Trabuco, en donde el alumno participaba como ayudante del mismo.

4.2.8.3. Días caídos

Los días caídos en obra, son aquellos en los que no se han podido trabajar o desarrollar las tareas de forma normal por los siguientes motivos:

- Días caídos por lluvia
- Días caídos por feriados

Los días caídos por feriados, no eran problema porque son conocidos y pueden ser tenidos en cuenta en la planificación y en el desarrollo de los planes de avance.

Sucede todo lo contrario con respecto a los días de lluvia. En los días de lluvia, se le daba prioridad a la limpieza y al orden de la obra, ya que estas tareas solían ser descuidadas en los días de trabajo por el afán de llegar a cumplir los tiempos.

5. ANALISIS Y EVALUACION DEL PLAN DE AVANCE DE LA OBRA

5.1. Introducción

En este capítulo se presentan algunos conceptos generales a tener en cuenta para poder analizar el Diagrama de Gantt total de la Planificación de la obra.

Analizado el Diagrama de Gantt, se analizan los distintos motivos e imprevistos que pueden generar cambios en la planificación, encontrando entre ellos distintas causas que pueden ser primarias o secundarias.

5.2. Conceptos Generales a Incorporar

5.2.1. Plan de Avance

Se trata de una representación gráfica de la previsión del desarrollo temporal de las tareas de obra formuladas técnicamente. Es utilizado para producir ajustes de plazos, a fin de obtener costos mínimos y para el cálculo de probabilidades de cumplir con determinados tiempos.

Esta representación es gráfica por la necesidad de expresar en forma sintética la gran cantidad de información y a la vez mostrar las relaciones entre ellas. Es temporal porque se refiere siempre a un tiempo de trabajo y a las secuencias en ese tiempo. Además, está formulada técnicamente porque se utilizan métodos lógicos y estructurados según las técnicas de ingeniería. Dentro de los métodos utilizados para formular planes de avance se pueden destacar: Diagrama de Gantt, CPM (Método del camino crítico), PERT (Program Evaluation and Review), DTU (Diagrama Tiempo Ubicación).

5.2.2. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica que se emplea para planificar y programar tareas a lo largo de un período de tiempo determinado, reproduce la duración y la secuencia de cada una de ellas, además del calendario general del proyecto y la fecha de finalización prevista. Posee una fácil y cómoda visualización de las actividades a realizar, lo que permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las

etapas del proyecto.

El objetivo de esta herramienta es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado, es decir, muestra los ítems del proyecto y su duración, así como las fechas de comienzo y terminación.

5.2.3. Conceptos del Sistema del Camino Crítico (CPM)

5.2.3.1. Acontecimientos y actividades

Los Acontecimientos son sucesos o etapas que no consumen tiempo, son principio y fin de una actividad, por ejemplo terminar la mampostería.

Las actividades son el trabajo necesario para alcanzar un acontecimiento o suceso y consume tiempo, dinero o recursos, por ejemplo ejecución de la mampostería.

5.2.3.2. Holgura

La Holgura o margen de un acontecimiento, es el tiempo suplementario del cual se dispone para su realización. La Ecuación indica cómo se calculan las holguras.

$$H = TL - TE$$

Donde H es la holgura; TL el tiempo límite de los acontecimientos; TE tiempo más corto de los acontecimientos, este último se define como $TE = \sum t_e$.

5.2.3.3. Camino Crítico

Este concepto se encuadra dentro del sistema CPM. Se denomina Camino Crítico, al camino definido por los acontecimientos y actividades críticas, es decir, aquel cuyas holguras son mínimas. Se llama así porque cualquier retraso que afecte a una de sus actividades, afecta en el mismo tiempo al acontecimiento final.

Las Actividades Críticas son aquellas para las cuales las fechas del acontecimiento donde se inician más la duración de la actividad, es igual a las fechas del acontecimiento donde terminan, o sea que las holguras o márgenes son nulos.

5.2.4. Curva de Inversión

La curva de inversión es un instrumento muy usado para el control del avance de una obra. Es una representación gráfica de la relación entre el costo acumulado y el tiempo que insume dicho proyecto.

Hay varias formas de obtener dicha curva, siendo una de las más usuales suponer que el costo de las actividades se reparte en forma uniforme a lo largo de su duración, por lo cual si dividimos el costo de la actividad entre su duración, obtendremos el costo diario de la misma. Con esta información para cada actividad y la suministrada por el Diagrama de Gantt referente a la ubicación de las actividades en el tiempo, es posible obtener tanto la cantidad de dinero necesario diariamente (Histograma de uso del recurso dinero), como la inversión acumulada a lo largo del proyecto (Curva de inversión).

5.2.5. Flujo de Caja

El Flujo de Caja o Cash Flow es una técnica que permite estudiar una situación o hecho económico, cuantificarlo y prever anticipadamente los recursos necesarios para poder desarrollar dicha situación.

Es un método de aproximaciones sucesivas, que consiste en descomponer la situación en estudio en una serie de períodos adecuados al objeto y a la precisión que se desea obtener, y determinar en base a un pronóstico de gastos y recursos, las necesidades de capital y superávit de cada período. Además, permite determinar la magnitud de los costos financieros o ganancias por interés de capital corrigiendo así la estimación efectuada.

5.3. Planificación y Avance de la Obra

Generalmente, previo a la ejecución de una obra de arquitectura, el profesional efectúa un plan de avance para organizar, planificar y ordenar las operaciones o actividades que se pretenden realizar en el período de obra.

De todos los métodos conocidos para formular un plan de avance, se opta por el Diagrama de Gantt, ya que permite sintetizar y relacionar una gran cantidad de

información en forma gráfica, pudiendo definir para cada una de las actividades las fechas de inicio, de finalización, el lapso de tiempo que requiere para su ejecución y la relación entre ellas.

5.3.1. Diagrama de Gantt de la planificación

Se cuenta con un diagrama inicial propuesto por la empresa, previo a la ejecución de la obra, en el cual se plasman las expectativas sobre el desarrollo de la misma.

Mediante el empleo de Microsoft Project, se dispusieron en forma ordenada y numerada las actividades a realizar para llevar a cabo la obra. Se estableció para cada una de ellas la duración esperada distribuyéndola en el tiempo y evitando que se superpongan tareas que demanden gran cantidad de operarios.

Se puede observar que según el diagrama que se muestra en el ANEXO, se estima que el tiempo empleado para la finalización de la obra, es de poco más de un año; es decir desde fines de agosto de 2018 (inicio de la pasantía) hasta mediados de diciembre de 2019.

Sin embargo, los tiempos estimados son difíciles de cumplir debido a distintas causas. Es por esto que el Diagrama de Gantt, está sometido a constantes actualizaciones que se van realizando a medida que se avanza en la obra y que puede llegar a contemplar nuevos plazos de realización.

Pueden existir también causas ajenas a la obra, que modifiquen los plazos del plan de avance, como son situaciones contractuales con el contratista o con el cliente.

5.4. Causas principales y secundarias de atrasos

Tal como se especificó anteriormente, las actualizaciones y/o modificaciones que existen entre las actividades planificadas en el diagrama de Gantt y las tareas realizadas en obra, las causas de atraso se pueden clasificar en dos grupos:

- Causas Principales de Atrasos.
- Causas Secundarias de Atrasos.

Entre las primeras, contamos con aquellos hechos, sucesos y/o factores que tuvieron una incidencia en una o más tareas incluidas en el Camino Crítico, teniendo de esta manera, una influencia directa en la duración de la obra.

Entre las segundas, encontramos hechos o factores que acarrearán una extensión en el tiempo de realización de tareas que no se encuentran contenidas en el Camino Crítico. De todas formas en muchos casos, estas últimas tuvieron algún tipo de incidencia directa en los tiempos totales, ya sea porque implicaron la utilización de mano de obra en cantidad y/o tiempo que no estaban previstos, en exceso de lo planificado, y en superposición con otros destinos en los que los mismos estaban previstos.

Causas Principales de Atrasos:

- Diferencia entre la cantidad de mano de obra prevista y la que realmente concurrió a trabajar.
- Insuficiente o deficiente calidad en la ejecución de los elementos constructivos por parte de los operarios.
- Fricciones debidas a errores en la coordinación y a la superposición de actividades de distintos rubros.
- Corrección de detalles y arreglo imprevisto de elementos ya instalados rotos durante las actividades (como elementos de plomería, instalaciones eléctricas, etc.).
- Rotura de maquinaria indispensable para la realización de las tareas (hormigonera).
- Errores de medición y replanteo.
- Acarreo de errores generados en actividades anteriores.
- Falta de control en el avance de la construcción (elementos fuera de plomada o fuera de escuadra).
- Días de lluvia, feriados y huelgas.
- Arreglo de daños en propiedades vecinas (generados durante la ejecución de la

obra).

- Detalles técnicos no tenidos en cuenta en la planificación, y aparición de elementos imprevistos (durante excavación).
- Errores en la logística incluyendo inexistencia de recursos y/o materia prima en el momento indicado y de elementos de infraestructura necesarios para el trabajo eficiente (andamios, sogas, alargadores, etc.).
- Problemas con la disponibilidad de hormigonado (para el hormigonado de fundaciones y losas).
- Roturas de encofrados durante el hormigonado.

Causas Secundarias de Atrasos:

- Corrección de detalles y arreglo de roturas de elementos debido a las actividades propias de la obra.
- Fricciones entre actividades de distintos rubros propias del avance de la obra y de la coordinación de actividades.
- Insuficiente logística y disponibilidad de elementos necesarios en el momento indicado (materiales y herramientas).
- Inasistencia del personal al trabajo.
- Insuficiente provisión de servicios públicos.
- Accidentes y lesiones de personal.

6. CONCLUSIONES

6.1. Introducción

En este capítulo se exponen las principales conclusiones a las que se arribó luego de la experiencia de práctica laboral durante la Práctica Supervisada.

A partir de la asistencia del alumno a la obra, se obtuvieron conclusiones de carácter técnico en el campo de la gestión de proyectos y dirección técnica. También se logró un entrenamiento y aprendizaje práctico, que no se adquiere durante el desarrollo de la carrera. Si bien se aprenden los procedimientos para llevar a cabo la construcción de un edificio, existen ciertas pautas, detalles, procedimientos, técnicas constructivas, que se aprenden y se entienden solo al momento de verlos puestos en práctica. Por lo que fue un gran complemento de la teoría que ya se había adquirido en la Facultad.

6.2. Conclusiones respecto de la Experiencia de Obra

En primer lugar, es importante destacar que los objetivos planteados por la empresa fueron alcanzados, ya que las tareas desarrolladas, si bien tuvieron algunas demoras en tiempo, se completaron de manera exitosa, cumpliendo los requerimientos esperados en términos de calidad de construcción.

La obra analizada constituye un edificio de arquitectura de múltiples oficinas, que para ser aprobadas y desarrollar su función, deben ser respetadas todas las normativas correspondientes y realizar la construcción con todo el criterio y ética profesional del Ingeniero. Por ser una obra de relativa envergadura para la empresa desarrollista, se debe realizar una correcta planificación de los recursos y tiempos empleados en la misma, para luego poder llevar a cabo un óptimo desarrollo del edificio intentando seguir con la mayor fidelidad posible lo planificado.

Por otro lado los análisis de los diagramas de avance, gráficos y tablas permitieron llevar a cabo las comparaciones pertinentes, para poder establecer los tiempos y los contratiempos que tuvieron lugar en la obra.

Por último, se deben considerar los imprevistos relacionados con contratiempos y recursos extras que serán necesarios a lo largo de una obra de esta magnitud, anticipándose a ellos.

6.3. Conclusiones Ligadas al Ámbito Profesional

El desarrollo de las tareas en esta obra, permitió al alumno aumentar sus conocimientos y experiencia en el ámbito de Gestión y Administración de Proyectos, así como también en la Dirección Técnica de Obras y Arquitectura, cumpliendo satisfactoriamente las metas y objetivos propuestos.

Los conceptos adquiridos en las distintas materias a lo largo de la carrera, pudieron ponerse en práctica y enriquecerse en un ámbito real, solucionando problemas concretos. Las herramientas incorporadas en el transcurso de la carrera de Ingeniería Civil por el alumno, fueron puestas por primera vez en práctica y se pudo desenvolver correctamente aplicando las mismas.

Finalizando la conclusión, es de suma importancia destacar que donde el alumno más adquiere conocimientos es desarrollando múltiples tareas interdisciplinarias y teniendo contacto con profesionales y no profesionales de distintas especialidades, que interactuaron con el fin de conseguir las distintas metas de la obra.

7. BIBLIOGRAFIA

- ARMESTO, Ana; DELGADINO, Francisco; REINA ALVARELLOS, José; ARRANZ, Pablo; BRACAMONTE, René; ALBRISI, Sebastián: Precio y Costo de las Construcciones, Editorial Alejandría, Edición 2010
- CÁTEDRA DE PROYECTOS, DIRECCIÓN DE OBRAS Y VALUACIONES: Proyectos, Dirección de Obras y Valuaciones, Tomo III, Imprenta Cooperativa CEICIN, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba
- Apuntes y Trabajos Prácticos confeccionados por el autor de este Informe a lo largo del cursado de la carrera de Ingeniería Civil.
- Cátedra Arquitectura I, UNC-FCEFyN, (2012), Manual de Cátedra de la Asignatura, Notas preliminares.

8. ANEXOS

8.1. Anexo: 1

En el Anexo 1 se muestren los planos de Estructura con los que el alumno, realizo el cómputo del hierro. Se anexan solo los planos de una planta tipo, debido a que el resto de las plantas son iguales cambiando solo el diámetro de los hierros.

8.2. Anexo: 2

En el Anexo 2 se muestran los planos con las Instalaciones diseñadas por el alumno.

8.3. Anexo: 3

En el Anexo 3 se muestra el Diagrama de Gantt utilizado para planificar y programar las tareas en obra.

8.1. Anexo: 1

8.2. Anexo: 2

8.3. Anexo: 3