

**APOYO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA LAST PLANNER
COMO METODOLOGÍA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO A LAS ACTIVIDADES
DE CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO DE VIVIENDA**

**JUAN FERNANDO ALFONSO SAAVEDRA RANGEL
ID: 255172**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO
SECCIONAL BUCARAMANGA
2018**

**APOYO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA LAST PLANNER
COMO METODOLOGÍA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO A LAS ACTIVIDADES
DE CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO DE VIVIENDA**

JUAN FERNANDO ALFONSO SAAVEDRA RANGEL

ID: 255172

**Práctica Empresarial como requisito para optar por el título de Ingeniero
Civil**

Supervisor de la empresa

Ingeniera Laura María Muñoz Tarazona

Ingeniera Civil

Director

Ing. Diego Leandro Blanco Muñoz

Docente Universidad

Pontificia Bolivariana

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO

SECCIONAL BUCARAMANGA

2018

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, quién es el centro de mi universo y me brindó la sabiduría, perseverancia y fortaleza necesaria para culminar esta etapa, eslabón importante en mi proyecto de vida.

A mi familia, quienes fueron un apoyo constante durante este proceso, brindándome la ayuda necesaria cuando lo necesité y por creer en mis capacidades a diario.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pontificia Bolivariana por permitirme realizar mi proceso de formación como profesional y persona con sentido humano.

Al ingeniero Diego Leandro Blanco Muñoz, por ser guía y apoyo durante la realización de este trabajo.

A la ingeniera Laura María Muñoz Tarazona por brindarme todo su conocimiento profesional durante el transcurso de la práctica empresarial.

A la empresa de Ingeniería y Servicios de Colombia S.A.S y a mi equipo de trabajo por su colaboración, orientación, acompañamiento y por compartir sus enseñanzas y experiencias.

Y en general, a todos aquellos que de una u otra forma aportaron en mi desarrollo académico para llegar a ser profesional.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	11
2.	OBJETIVOS.....	12
	2.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
	2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
3.	GLOSARIO.....	13
4.	DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....	14
	4.1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....	14
	4.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	15
5.	DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	16
6.	DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO.....	19
7.	APORTE AL CONOCIMIENTO.....	49
	7.1. ADMINISTRATIVOS.....	49
	7.2. TECNICOS.....	52
	7.2.1. ESTRUCTURA Y ACABADOS.....	52
	7.2.2. HIDRAULICO Y SANITARIO.....	54
	7.2.3. ELECTRICO.....	55
	7.2.4. METALMECANICO.....	56
	7.2.5. ARQUITECTONICO.....	57
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Organigrama de Ingeniería y Servicios de Colombia S.A.S.....	15
Figura 2	Ubicación satelital del proyecto de vivienda.....	16

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Relación de precio cotizados por varillas de 12 m.....	19
Tabla 2	Resumen de precio y tiempo de entrega por proveedor para acero recto.....	19
Tabla 3	Matriz de importancia para acero recto.....	20
Tabla 4	Resumen de precio y tiempo de entrega por proveedor para acero figurado.....	20
Tabla 5	Matriz de importancia para acero figurado.....	20
Tabla 6	Corte de obra.....	25
Tabla 7	Actividades programadas, cumplimiento y razones de no cumplimiento. Semanal por subcontratista.....	41
Tabla 8	Cumplimiento subcontratista de estructura y acabados.....	42
Tabla 9	Cumplimiento subcontratista hidráulico y sanitario.....	42
Tabla 10	Cumplimiento subcontratista eléctrico.....	43
Tabla 11	Cumplimiento subcontratista metalmecánico.....	44
Tabla 12	Cumplimiento de subcontratistas semana 1.....	44
Tabla 13	Cumplimiento de subcontratistas semana 2.....	45
Tabla 14	Cumplimiento de subcontratistas semana 3.....	46
Tabla 15	Cumplimiento de subcontratistas semana 4.....	46
Tabla 16	Razones y porcentajes, de no cumplimiento.....	47

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1	Cumplimiento subcontratista de estructura y acabados.....	42
Grafico 2	Cumplimiento subcontratista hidráulico y sanitario.....	43
Grafico 3	Cumplimiento subcontratista eléctrico.....	43
Grafico 4	Cumplimiento subcontratista metalmecánico.....	44
Grafico 5	Cumplimiento de subcontratistas semana 1.....	45
Grafico 6	Cumplimiento de subcontratistas semana 2.....	45
Grafico 7	Cumplimiento de subcontratistas semana 3.....	46
Grafico 8	Cumplimiento de subcontratistas semana 4.....	47
Grafico 9	Razones y porcentajes, de no cumplimiento.....	48

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1	Instalación del acero en la placa.....	25
Imagen 2	Acero instalado en la placa.....	26
Imagen 3	Instalación de casetones.....	26
Imagen 4	Suministro y colocación de concreto.....	27
Imagen 5	Suministro y colocación de concreto.....	27
Imagen 6	Placa fundida.....	28
Imagen 7	Desencofrado de formaleta.....	28
Imagen 8	Retiro de los casetones.....	29
Imagen 9	Instalación del acero en las columnas.....	30
Imagen 10	Instalación de la formaleta en las columnas.....	30
Imagen 11	Mezcla de concreto para las columnas.....	31
Imagen 12	Colocación de concreto mediante autobomba.....	32
Imagen 13	Suministro y colocación de concreto para cubierta.....	32
Imagen 14	Personal ubicando el concreto mediante autobomba.....	33
Imagen 15	Excavación de zanjas para colectores.....	34
Imagen 16	Cimentación de colectores.....	34
Imagen 17	Compactación de la cimentación de los colectores.....	35
Imagen 18	Relleno en material común.....	36
Imagen 19	Compactación de material común.....	36
Imagen 20	Construcción de cajas de inspección.....	37
Imagen 21	Friso e impermeabilización de cajas de inspección.....	37
Imagen 22	Replanteo de mampostería.....	38
Imagen 23	Mampostería.....	38
Imagen 24	Contención de formaleta.....	52
Imagen 25	Malla para friso.....	53
Imagen 26	Colocación de concreto mediante autobomba.....	53
Imagen 27	Instalación de redes sanitarias.....	54
Imagen 28	Redes eléctricas.....	55
Imagen 29	Platinas instaladas con pernos para escalera flotante.....	56
Imagen 30	Chazos RL para anclajes.....	56
Imagen 31	Claraboyas de los baños.....	57
Imagen 32	Nichos arquitectónicos.....	57
Imagen 33	Pérgolas y ventanales en fachada frontal.....	58
Imagen 34	Elementos descolgados.....	58
Imagen 35	Elementos descolgados en fachada lateral.....	59
Imagen 36	Escalera flotante principal.....	59

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA LAST PLANNER COMO METODOLOGÍA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO A LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO DE VIVIENDA.

AUTOR(ES): Juan Fernando Alfonso Saavedra Rangel

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Diego Leandro Blanco Muñoz

RESUMEN

La empresa ingeniería y servicios de Colombia S.A.S. aceptó implementar la metodología last planner como solución a una de sus necesidades, tener una supervisión estructurada de los procesos administrativos y operativos relacionados con sus obras. El presente documento, describe todas las actividades desarrolladas por el practicante, con el fin de cumplir los objetivos propuestos tales como: apoyo en las actividades administrativas mediante el uso de una metodología de selección de proveedores teniendo en cuenta costos, tiempos de entrega, tipo de proyecto y etapa constructiva en la que se encuentra el proyecto. Verificaciones en obra de los procesos constructivos de acuerdo a los diseños de interiores, arquitectónicos, estructurales, hidráulicos y sanitarios. Apoyo en las actividades del residente de obra, realizando cálculo de cantidades aproximadas de obra para los cortes de cobro de los subcontratistas. Programación semanal de las actividades de obra, verificando su porcentaje de cumplimiento y razones de no cumplimiento para posteriormente generar oportunidades de mejora. Finalmente, el practicante logró la consolidación de conocimientos teóricos aprendidos en la academia y la empresa pudo implementar la metodología last planner en un proyecto piloto que generó aprendizajes a tener en cuenta en futuros proyectos.

PALABRAS CLAVE:

Last planner, proyecto de vivienda, supervisión, procesos constructivos.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPPORT IN THE IMPLEMENTATION OF THE LAST PLANNER TOOL AS A CONTROL AND MONITORING METHODOLOGY FOR THE CONSTRUCTION ACTIVITIES OF A HOUSING PROJECT.

AUTHOR(S): Juan Fernando Alfonso Saavedra Rangel

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Diego Leandro Blanco Muñoz

ABSTRACT

Ingeniería y Servicios de Colombia S.A.S. accepted to implement the Last Planner Methodology as a solution to the need to have a structured and comprehensive supervision of administrative and operational processes related to their works. This document describes all the activities developed by the practitioner in order to meet the proposed objectives such as: support in administrative activities through the use of a supplier selection methodology taking into account costs, delivery times, type of project and constructive stage in which the project is located. On-site verification of construction processes according to interior, architectural, structural, hydraulic and sanitary designs. Support in the activities of the resident engineer, performing calculation of approximate amounts of work for the collection cuts of subcontractors. Weekly programming of work activities, verifying their percentage of compliance and reasons for non-compliance to subsequently generate opportunities for improvement. Finally, the practitioner achieved the consolidation of theoretical knowledge learned in the academy and the company managed to implement the Last Planner methodology in a pilot project that generated improvements in the different construction processes that will be implemented in future projects.

KEYWORDS:

Last planner, housing project, supervision, construction processes.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

En las obras de construcción civil se evidencian falencias en aspectos tan significativos y trascendentes como la planificación, pues a pesar de que, con anticipación, se hayan analizado y programado las actividades, el nivel de certeza en el cumplimiento es muy bajo. Por lo anterior se hace imprescindible implementar una metodología para controlar, dirigir, seguir y evaluar continuamente los procesos constructivos con el propósito de reducir la incertidumbre y variabilidad entre lo planeado y ejecutado.

La metodología de planificación ***Last Planner*** es una muy buena opción como sistema de control que ayuda a mejorar el cumplimiento de actividades y a optimizar el uso de los recursos (humano, material, equipo y financiero), además de ser sencilla de implementar, integra a todo el personal relacionado con la obra (ingenieros, maestros de obra, subcontratistas, oficiales y ayudantes). De esta manera se logra una gestión completa, información más confiable y una menor incertidumbre y variabilidad entre lo planeado y lo ejecutado, pues los porcentajes de actividades cumplidas y las razones de no cumplimiento son guía y base permanente para las actividades del proyecto. El control de costos y del tiempo de ejecución en un proyecto es fundamental, ya que, básicamente, ahí radica el éxito o fracaso del mismo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Apoyar las actividades de planeación, control y seguimiento de los procesos constructivos mediante el uso de la metodología ***Last Planner***

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1. Apoyar las actividades administrativas de pedidos de materiales, compras y cálculo de cantidades aproximadas de obra.
- 2.2.2. Planear costos relacionados al proyecto de vivienda y llevar a cabo el seguimiento de las actividades que representan dichos costos.
- 2.2.3. Planear y actualizar la programación con base en los cambios identificados en el seguimiento mediante la metodología ***Last Planner***.
- 2.2.4. Identificar oportunidades de mejora en procedimientos de construcción de un proyecto de vivienda.

3. GLOSARIO

Curado: es el proceso por el cual el concreto elaborado con cemento hidráulico madura y endurece con el tiempo, como resultado de la hidratación continua del cemento en presencia de suficiente cantidad de agua y de calor. [1]

Fraguado: el proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. [2]

Estribos: son varillas de acero dobladas de tal forma que ayudan a posicionar los refuerzos longitudinales en vigas o columnas. También se le llama flejes o acero figurado. [3]

Poliestireno expandido: Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire. En Colombia se le conoce como Icopor. [4]

Casetones: designa los sólidos rectangulares que se instalan en un techo o placa los cuales generan un vacío que aligeran la estructura. [5]

Antisol: es una emulsión acuosa de parafina que forma, al aplicarse sobre el concreto o mortero fresco, una película impermeable que evita la pérdida prematura de humedad, para garantizar un completo curado del material. [6]

Formaleta: es un sistema de encofrado fundamental para la construcción de vivienda. Es uno de los principales factores para el rendimiento constructivo del proyecto e influye directamente en la apariencia y calidad de la superficie. [7]

Mampostería: actividad que se refiere a la construcción de muros mediante la colocación manual de elementos de un tamaño manejable para la mano del hombre como lo son los ladrillos y bloques cerámicos, bloques de concreto prefabricados, piedras talladas de forma regular o irregular. [8]

4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

4.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

INGENIERIA Y SERVICIOS DE COLOMBIA S.A.S. es una Empresa fundada en el año 2006 en la ciudad de Bucaramanga, por un grupo de ingenieros que han orientado sus esfuerzos en la búsqueda constante de la productividad en las diferentes áreas de la ingeniería del sector público y privado, brindando así soluciones viables y sostenibles por medio de las obras civiles que se desarrollan.

La empresa inició su trayectoria ejecutando proyectos de construcción en el sector público y privado. Tiene una amplia experiencia en la rama de la ingeniería civil dedicada a las redes hidrosanitarias que conforman sistemas de acueductos y alcantarillados.

Actualmente **INGENIERIA Y SERVICIOS DE COLOMBIA S.A.S.** es reconocida por desarrollar proyectos de calidad en las diferentes áreas de la ingeniería civil, manteniendo siempre los principios éticos y morales.

Los procesos que realiza se basan en planes de gestión integral elaborados para cada proyecto, en donde se tienen en cuenta: el uso de materiales de alta calidad, proveedores reconocidos en el mercado, la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, la disposición adecuada de residuos en lugares autorizados, el correcto almacenamiento y manejo de materiales y sustancias catalogadas como peligrosas, el mantenimiento preventivo de equipo y maquinaria, la entrega oportuna de dotación y elementos de protección para todo el personal, etc.; todo esto con el fin de garantizar la calidad de los trabajos ejecutados, la satisfacción de los clientes y cumplir el objetivo cercano de certificar el Sistema de Gestión en Calidad de la empresa.

4.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

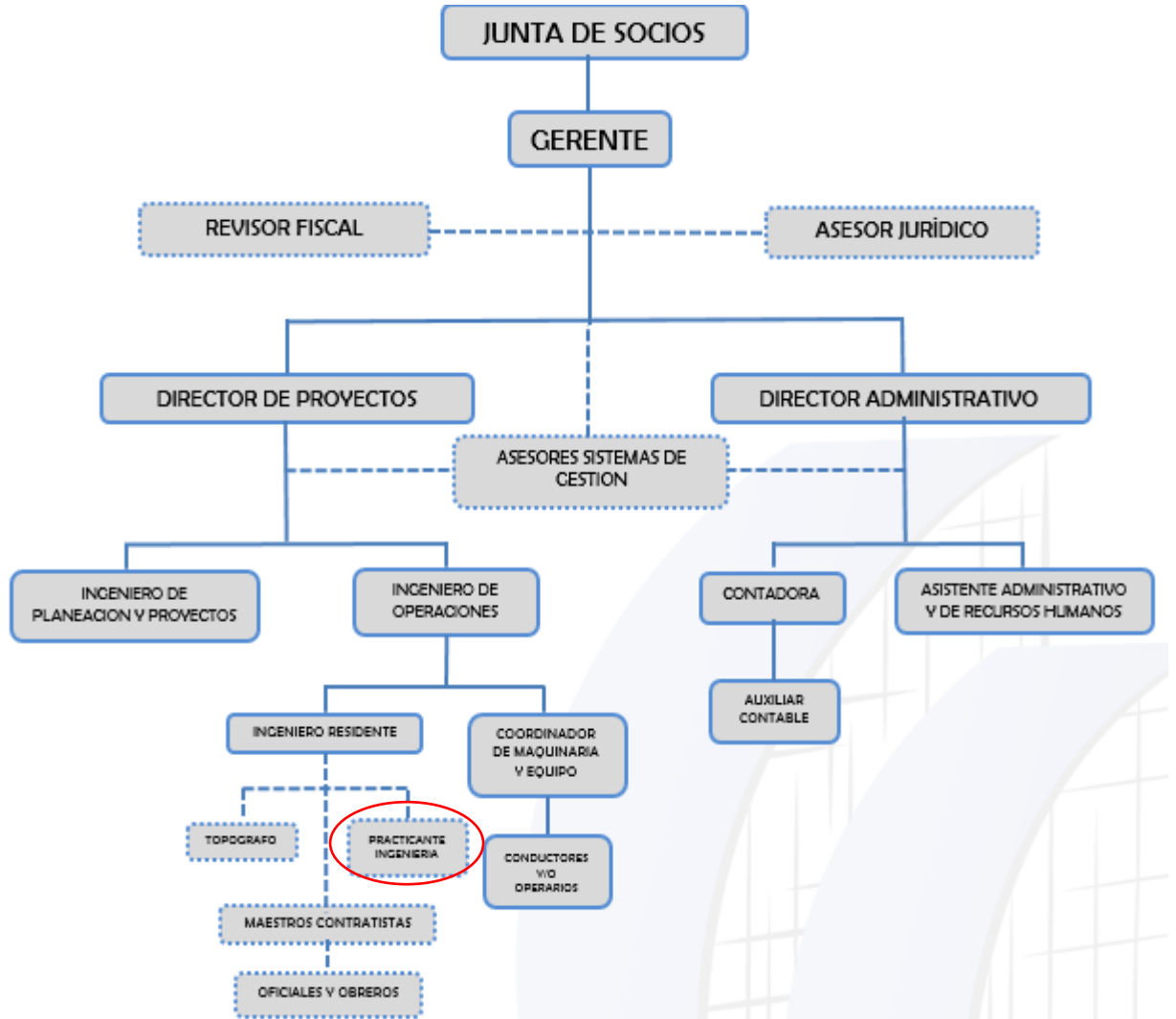


Figura 1- Organigrama Ingeniería y Servicios de Colombia S.A.S

5. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto es la construcción de una vivienda unifamiliar conformada por dos pisos más área disponible, cuya área construida será de 479 m² y para lo cual se cuenta con un lote de 663,81 m².

La vivienda estará ubicada en el condominio Punta Ruitoque, etapa II, desarrollado en las mesetas inclinadas del extremo nororiental de la Mesa de Ruitoque.



Figura 2- Ubicación Satelital del proyecto de vivienda

El proyecto tiene una característica particular y es que la vivienda en construcción es para la representante legal de la empresa INGENIERIA Y SERVICIOS DE COLOMBIA S.A.S por lo cual no se ha tenido un presupuesto base, sino que se está buscando la mayor eficiencia en los diferentes procesos teniendo en cuenta que es su empresa quien ejecuta la obra. Sin embargo se tiene un estimado de costo total de construcción \$900´000.000, sin tener en cuenta el valor del lote, que corresponde a \$406´000.000.

Los propietarios de la vivienda, se motivaron a realizar este proyecto debido a que la finca raíz representa uno de los negocios más rentables de inversión y siendo ellos constructores y teniendo la infraestructura para desarrollar el proyecto comenzaron la ejecución de los trabajos.

El condominio Punta Ruitoque está ubicado sobre el anillo vial de Ruitoque a 4,8 Kms de la autopista Floridablanca – Bucaramanga.

El condominio está organizado en sub-áreas con porterías y zonas comunes autónomas. Además cuenta con un club condominial para todos los propietarios con un gran porche de recibo, salón – restaurante, sala VIP, zona húmeda para hombres y mujeres, terraza cubierta, piscina tipo resort con zona infantil y jacuzzi, áreas de asoleamiento, canchas deportivas, entre otros.

Dentro del condominio hay diferentes tipos de casas, de acuerdo a la localización de cada lote. El tipo de casa que se está construyendo es la “Casa bajando”, esta casa es un modelo especial para los lotes de la orilla, lotes que tienen la visual a la ciudad de Bucaramanga, este modelo de casa es la única que tiene 3 pisos (dos pisos y un disponible), por ende es la casa más grande y completa que se va a ver en el CONDOMINIO PUNTA RUITOQUE 2.

La casa está distribuida en tres plantas así:

Planta disponible: habitación de huéspedes con baño privado, gimnasio, turco, baño social, sala de tv y bar. Piscina, jacuzzi y barbecue.

Planta primer piso: Hall de entrada, baño social, estudio, cocina, sala, comedor, zona de ropas, alcoba de servicio con baño.

Planta segundo piso: habitación principal con baño privado, y dos terrazas, dos habitaciones cada una con baño privado y estar de tv.

El diseño arquitectónico básico estuvo a cargo del Arq. Olman Martínez. Posteriormente se efectuó un rediseño que incluye interiorismo por el Arq. Enrique Corzo, a partir de este último se elaboró el diseño estructural por el Ing. Robinson Mantilla. Estos diseños fueron aprobados inicialmente por Urbanas SA y luego por la curaduría 2 de Floridablanca. Adicionalmente se contrataron diseños de iluminación y sonido, automatización y domótica, con Best Life y con base en este, el diseño eléctrico a cargo del Ing. Federico Ferrada. Los diseños

hidrosanitarios los realizó del Ing. Ramiro Rangel, propietario del proyecto.
Las alarmas y cámaras de seguridad fueron contratadas con SIVITEC y la
ventanería, puertas en vidrio y pasamanos VENTANAR S.A.

Los proveedores del proyecto son:

Concreto y cemento: CEMEX S.A.

Acero: Ferretería GyJ - Tornisa

Tuberías hidrosanitarias y accesorios: FERRETERIA ALDIA S.A.

Tuberías Eléctricas y accesorios: Distribuciones Eléctricas JE

Pisos y enchapes, aparatos hidrosanitarios, accesorios y grifería: AMBIENTA
STUDIO, DECORCERAMICA Y ATTMOSFERAS

Cocina (incluye torre de hornos y electrodomésticos): AMBIENTA STUDIO

Piscina (equipos y materiales) y jacuzzi (hidromasajes) GRIFOS

En el momento está en espera la elaboración de la carpintería de madera
(puertas, closets y muebles), se tienen tres cotizaciones.

6. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

Realicé una hoja de cálculo para comparar los precios de acero corrugado cotizados a 3 proveedores de este material. En esta hoja se visualiza el precio por kilogramo de cada designación de acero cotizado en los respectivos proveedores, esto con el fin de facilitar a la empresa los datos a la hora de hacer un futuro análisis de precios unitarios en el presupuesto que ellos requieran.

Posteriormente elaboré una matriz de importancia, teniendo en cuenta los parámetros indicados por el director del proyecto, de acuerdo a las características que necesitaba la obra en ese momento, partiendo de una tabla resumen que contiene precios totales de cada proveedor y tiempo de entrega como factores determinantes a la hora de escoger la opción más adecuada.

TABLA DE RELACION PRECIOS COTIZADOS POR VARILLAS DE 12 M									
DESIGNACION BARRA #	PESO/M	PESO VARILLA 12 M	CANTIDAD	PRECIOS PARCIAL (PROVEEDOR 1)	PRECIOS PARCIAL (PROVEEDOR 2)	PRECIOS PARCIAL (PROVEEDOR 3)	PRECIOS/KG (PROVEEDOR 1)	PRECIOS/KG (PROVEEDOR 2)	PRECIOS/KG (PROVEEDOR 3)
6 MM	0,222	2,664	50	\$ 321.012	\$ 254.944	\$ 370.854	\$ 2.410	\$ 1.914	\$ 2.784
2	0,25	3					\$ 0	\$ 0	\$ 0
3	0,56	6,72					\$ 0	\$ 0	\$ 0
4	0,994	11,928	70	\$ 1.444.798	\$ 1.343.993	\$ 1.608.796	\$ 1.730	\$ 1.610	\$ 1.927
5	1,552	18,624	100	\$ 3.219.791	\$ 2.995.186	\$ 3.560.213	\$ 1.729	\$ 1.608	\$ 1.912
6	2,235	26,82	5	\$ 232.199	\$ 215.998	\$ 310.481	\$ 1.732	\$ 1.611	\$ 2.315
7	3,042	36,504	5	\$ 315.788	\$ 293.758	\$ 415.320	\$ 1.730	\$ 1.609	\$ 2.275
8	3,973	47,676							
9	5,06	60,72							
10	6,404	76,848							
11	7,907	94,884							
14	11,38	136,56							
18	20,24	242,88							
PRECIO TOTAL				\$ 5.533.588	\$ 5.103.879	\$ 6.265.664			
PRECIO ACERO FIGURADO							\$ 1.770	NA	\$ 2.120

Tabla 1- Relación de precio cotizados por varillas de 12 m

* El proveedor 2 no presta el servicio de figurar el acero por lo cual aparece en la tabla NA= No Aplica

TABLA RESUMEN (Acero Recto)

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
PRECIO ACERO RECTO	\$ 5.533.588	\$ 5.103.879	\$ 6.265.664
TIEMPO DE ENTREGA ACERO RECTO(DIAS)	4	2	1

Tabla 2-Resumen de precio y tiempo de entrega por proveedor para acero recto

MATRIZ DE IMPORTANCIA ACERO RECTO

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
PRECIO ACERO RECTO (80%)	60	80	40
TIEMPO DE ENTREGA ACERO RECTO (20%)	0	10	20
Total	60	90	60

Tabla 3- Matriz de importancia para acero recto

Según la matriz de importancia, determiné que el proveedor más adecuado era el 2, ya que para este caso el precio era el menor en comparación a los otros proveedores y su tiempo de entrega estaba muy próximo al más rápido. Para esta matriz el precio del acero era más determinante que el tiempo de entrega.

Realicé el mismo proceso para el acero figurado cambiando la importancia de la matriz

TABLA RESUMEN (Acero Figurado)

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
PRECIO ACERO FIGURADO	\$ 1.770	NA	\$ 2.120
TIEMPO DE ENTREGA ACERO FIGURADO (DIAS)	15	NA	1

Tabla 4- Resumen de precio y tiempo de entrega por proveedor para acero figurado

MATRIZ DE IMPORTANCIA (Acero Figurado)

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
PRECIO ACERO FIGURADO (40%)	40	NA	10
TIEMPO DE ENTREGA ACERO FIGURADO (60%)	10	NA	60
Total	50	NA	70

Tabla 5- Matriz de importancia para acero figurado

Este cuadro comparativo lo presenté a la dirección de obra quien determinó, basándose en su experiencia y en la necesidad específica de este proyecto que el proveedor más adecuado para suministrar el acero figurado era el 3 ya que en ese momento se necesitaban los estribos de manera urgente para continuar con el proceso constructivo de la vivienda sin retrasar las actividades sin importar tanto la diferencia de precios que había entre los dos proveedores que prestaban el servicio de figurar el acero. En este caso se le dio más importancia al tiempo de entrega que al precio del acero por las condiciones del proyecto.

Junto con el director del proyecto se calculó la cantidad de concreto para la segunda placa utilizando la herramienta computacional Autocad con los respectivos planos estructurales de la vivienda y corroborando la información con lo presente en obra.

Parte superior

- Área = $(0,5*8,17+0,3*4,4+0,6*1,4+5,65*8,3+4,75*2,65+8,72*6,43+7,67*7,87-0,3*1,3) = 181,77 \text{ m}^2$
- Espesor = 0,05m
- Volumen = $181,77*0,05 = 9,09 \text{ m}^3$

Riostras

- Longitud = $51,12+11,75+50,19+44,4+7,07 = 164,53 \text{ m}$
- Ancho = 0,1 m
- Alto = 0,35 m
- Volumen = $164,53*0,1*0,35 = 5,76 \text{ m}^3$

Viga borde

- Longitud = $7,67+15,14+5,83+10,1+15,74+0,8 = 55,28 \text{ m}$
- Ancho = 0,15 m
- Alto = 0,35 m
- Volumen = $55,28*0,15*0,35 = 2,90 \text{ m}^3$

Viga tipo

- Longitud = $8,72+4,4+8,72+5,65*2+8,3*3+2,6+(7,87+6,43+2,65)*2+4,75+8,17 = 107,46 \text{ m}$
- Ancho = 0,3 m
- Alto = 0,35 m
- Volumen = $107,46*0,3*0,35 = 11,28 \text{ m}^3$

Viga descolgada

- Longitud = 7,67 m
- Ancho = 0,4 m
- Alto = 0,45 m
- Volumen = $7,67*0,4*0,45 = 1,38 \text{ m}^3$

Volumen total = $(9,09 + 5,76 + 2,9 + 11,28 + 1,38)*1,1 = 33,45 \text{ m}^3$

Aproximadamente 34 m³

Al volumen total le adicioné el 10% por petición del director del proyecto, debido al ensanchamiento o deformación que presentan los casetones de poliestireno. Este porcentaje se determina con base en la experiencia de la fundida de la primera placa.

Coticé el precio del metro cubico de concreto con bomba en tres empresas de reconocida reputación en el mercado y recomendé la opción más económica la cual fue de \$310.000.

Realicé el cálculo de las cantidades aproximadas ejecutadas por los subcontratistas para el corte de obra

Actividad				
Excavacion	Largo	Ancho	Alto	Parcial
muro	6	1,2	1,6	11,52
Zapata Col. Circular	2,65	0,8	1,6	3,392
Zapata Col. Circular	1,4	0,8	0,8	0,896
Micropilotes	0,25	0,25	0,6	0,3
Muros Laterales	8,3	0,2	0,25	0,83
Muro Posterior	21,9	0,2	0,35	1,533
Micropilotes	0,25	0,25	0,6	0,3
			Total	18,771
Relleno	18,39	1,8	3,5	115,857
	5,4	5,6	0,55	16,632
	6	1,5	0,5	4,5
			Total	136,989
Replanteo	13,5	0,9		12,15
	2,8	2,1		5,88
	26	0,9		23,4
			Total	41,43
Mamposteria				
Mamposteria Temosa	8,3		0,4	6,64
Mamposteria Temosa	21,9		0,7	15,33
			Total	21,97

Concreto								
12 Columnas (0,4x0,3)			3	36	ML			
1 Columna Circular D=0,4			3	3	ML			
Vigas amarre	2,4	0,3	0,3	0,216				
Vigas amarre	8,3	0,2	0,25	1,66				
Vigas amarre	21,9	0,2	0,35	1,533				
Vigas amarre	21,9	0,2	0,25	1,095				
Zapata Muro Lateral	12	0,9	0,35	3,78				
Zapata Muro Lateral	2	2,4	0,35	1,68	pre mezclado			
8 Columnetas			1,3	10,4	ML			
8 Columnetas			1	8	ML			
Ciclopeo	0,8	0,8	1,4	0,896				
Pedestal	0,6	0,6	2,2	0,792				
Zapata	0,8	0,8	0,45	0,288				
			Total	10,26				

Acero 1/2								
Muro Posterior	23,9	8		191,2				
Muro Posterior	1,8	4		57,6				
Muros Laterales	8,2	8		131,2				
Muros Laterales	1,2	4		38,4				
Viga 1	2	4		8				
Viga 2				5,6				
Vt-1	20,6			20,6				
Vt-2	24,4			122				
Vt-3	20			40				
Vt-4	6,75			13,5				
Vt-6	8,2			49,2				
				8,3				
Muro Lateral concreto	24	2,2		52,8				
	80	4		320				
	48	3		144				
	104	1,2		124,8				
	16	6		96				
			Total	1423,2	ML			
			Varillas	237,2		Peso	1414,66	

Acero 3/8						
Columnas 1er piso	416	1,31		544,96		
Columnas 1er piso	416	0,4		166,4		
Columnas 1er piso	416	0,5		208		
Viga 1	76	1,63		123,88		
Viga 1	76	0,57		43,32		
Viga 2	114	1,23		140,22		
Viga 3	129	1,23		158,67		
Viga 4	36	1,23		44,28		
Viga 4A	59	1,23		72,57		
Viga A	83	1,23		102,09		
viga B y Ba	63	1,23		154,98		
Viga C	91	1,23		111,93		
Vida D y E	264	1,23		324,72		
Vt-1	78	0,54		42,12		
Vt-2	495	0,54		267,3		
Vt-3	176	0,54		95,04		
Vt-4	98	0,54		52,92		
Vt-6	294	0,54		158,76		
	55	0,54		29,7		
Viga Borde	390	0,92		358,8		
			Total	3200,66	ML	
			Varillas	533,44		Peso 1792,37
Acero 5/8						
Columnas 1er piso	13	4		52		
Viga 1	6	7,9		47,4		
Viga 2	13,05	6		78,3		
Viga 3	14,2	6		85,2		
Viga 4	5	5		25		
Viga 4A	6,3	6		37,8		
Viga A	9,25	6		55,5		
viga B y Ba	8,5	6		102		
Viga C	10,85	6		65,1		
Vida D y E	16,15	12		193,8		
Vt-1	4	1		4		
Vt-2	4	5		20		
Vt-3	4	2		8		
Vt-4	6,75	2		13,5		
Vt-6	8,2	6		49,2		
	8,3	1		8,3		
Viga Borde	58,5	4		234		
			Total	1079,1	ML	
			Varillas	179,85		Peso 1674,76

Acero 7/8								
Vt-1	4,6	1		4,6				
Vt-2	4,6	5		23				
Vt-3	4,6	2		9,2				
				Total	36,8	ML		
				Varillas	6,13		peso	111,95
Hierro 7mm								
Muro Posterior	147	0,9		132,3				
Muro Posterior	147	0,78		114,66				
Muro Posterior	74	0,86		63,64				
Muros Laterales	75	0,74		55,5				
Muros Laterales	222	0,78		173,16				
				Total	539,26	ML		
				varillas	89,88		peso	161,78

Tabla 6- Corte de obra

Supervisé las actividades de obra, siguiendo las indicaciones del director del proyecto, para garantizar que se realizaran de acuerdo con los estándares de costos, calidad y tiempo



Imagen 1 - Instalación del acero en la placa



Imagen 2 - Acero instalado en la placa

Al iniciar la práctica empresarial, la actividad que se estaba realizando era la de suministro e instalación de acero para la segunda placa. Esta actividad se realiza con base en el diseño estructural, se utilizó acero de $F_y=420$ Mpa. En esta actividad el director del proyecto me indicó el procedimiento para verificar, con base en los diseños estructurales y, de acuerdo a los planos presentes en obra, que el diámetro, longitud, traslapos y formas figuradas del acero fueran las correctas.



Imagen 3 - Instalación de casetones

Posteriormente se hizo el suministro e instalación de casetones, que para este caso eran de poliestireno expandido recubiertos de plástico, con el fin de aligerar la placa haciendo que la estructura sea más liviana y disminuyendo costos por concepto de volumen de concreto. Verifiqué que las dimensiones de

los casetones fueran las solicitadas en el diseño estructural para conservar el ancho de riostras y viguetas.



Imagen 4 - Suministro y colocación de concreto

Después de tener el acero y los casetones correctamente instalados, se procedió al suministro y colocación del concreto pre mezclado de 3000 psi según requerimientos estructurales. Evidenció mediante la realización de la prueba de asentamiento con el cono o slump que el asentamiento estuviera entre 10 cm y 15 cm de acuerdo con:

Tipo de construcción: elementos estructurales muy reforzados

Sistema de colocación: por bombeo

Sistema de compactación: secciones bastantes reforzadas con vibración;
Catalogados de esa forma en la NTC 396.



Imagen 5 - Suministro y colocación de concreto

La colocación del concreto se hizo mediante una bomba ya que la altura de la placa no requería otro tipo de tecnología, las cuales aumentan los costos. Es importante mencionar que esta actividad se retrasó 2 horas debido a fallas técnicas en una de las mezcladoras de concreto cuando se dirigía a la obra.



Imagen 6 - Placa fundida

El concreto se esparció uniformemente con una regleta tratando de dar el mejor acabado posible, después de que el concreto fraguó se le adicionó antisol para evitar fisuras en la placa, previamente corroboré que fuera para concreto y de una marca reconocida que garantizara la calidad del producto. Adicional a esto verifiqué durante los siguientes 28 días que se rociara agua a la placa para garantizar un adecuado curado y resistencia máxima.



Imagen 7 - Desencofrado de formaleta

Después de 8 días, cuando la placa había alcanzado una resistencia para sostener su propio peso, se retiró la formaleta inferior.



Imagen 8 - Retiro de los casetones

Posteriormente el personal encargado del suministro e instalación de los casetones, quienes no pertenecen a la empresa y por esta razón no cuentan con la dotación de color naranja, inicia con el retiro del poliestireno expandido y realiza el respectivo aseo, ya que este material se desintegra en una gran cantidad de partículas con facilidad. Para esta actividad verifiqué la reutilización de la mayoría de material en pro del medio ambiente y solicité los documentos de los lugares de disposición final para los escombros y sobrantes de la construcción, teniendo en cuenta que fueran sitios autorizados para realizar dicha actividad.



Imagen 9 - Instalación del acero en las columnas



Imagen 10 - Instalación de la formaleta en las columnas

Se realizó la actividad de suministro e instalación de acero para las columnas, con base al diseño estructural. Se utilizó acero de $F_y=420$ Mpa. En esta actividad verifiqué minuciosamente, de acuerdo a los planos presentes en obra, que el diámetro, longitud, traslapos y formas figuradas del acero fueran las indicadas. Posteriormente se instaló la formaleta metálica que da la forma y dimensiones necesarias para soportar la estructura.



Imagen 11 - Mezcla de concreto para las columnas

La fundida de las columnas se hizo de manera manual mediante el uso de una mezcladora de 1 bulto de cemento ya que el volumen de concreto correspondiente a las columnas no justificaba que fuera pre mezclado. Sin embargo también realicé la prueba de asentamiento con el cono o slump en la cual el asentamiento debía estar entre 10 cm y 15 cm de acuerdo al tipo de construcción:

Elementos estructurales muy reforzados,

Sistema de compactación: secciones bastantes reforzadas con vibración;

Catalogados de esa forma en la NTC 396.



Imagen 12 - Colocación de concreto mediante autobomba



Imagen 13 - Suministro y colocación de concreto para cubierta

La fundida de la tercera placa que corresponde a la cubierta se hizo mediante una autobomba debido a la altura en que se encontraba la estructura, el uso de esta tecnología facilita notablemente la ejecución de esta actividad. En esta actividad realicé la prueba de asentamiento con el cono o slump en la cual el asentamiento debía estar entre 10 cm y 15 cm de acuerdo al tipo de construcción:

Elementos estructurales muy reforzados

Sistema de colocación: por bombeo

Sistema de compactación: secciones bastantes reforzadas con vibración;
Catalogados de esa forma en la NTC 396.

Adicional a esto revisé cuidadosamente las medidas con los planos

arquitectónicos ya que, por ser la cubierta, había partes en vacío correspondientes a las claraboyas de los baños y a las pérgolas propias del diseño.



Imagen 14 - Personal ubicando el concreto mediante autobomba

El personal de la autobomba ubicó la manguera que suministra el concreto en la posición deseada mediante un control electrónico, evitando así el gran esfuerzo que se necesita al mover la manguera utilizando la tecnología tradicional de una bomba. En esta actividad comprobé el ancho de las viguetas y riostras, ya que los casetones pueden moverse al suministrar el concreto dejando muy poco espacio para el concreto entre ellos.



Imagen 15 - Excavación de zanjas para colectores

Se realizó la excavación en los extremos laterales de la casa para ubicar los colectores de aguas lluvias y sanitarias de la vivienda. Verifiqué la ubicación, ancho y profundidad de las zanjas basándome en el diseño sanitario.



Imagen 16 - Cimentación de colectores.

La tubería utilizada para los colectores es de PVC sanitaria en diámetro 6", confirmé que el recubrimiento de la cimentación de tubería en material granular, en este caso de arena, según especificaciones del diseño sanitario, fuera de 10 cm por debajo y 10 cm por encima, esto con el propósito de garantizar que la tubería no se vea afectada por material rocoso del relleno.



Imagen 17 - Compactacion de la cimentación de los colectores.

Se compactó la arena con un pisón manual para evitar el posterior reacomodamiento de las partículas por el peso del relleno y grandes deformaciones en la tubería. Verifiqué que se aplicara el método solicitado por el diseñador para la compactación de la cimentación de la tubería, para asegurar la resistencia y vida útil de la misma.



Imagen 18 - Relleno en material común.

Se rellenó con material común y/o conglomerado, el mismo que se excavó para hacer la zanja.

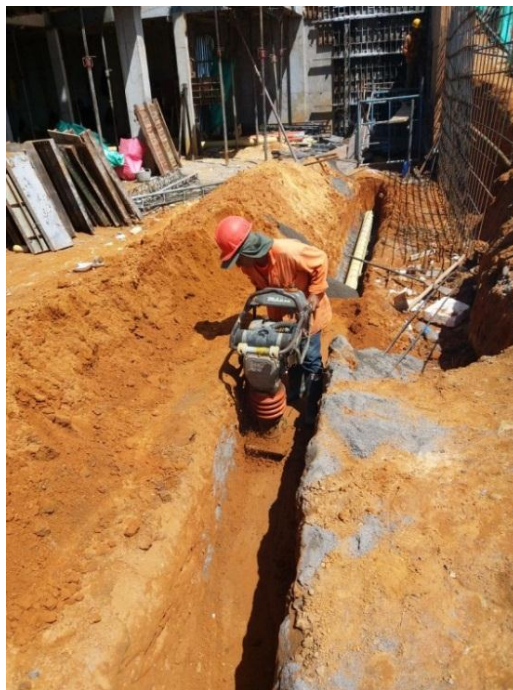


Imagen 19 - Compactación de material común.

El relleno se compactó en capas de 20 cms. mediante el uso de un vibro compactador mecánico, también llamado saltarín o canguro, para garantizar la densidad esperada y resistencia del terreno. Verifiqué que el método de compactación fuera el adecuado solicitado en las especificaciones del diseñador así como la profundidad de las capas compactadas.



Imagen 20 - Construcción de cajas de inspección.

Se construyeron las cajas para el cambio de dirección de los colectores con sus respectivas cañuelas, para este caso se hicieron en tubería de PVC con conexiones a 45 grados para garantizar el eficiente flujo del agua. En esta actividad, revisé que las dimensiones de las cajas de inspección fueran las indicadas y que para este diseño es del diámetro de la tubería más 20 cm a cada lado y mínimo de 0,50m x 0,50m.



Imagen 21 - Friso e impermeabilización de cajas de inspección.

Los colectores llegan a unas cajas principales de inspección, en esta actividad verifiqué que las cajas estuvieran frizadas para evitar la infiltración del agua al terreno que las rodea.



Imagen 22 - Replanteo de mampostería.

Se realizó el replanteo de la mampostería, que consiste en instalar la primera fila de ladrillos para garantizar la ubicación exacta donde van los muros, respecto a los planos arquitectónicos. Esto lo corroboré con los diseños arquitectónicos y diseños de interiores. Esta actividad es llevada a cabo por cuadrillas de 2 personas conformadas por 1 oficial y 1 ayudante.



Imagen 23-Mampostería.

Posteriormente se inicia la instalación de mampostería, pude constatar que esta

actividad tiene rendimientos más altos a los del replanteo. Verifiqué los niveles constantemente, mediante plomada, y controlé la cantidad de ladrillos ubicando previamente los necesarios para el muro que fuera a realizar cada mampostero y corroboré que estuvieran apilados ordenadamente para evitar el desperdicio. Esta actividad también se realiza en cuadrillas de 2 personas conformadas por 1 mampostero y 1 ayudante.

METODOLOGIA LAST PLANNER

La implementación de la metodología ***Last Planner*** para el control y seguimiento de las actividades la hice mediante un formato propio que realicé para ingresar los datos que busca tener en cuenta dicha metodología, los cuales son:

Actividades programadas por semana para cada maestro de construcción o subcontratista

Cumplimiento de estas actividades y las razones de no cumplimiento, cuando aplique.

Esta planeación la elaboré semanalmente y de la siguiente manera: antes de iniciar la semana se realiza una reunión con todo el personal: director del proyecto, subcontratistas y maestros; y se programan las actividades a realizar en cada frente de trabajo, teniendo en cuenta las restricciones que se pueden presentar por interferencias entre frentes de trabajo, por ser actividades predecesoras. Al terminar cada semana se verifica, junto con el Director de obra, el cumplimiento de las actividades programadas y se analizan las razones de no cumplimiento en las actividades que no se realizaron o que se realizaron incompletas.

	CONTRATISTA	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	CUMPLIMIENTO	RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO
SEMANA 1 (Enero 15 - Enero 20)	Estructura y acabados	anclajes en voladizo para fachada incluyendo mamposteria sobre estos	100	
		Antepiso sotano	100	
		finalizar filtros alrededor de la casa	90	por darle prioridad a otras actividades
		impermeabilizacion y relleno de perimetro de los muros	90	
		cimentacion de muro de contencion lateral izquierdo completa	100	
		mamposteria primer piso completa	80	porque se adicionó en la mamposteria una viga de refuerzo en la mitad
		mamposteria segundo piso completa	80	
	mamposteria cubierta completa	100		
	Hidraulico y sanitario	finalizar de instalar bajantes	100	
		instalar ramales horizontales de los baños pertenecientes a las habitaciones 1 y 2	50	quedo pendiente la de un baño por darle prioridad a los bajantes
	Electrico	terminar cajas de inspeccion de aguas lluvias y sanitarias (4 unidades)	100	
		reconocimiento del proyecto y reunion con el personal de la domotica	100	
		regatiar, entubar y resanar en las habitaciones 1 y 2	100	
instalacion de tuberia por el antepiso sotano		100		
se instalaron puntos eletricos de los aires acondicionados en las tres habitaciones y regatieron la habitacion de servicio				
SEMANA 2 (Enero 22 - Enero 27)	Estructura y acabados	armado de acero, formaleta y fundida de muro de contencion faltante	60	quedó pendiente fundirlo debido a la falta de triturado, arena y tabla de fondo
		finalizar filtros, impermeabilizacion y relleno de perimetro de muro faltante	0	por actividad predecesora incompleta la cual es la fundida del muro de contencion
		armado de acero, formaleta y fundida de tanque de almacenamiento aguas lluvias	60	quedó pendiente fundirlo debido a la falta de triturado y arena
		mamposteria total del primero y segundo piso	95	por el rendimiento de la actividad
		mamposteria de replanteo sotano	100	
		friso segundo piso (30%)	100	
	Hidraulico y sanitario	fundida de vigas de remate en la cubierta	100	
		terminar todo el alcantarillado sanitario (5 ramales horizontales)	60	por sifones de terrazas no previstos en el diseño y el rendimiento de los anclajes para la tuberia descolgada
		Excavacion de tanque de almacenamiento aguas lluvias	100	
	Electrico	instalacion de desagues para los aires acondicionados	100	
		regatiar, entubar y resanar en la cocina	0	porque no llegó el diseño de la cocina
		terminar de entubar y resanar habitacion de servicio	100	
		Acometida de comunicaciones y electrica	0	porque se pidieron tarde los materiales
instalacion de tablero automatico principal en el primer piso		100		
regatiar, entubar y resanar patio de ropas	50	por actividad predecesora ya que faltaba parte de la mamposteria		

SEMANA 3 (Enero 29 - Febrero 3)	Estructura y acabados	fundir el muro de contencion faltante	100	
		impermeabilizacion y relleno de muro faltante	0	por darle prioridad a otras actividades
		mamposteria total del primero y segundo piso	98	porque llegó tarde el detalle del baño principal suministrado por el diseñador de interiores
		fundir paredes tanque de almacenamiento de aguas lluvias	100	
		aumentar friso de segundo piso a 60%	100	
	adicionalmente se frisó la fachada frontal de la casa			
	Hidraulico y sanitario	terminar todo el alcantarillado sanitario (2 ramales horizontales)	50	porque falta la mamposteria de los lavamanos, falta definir el tipo de tina y no llegaron las platinas y los chazos necesarios para descolgar la tubería
		realizar la conexión de los aires acondicionados a las aguas lluvias	0	porque no llegaron las platinas
		regatiar todo lo necesario para lo hidraulico	0	porque no se definieron los tipos de aparatos sanitarios que se van a instalar
	Electrico	regatiar, entubar y resanar habitacion principal	100	
		regatiar, entubar y resanar estar de T.V.	100	
		finalizar puntos lectricos en el segundo piso	80	falta terminar la mamposteria del baño de la habitacion principal
		instalar puntos para luces de piso en la parte del tanque de almacenamiento de aguas lluvia	100	
		Adicionalmente se regatió, entubó y resanó el estudio y el baño principal de visita		
	SEMANA 4 (Febrero 5 - Febrero 10)	Estructura y acabados	mamposteria segundo piso completa	100
friso segundo piso completo			95	porque un frisador se enfermó
mamposteria sotano completa			80	por rendimiento de la actividad
friso de primero piso 10%			0	porque un frisador se enfermó
friso de fachadas 20%			100	incluso se hizo 10% más
fundir placa superior del tanque de almacenamiento de aguas lluvias			100	
antepiso terraza sotano y de la escalera auxiliar			100	
mortero de la cubierta		0	porque faltaba un bajante de aguas lluvias	
Hidraulico y sanitario		terminar alcantarillado sanitario (1 araña)	100	
		Excavacion de riego	100	
		Instalar tubería hidraulica del sotano y primer piso	100	incluso se instaló la del segundo piso
Electrico		instalar tubería de riego	100	
		regatiar, entubar y resanar en la cocina	100	
		instalacion de puntos de luces en el segundo piso	100	
Metalmechanico		reconocimiento del proyecto	100	
	fabricar formaletas de los pasos para escalera flotante	100		
	instalacion de platinas (19 unidades)	0	porque las platinas llegaron sin perforar	
	instalacion de soportes de las pencas	0	porque se le dio prioridad a otra actividad	
	fabricacion e instalacion de pencas para escalera principal hasta el descanso del sotano	0	porque se le dio prioridad a otra actividad	

Tabla 7 - Actividades programadas, cumplimiento y razones de no cumplimiento. Semanal por subcontratista.

Realicé una tabla y un diagrama de barras para visualizar el comportamiento del cumplimiento de las actividades programadas por subcontratista

ESTRUCTURA Y ACABADOS			
SEMANA	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES CUMPLIDAS	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO
1	8	7,4	92,50%
2	7	5,15	73,57%
3	5	3,98	79,60%
4	8	5,75	71,88%

Tabla 8 - Cumplimiento subcontratista de estructura y acabados.

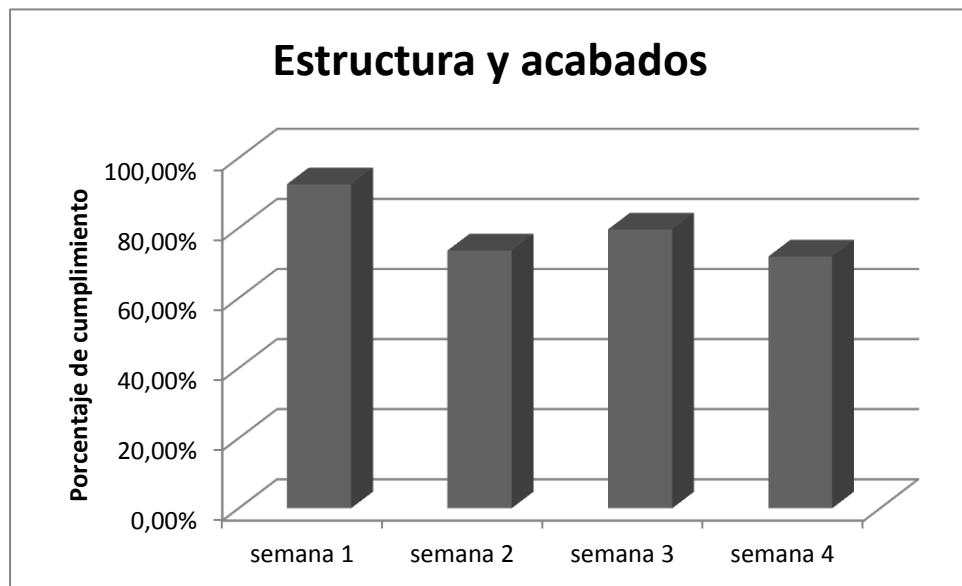


Grafico 1 - Cumplimiento subcontratista de estructura y acabados.

HIDRÁULICO Y SANITARIO			
SEMANA	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES CUMPLIDAS	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO
1	3	2,5	83,33%
2	3	2,6	86,67%
3	3	0,5	16,67%
4	4	4	100,00%

Tabla 9 – Cumplimiento subcontratista hidráulico y sanitario.

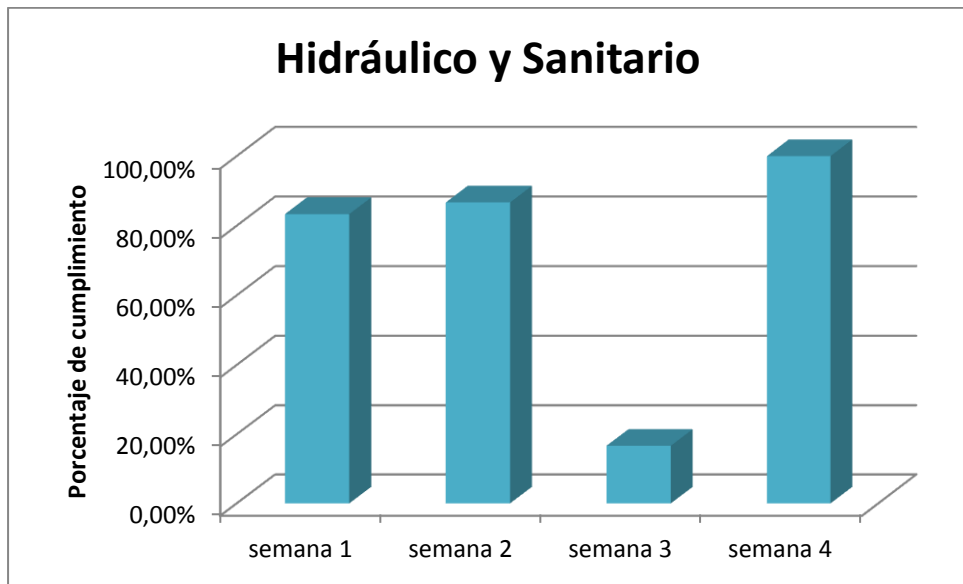


Grafico 2 - Cumplimiento subcontratista hidráulico y sanitario.

ELÉCTRICO			
SEMANA	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES CUMPLIDAS	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO
1	3	3	100,00%
2	5	2,5	50,00%
3	4	3,8	95,00%
4	2	2	100,00%

Tabla 10 - Cumplimiento subcontratista eléctrico.

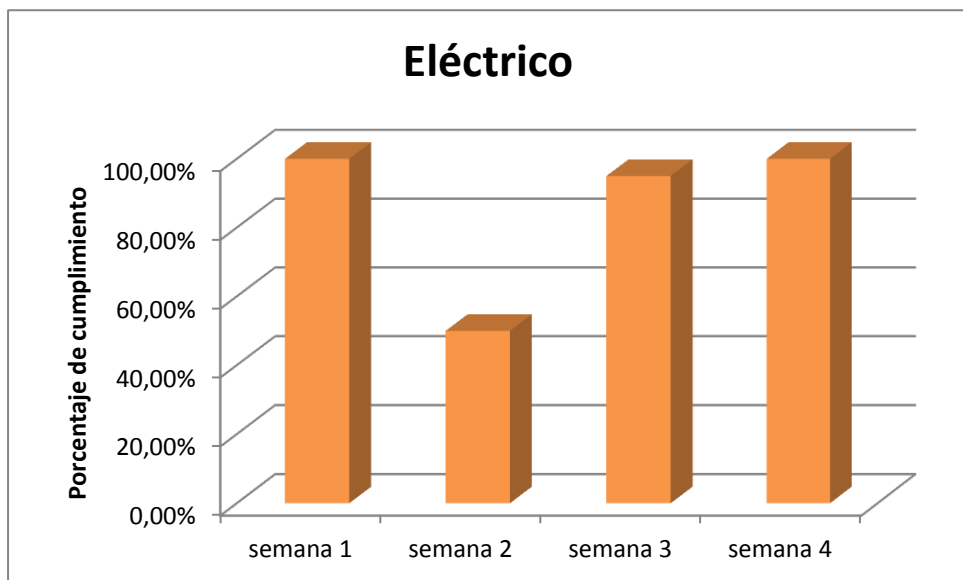


Grafico 3 - Cumplimiento subcontratista eléctrico.

METALMECÁNICO			
SEMANA	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES CUMPLIDAS	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO
1			
2			
3			
4	5	2	40,00%

Tabla 11 - Cumplimiento subcontratista metalmecánico.

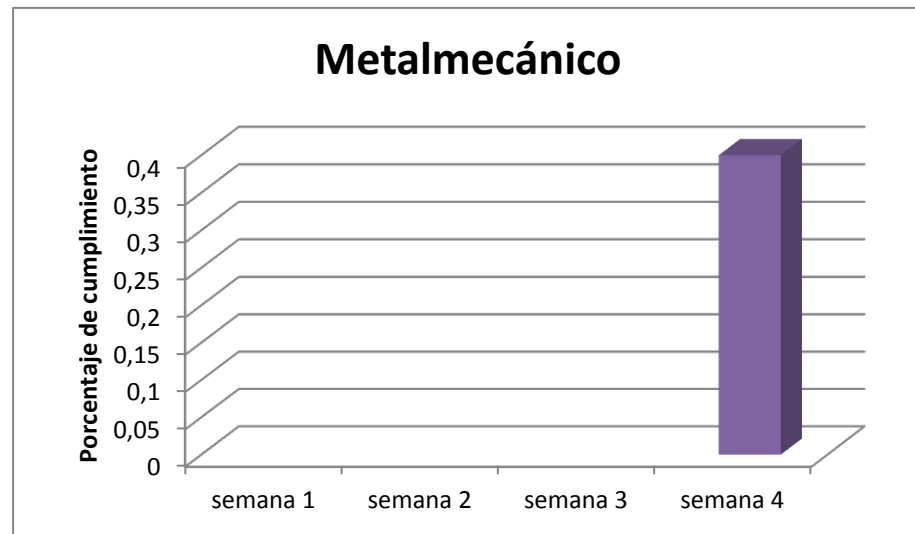


Gráfico 4 - Cumplimiento subcontratista metalmecánico.

Realicé una tabla y un gráfico por semana comparando el porcentaje de cumplimiento de las actividades entre los diferentes subcontratistas que se encontraban trabajando en ese intervalo de tiempo.

SEMANA 1	
Estructura	92,50%
Hidráulico	83,33%
Eléctrico	100,00%

Tabla 12 - Cumplimiento de subcontratistas semana 1.

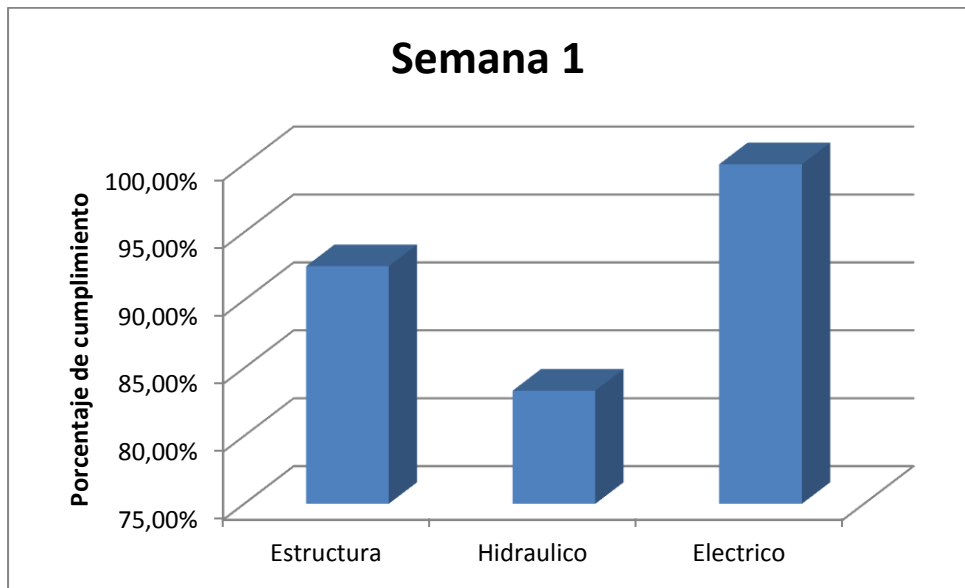


Grafico 5 - Cumplimiento de subcontratistas semana 1.

SEMANA 2	
Estructura	73,57%
Hidráulico	86,67%
Eléctrico	50,00%

Tabla 13 - Cumplimiento de subcontratistas semana 2.

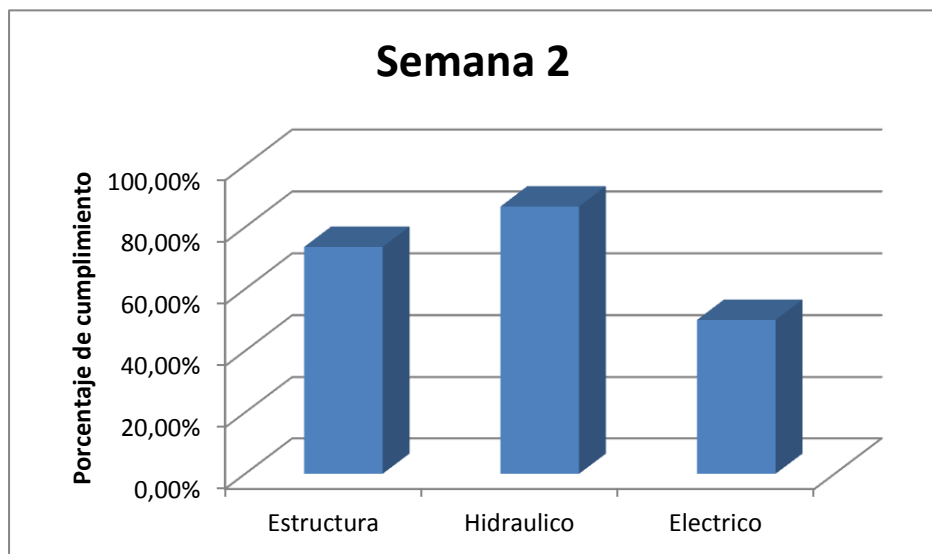


Grafico 6 - Cumplimiento de subcontratistas semana 2.

SEMANA 3	
Estructura	79,60%
Hidráulico	16,67%
Eléctrico	95,00%

Tabla 14 - Cumplimiento de subcontratistas semana 3.

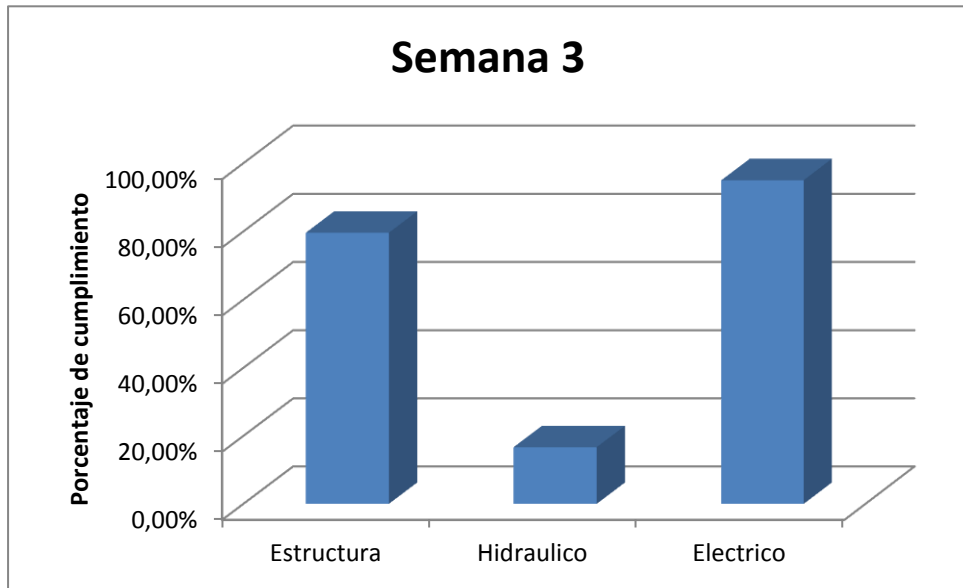


Grafico 7 - Cumplimiento de subcontratistas semana 3.

SEMANA 4	
Estructura	71,88%
Hidráulico	100,00%
Eléctrico	100,00%
Metalmecánico	40,00%

Tabla 15 - Cumplimiento de subcontratistas semana 4.

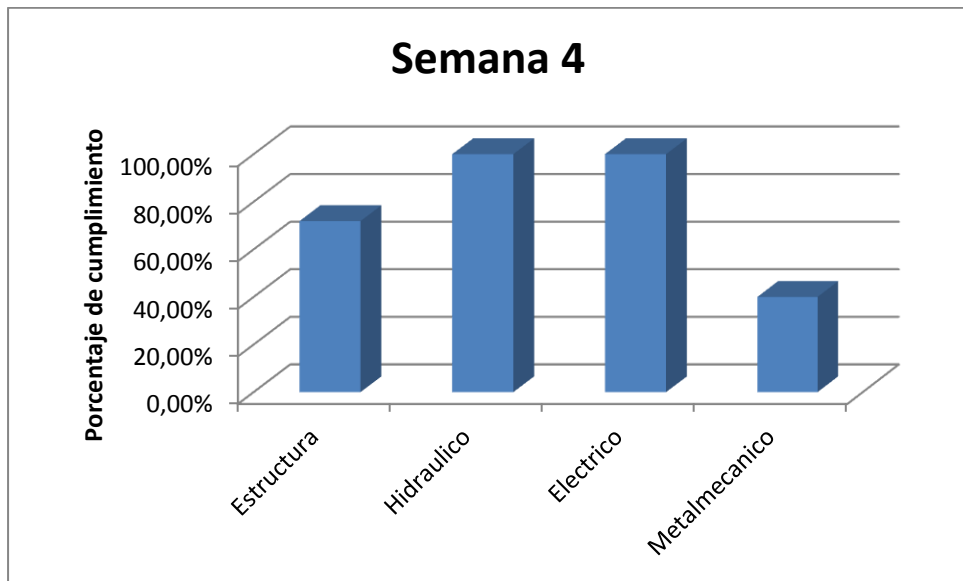


Grafico 8 - Cumplimiento de subcontratistas semana 4.

El subcontratista con mayor cumplimiento en sus actividades programadas fue el eléctrico sin embargo en la mayoría de los casos se obtuvieron buenos porcentajes de cumplimiento siendo considerados estos los que se encontraban por encima de 70%. A excepción del subcontratista metalmeccánico que en la única semana que se alcanzó a evaluar obtuvo un porcentaje muy por debajo.

Adicional a esto y como aporte muy importante para la empresa, realicé una tabla y un diagrama con las razones de no cumplimiento y el porcentaje de las mismas.

RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE DE NO CUMPLIMIENTO
Prioridad a otras actividades	5	19,23%
Cambios en el diseño	2	7,69%
Falta de algún material	6	23,08%
Actividad predecesora incompleta	5	19,23%
Rendimientos no planeados	2	7,69%
Falta de detalles en los diseños	4	15,38%
Enfermedad de algún empleado	2	7,69%
Total	26	100,00%

Tabla 16 - Razones y porcentajes, de no cumplimiento.

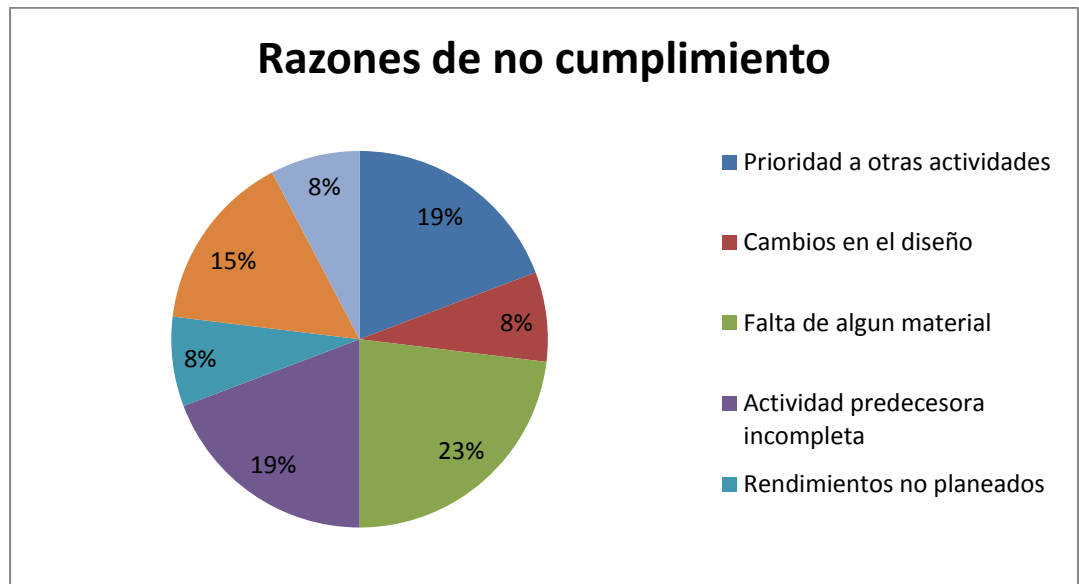


Grafico 9 - Razones y porcentajes, de no cumplimiento.

La razón más frecuente para el proyecto en el no cumplimiento de las actividades programadas fue la falta de algún material para lo cual se recomienda hacer junto a los maestros una planeación detallada de los insumos necesarios para realizar cada actividad y tener en cuenta los tiempos de entrega con el personal encargado del proceso de compras, personal administrativo.

7. APOORTE AL CONOCIMIENTO

Durante el tiempo laborado en la empresa, el practicante adquirió experiencia tanto para la vida profesional en el aprendizaje técnico, así como también en el aspecto humano y personal.

7.1. ADMINISTRATIVOS

El principal aporte tanto para la Empresa como para mí, es aprender a implementar y a aplicar la metodología **Last Planner**, utilizando como proyecto piloto la construcción de una vivienda unifamiliar en el Condominio Punta Ruitoque 2, con el fin de disminuir la variabilidad y la incertidumbre en los procesos y optimizar los recursos, por medio de una correcta planeación, programación, dirección, control y seguimiento de las actividades en la construcción.

Como aporte complementario a esto se deja una metodología de selección de proveedores para relacionar las labores operativas con las administrativas.

TABLA DE RELACION PRECIOS COTIZADOS POR VARILLAS DE 12 M									
DESIGNACION BARRA #	PESO/M	PESO VARILLA 12 M	CANTIDAD	PRECIOS PARCIAL (PROVEEDOR 1)	PRECIOS PARCIAL (PROVEEDOR 2)	PRECIOS PARCIAL (PROVEEDOR 3)	PRECIOS/KG (PROVEEDOR 1)	PRECIOS/KG (PROVEEDOR 2)	PRECIOS/KG (PROVEEDOR 3)
6 MM	0,222	2,664					\$0	\$0	\$0
2	0,25	3					\$0	\$0	\$0
3	0,56	6,72					\$0	\$0	\$0
4	0,994	11,928					\$0	\$0	\$0
5	1,552	18,624					\$0	\$0	\$0
6	2,235	26,82					\$0	\$0	\$0
7	3,042	36,504					\$0	\$0	\$0
8	3,973	47,676					\$0	\$0	\$0
9	5,06	60,72					\$0	\$0	\$0
10	6,404	76,848					\$0	\$0	\$0
11	7,907	94,884					\$0	\$0	\$0
14	11,38	136,56					\$0	\$0	\$0
18	20,24	242,88					\$0	\$0	\$0
PRECIO TOTAL				\$0	\$0	\$0			
PRECIO ACERO FIGURADO									

Desarrollé una hoja de cálculo para comparar los precios de 3 proveedores, donde se deben ingresar los datos de cantidad y precio parcial dado por el proveedor en la respectiva denominación de barra de acero y las casillas que tienen \$0 se calcularán automáticamente.

TABLA RESUMEN (Acero Recto)

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
PRECIO ACERO RECTO	\$ 0	\$ 0	\$ 0
TIEMPO DE ENTREGA ACERO RECTO(DIAS)			

De igual manera, se llenan automáticamente también las casillas que tienen \$0 y se deben ingresar los datos de tiempos de entrega suministrados por los proveedores para posteriormente ser tenidos en cuenta en la matriz de importancia.

MATRIZ DE IMPORTANCIA (Acero Recto)

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
PRECIO ACERO RECTO (80%)			
TIEMPO DE ENTREGA ACERO RECTO (20%)			
Total	0	0	0

Se asignará un porcentaje a cada proveedor, dependiendo de la importancia de la variable (tiempo o precio). Específicamente para el caso del acero se asignó el porcentaje más alto al proveedor que suministró el material en el menor precio. Para el caso del tiempo de entrega se estipuló el porcentaje más alto al proveedor que suministró el material en el menor tiempo posible, ya que la actividad de suministro e instalación de acero era crítica y predecesora de las siguientes actividades.

TABLA RESUMEN (Acero Figurado)

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
PRECIO ACERO FIGURADO	\$ 0	\$ 0	\$ 0
TIEMPO DE ENTREGA ACERO FIGURADO (DIAS)			

MATRIZ DE IMPORTANCIA (Acero figurado)

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
PRECIO ACERO FIGURADO (40%)			
TIEMPO DE ENTREGA ACERO FIGURADO (60%)			
Total	0	0	0

El mismo procedimiento que se realiza para el acero recto, también se realiza para el acero figurado, ya que son las mismas tablas que dependen de la primera y se asignan valores de la misma forma.

Es necesario resaltar que los porcentajes de la matriz de importancia pueden variar dependiendo de las características del proyecto.

La revisión constante y el análisis de los diseños (arquitectónico y estructural) son fundamentales para evitar la demolición de elementos que no se encontraban en el diseño definitivo. En este específicamente me refiero a la demolición de una columna presente en el diseño arquitectónico inicial, que se eliminó posteriormente en el segundo diseño. Cuando se revisó la construcción con base en los diseños, el director de obra encontró que esta columna no se encontraba en el diseño arquitectónico de la fachada, pero si en el diseño estructural. Se consultó entonces con el diseñador estructural, quien avaló la demolición de dicha columna, ya que no afectaría la estabilidad de la estructura.

Sin embargo este error representó los siguientes costos que se habrían podido evitar:

Concreto = $0,4 \text{ m} * 0,3 \text{ m} * 3 \text{ m} = 0,36 \text{ m}^3 * \$400.000/\text{m}^3 = \$144.000$

Acero = $70,12 \text{ kg} * \$4000/\text{kg} = \280.480

Demolición = $0,36 \text{ m}^3 * \$130.000/\text{m}^3 = \46.800

Retiro de escombros y sobrantes = $\$90.000$

Total= $\$561.280$

Para lo cual se recomienda no iniciar la construcción antes de tener todos los diseños necesarios coordinados entre las diferentes áreas y preferiblemente contar con modelos inmersivos de realidad virtual para tener mayor precisión del resultado esperado.

7.2. TECNICOS

7.2.1. Estructura y acabados



Imagen 24 - Contención de formaleta.

Considero que lo ideal es que los conocimientos teóricos y la experiencia práctica conformen la formación de un ingeniero civil, con el fin de conseguir un óptimo desarrollo profesional. Sin embargo, no resulta siempre fácil articular ambas facetas. Muchos procesos en la construcción no son dimensionables solo con la teoría, por ejemplo la instalación de formaleta, que es una actividad muy frecuente en las obras pero que no se aclara ni enseña lo suficiente en la academia universitaria, por lo cual se me hace necesario resaltar estos métodos aplicados en obra para sostener la formaleta por medio de cerchas, parales, chapetas, corbatines y alineadores. Considero que en el pensum académico se debería incluir una materia donde los estudiantes nos podamos familiarizar con los elementos utilizados en obra, así como con su instalación o montaje.

Por lo anterior considero que un gran aporte de esta práctica es entender y familiarizarme con los procesos que se efectúan en obra y los elementos, equipos y materiales utilizados, por ejemplo: como se marcan los puntos de referencia en campo para la localización de los planos ya en el terreno y para saber la ubicación de los elementos estructurales (columnas, zapatas, etc).



Imagen 25 - Malla para friso.

Como conocimiento adicional aprendido en la parte de los frisos puedo mencionar también el conocer la malla utilizada para la elaboración del friso en las uniones entre mampostería y concreto, esto con el fin de evitar la dilatación posterior del friso.



Imagen 26 - Colocación de concreto mediante autobomba.

La colocación del concreto por medio de autobomba también fue una actividad que me generó gran asombro al compararla con el rendimiento de la bomba tradicional de concreto, ya que se facilita notablemente el trabajo con esta máquina y se disminuyen los tiempos de fundid

7.2.2. Hidráulicos y sanitarios



Imagen 27 - Instalación de redes sanitarias.

En esta parte es necesario reconocer la importancia que tuvo cursar la materia optativa instalaciones hidráulicas y sanitarias para poder entender lo que se estaba realizando. Como conocimientos adicionales a los obtenidos en clase fue la familiarización con los diferentes materiales que se utilizan para la instalación de las redes como: limpiadores, soldaduras PVC, adaptadores, bujes, entre otros. Respecto a la realización de los cortes de obra la unidad de medida de las instalaciones internas se hace por puntos hidráulicos o sanitarios.

7.2.3. Eléctrico



Imagen 28 - Redes eléctricas.

En esta parte también se me hace necesario recalcar la importancia que tendría enseñar conocimientos generales sobre electricidad aplicada a la construcción específicamente como conocer que existen salidas tomacorriente GFCI para los baños y salidas conmutables en lugares como las habitaciones para encender y apagar desde dos puntos diferentes.

Respecto al corte de obra también se hace por puntos eléctricos pero a la hora de cobrar se le asigna un porcentaje dependiendo de lo realizado de la siguiente manera

Tubería instalada= 50%
Cableado o alambrado= 30%
Aparatos eléctricos instalados= 15%
Satisfacción final= 5%

7.2.4. Metalmecánico



Imagen 29 - Platinas instaladas con pernos para escalera flotante.

En el proyecto de vivienda se está realizando una escalera flotante tipo aleta de avión, la cual se sostiene solo de un lado y se hace por medio de unos chazos RL que menciono por la función que cumplen. También es importante señalar que es necesario un aditivo epóxico para anclajes para lograr una adherencia entre el metal de chazo y el concreto, que también era desconocido para mí.



Imagen 30 - Chazos RL para anclajes.

7.2.5. Arquitectónico

Los siguientes elementos arquitectónicos eran desconocidos para mí, así como su proceso constructivo, por tal razón los muestro en esta parte del proyecto



Imagen 31 - Claraboyas de los baños.

Claraboyas de los baños para la iluminación natural y ventilación.



Imagen 32 - Nichos arquitectónicos.

Nichos para la iluminación artificial de la doble altura.



Imagen 33 - Pergolas y ventanales en fachada frontal
Ventanas verticales.
Pérgolas en los balcones.



Imagen 34 - Elementos descolgados



Imagen 35 - Elementos descolgados en fachada lateral

Construcción de elementos descolgados



Imagen 36 - Escalera flotante principal

Detalles arquitectónicos que dan sensación de elemento sobrepuesto o flotante
Escaleras flotantes

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es recomendable utilizar una metodología de selección de proveedores que permita comparar factores o variables como costos y tiempos de entrega ya que estos influyen de manera distinta, dependiendo del proyecto y de la etapa constructiva en la que este se encuentre. Por ejemplo, en el caso de la estructura fue más importante escoger el proveedor que entregara el acero figurado en obra en el menor tiempo posible que buscar el proveedor con el menor costo o precio, ya que la etapa en la que se encontraba el proyecto era crítica y requería de manera inmediata el insumo.

La supervisión en obra es fundamental para garantizar que los procesos constructivos se realicen con los estándares de tiempo, calidad y costos. A pesar de que se deben garantizar los tres, el porcentaje de importancia de estos depende del proyecto; para este caso el más importante es la calidad ya que es un proyecto de vivienda estrato 5 que, según lo evidenciado, busca tener los estándares más altos en este aspecto.

La implementación de metodología **Last Planner** permite evidenciar las falencias que se tienen a la hora de planear y programar actividades de obra para posteriormente generar un aprendizaje que es un factor muy importante. Las actividades programadas antes de empezar una obra no suelen cumplirse en los tiempos establecidos por múltiples factores, incluso haciendo la programación semanal pudimos notar lo difícil que puede llegar a ser la coordinación entre los diferentes frentes de trabajo y tener en cuenta todo los factores que potencialmente pueden influir en la construcción (tiempos de entrega de proveedores, estado del tiempo, errores y retrasos en pedidos de material, etc).

Es vital para optimizar recursos, mejorar los rendimientos y cumplir lo programado en obra que se haga un control permanente de las actividades durante intervalos de tiempo cortos, tal como se hizo en la aplicación de esta metodología, y en condiciones ideales actualizar los tiempos ejecutados con los tiempos programados. Esto con el fin de minimizar la variabilidad entre lo programado y real.

La implementación de metodología **Last Planner** permite también mejorar procedimientos de construcción, pues esta metodología nos permite visualizar y deducir las razones de no cumplimiento en las actividades programadas. Para nuestro caso una razón común de no cumplimiento es la informalidad en la realización de los pedidos de materiales, se pudo evidenciar que ocurren diferentes situaciones que impiden contar con ellos en los tiempos requeridos cuando se solicitan de manera inadecuada, esto es, sin programación. Por lo anterior se recalcó a los encargados de cada frente de trabajo que sigan el

proceso implementado en la empresa basándose en las programaciones de actividades que se realizan semanalmente con la metodología **Last Planner**, y así puedan efectuar sus pedidos de manera completa y oportuna.

Lograr la coordinación entre los diferentes frentes de trabajo (director de obra, diseñadores, constructores, instaladores de redes, etc) es vital en cada etapa constructiva, ya que de esto depende el buen resultado y optimización de los recursos. Se sugiere el uso de modelos inmersivos de realidad virtual como herramienta de visualización que facilita el entendimiento de los planos, permitiendo de esta forma la coordinación y la planificación de los trabajos de manera secuencial de cada frente de trabajo.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ACI Committee 308 R “Guide to Curing Concrete”, American Concrete Institute, Detroit, 2001.
- [2] N. SANCHEZ. “fraguado y endurecimiento del hormigón(concreto)”. 2013
- [3] F. QUIROZ. “materiales de construcción”. 2015
- [4] H. RAMIREZ. (2005, October 12). Networks [Online]. Available: <https://www.textoscientificos.com/polimeros/poliestireno-expandido>

- [5] B. RISEBERO “historia dibujada de la arquitectura” 1991. Pgs 12-14.
- [6] SIKA COLOMBIA S.A.S. “curador para concreto y mortero en ambiente normal” 2017. Versión 01.01
- [7] O. SILVA. “formaletas para la construcción con sistemas industrializados” 2009.
- [8] IDRDR “mampostería” capitulo 17.1.2.1.2