

**Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en proyectos de la empresa García Vega
S.A.S.**

Lizeth Carolina Caballero Becerra

Trabajo de Grado para Optar por el Título de Ingeniera Civil

Director

Miguel Antonio Peralta Hernández

Especialista en Estructuras

Tutor

Fabio García Acevedo

Ingeniero Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2019

Dedicatoria

Mi tesis se la dedico con todo mi amor y cariño a mi segunda madre, mi tía Beatriz Becerra Gómez, por ayudar a mis padres y a mí en los momentos más difíciles de nuestras vidas, por siempre creer en mis capacidades, por ayudarme a crecer como ser humano y por mostrarme que siempre existen salidas ante las adversidades, por brindarme amor y cariño como si fuera tu propia hija, hoy que no estás con nosotros, recordamos con mucha nostalgia y cariño una mujer luchadora, trabajadora, bondadosa, sincera y amorosa, fiel a sus creencias y decisiones, excelente hija, esposa y una entregada madre, desearía que estuvieras conmigo compartiendo este logro, desde lo más profundo de mi corazón te agradezco por ser parte de mi vida y por darme la dicha de haberte conocido querida madre, te amamos mucho, vivirás por siempre en nuestros recuerdos y corazones.

Agradecimientos

Primero quiero agradecer a Jehová por permitirme llegar hasta este momento de mi vida y darme la oportunidad de cumplir la primera de muchas metas trazadas en mi vida, a mis padres por el gran esfuerzo que han realizado día tras día durante mi formación personal y profesional, a mi querida abuela, de quien he aprendido a ser fuerte y a recuperarme de todos y cada uno de los grandes golpes de la vida, a mi hermanita linda por ayudarme siempre, al resto de mi familia por estar apoyándome cada día, por último pero no menos importante a mi gran compañera Silvia, al personal del equipo de diseño y de ingeniería de la construcción metálica de la empresa García Vega S.A.S., a Fabio José García Vega y en especial a su padre, el Doctor Fabio García Acevedo por abrir las puertas de su corazón y permitirme cerrar con broche de oro mi proceso de formación, finalmente agradezco a todas aquellas personas que participaron de diferentes maneras en mi crecimiento profesional y personal y a todos aquellos que me abandonaron en el camino, a todos muchas gracias.

Tabla de Contenido

Introducción.....	13
1. Objetivos.....	14
1.1. Objetivo general	14
1.2. Objetivos específicos	14
2. García Vega S.A.S.....	15
2.1. Propósito	16
2.2. Valores	16
2.3. Ingeniería de la construcción metálica	17
2.4. Descripción de la práctica empresarial	18
3. Marco teórico.....	19
4. Metodología.....	20
5. Proyecto de viviendas campestres	21
5.1. Diseño arquitectónico y estructural	22
5.2. Esquema de presupuesto.....	25
5.3. Análisis de precios unitarios.....	29
5.4. Costos indirectos.....	33

5.5. Especificaciones técnicas de la propuesta	34
5.6. Cronograma	44
5.7. Solicitud licencia de construcción	45
6. Fabricación anclajes	47
6.1. Descripción del anclaje.....	47
6.2. Proceso de fabricación.....	49
7. Visitas técnicas	53
8. Conclusiones.....	57
Referencias y bibliografía.....	59

Lista de Tablas

Tabla 1 Esquema de presupuesto aprobado casa tipo mampostería tradicional.....	25
Tabla 2 Capítulo 5 esquema de presupuesto aprobado casa tipo modular.	28
Tabla 3 Ejemplo cálculo precio unitario de equipos y herramientas para Estructura metálica..	30
Tabla 4 Ejemplo cálculo precio unitario de materiales e insumos para muro en mampostería...	31
Tabla 5 Valor de transporte García Vega S.A.S.....	31
Tabla 6 Ejemplo cálculo precio unitario mano de obra de fabricación de Estructura Metálica..	32
Tabla 7 Ejemplo cálculo precio unitario mano de obra de montaje de Estructura Metálica	33
Tabla 8 Cronograma construcción casa tipo mampostería tradicional.....	44
Tabla 9 Proceso de fabricación anclaje a muro.	50

Listado de Figuras

Figura 1 Organigrama departamento ICM García Vega S.A.S. Adaptado de Recursos Humanos García Vega S.A.S.....	18
Figura 2 Esquema arquitectónico casa tipo mampostería tradicional. Adaptado de Diseño arquitectónico García Vega S.A.S.	22
Figura 3 Esquema arquitectónico casa tipo modular. Adaptado de Diseño arquitectónico García Vega S.A.S.	23
Figura 4 Estructura metálica, modelo BIM casa tipo modular. Adaptado de Modelo tridimensional García Vega S.A.S.....	24
Figura 5 Modelo BIM casa tipo modular. Adaptado de Modelo tridimensional García Vega S.A.S.....	24
Figura 6. Modelo BIM casa tipo mampostería tradicional. Adaptado de Modelo tridimensional García Vega S.A.S.....	25
Figura 7 Detalle muro dura panel Fuente https://www.obracivilcolombia.com/durapanel/14-durapanel.html	29
Figura 8 Cronograma del proyecto Casa tipo Mampostería Tradicional.	45
Figura 9. Vista isométrica de anclaje. Adaptado de Esquema García Vega S.A.S.	48
Figura 10 Detalle lámina A	48

Figura 11 Detalle lámina B.....	49
Figura 12 Mesa de corte García Vega S.A.S.	50
Figura 13 Mesa de trabajo Biselado	51
Figura 14 Láminas Biseladas.....	51
Figura 15 Proceso de perforación.....	52
Figura 16 Anclajes verificados	53

RESUMEN

TITULO: PRACTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN PROYECTOS DE LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S.*

AUTOR: LIZETH CAROLINA CABALLERO BECERRA**

PALABRAS CLAVE: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTOS, CANTIDADES DE OBRA, ESTRUCTURAS METÁLICAS, LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN.

DESCRIPCIÓN: El presente documento muestra los detalles de la práctica empresarial que realizó el autor como auxiliar de ingeniería en la empresa García Vega S.A.S. con autorización de la Universidad Industrial de Santander. Las funciones desempeñadas durante la práctica estuvieron relacionadas a la realización de presupuestos y cantidades de obra y el monitoreo del proceso de fabricación de diferentes elementos estructurales, este proceso se llevó a cabo en la planta de producción de García Vega S.A.S. La empresa permitió que se realizaran visitas técnicas al montaje de estructuras metálicas en la ciudad de Bucaramanga, con el fin de ampliar la capacidad del autor relacionada con la gestión de proyectos. Se participó activamente en el proceso de planeación del proyecto viviendas campestres, aplicando la metodología Project Management Institute (PMI), realizó acompañamiento en la fase inicial del proyecto y en la fase de planeación, calculó cantidades de obra y realizó el presupuesto general del total de obra civil usando el software Microsoft Excel para facilitar esta tarea, el autor tuvo la oportunidad de realizar la solicitud de la licencia de construcción de este proyecto, al finalizar el cumplimiento de estas funciones dentro de la empresa, se evidenció que los procesos llevados de forma interna en relación al análisis de precios unitarios, son realizados de forma eficiente gracias a las bases de datos con las que cuenta la empresa, se recomienda a García Vega S.A.S. continuar actualizando sus bases de datos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director Miguel Antonio Peralta Hernández

ABSTRACT

TITLE: BUSINESS PRACTICE AS AN ENGINEERING ASSISTANT IN PROJECTS OF THE COMPANY GARCÍA VEGA S.A.S.*

AUTHOR: LIZETH CAROLINA CABALLERO BECERRA**

KEY WORDS: ANALYSIS OF UNIT PRICES, BUDGETS, CONSTRUCTION QUANTITIES, METAL STRUCTURES, BUILDING LICENSE.

DESCRIPTION: This document shows the details of the business practice carried out by the author as an engineering assistant at Garcia Vega S.A.S. with authorization from the Industrial University of Santander. The functions performed during the practice were related to the realization of budgets and quantities of work and the monitoring of the manufacturing process of different structural elements, this process was carried out in the production plant of Garcia Vega S.A.S. The company allowed technical visits to be made to the assembly of metal structures in the city of Bucaramanga, in order to expand the author's capacity related to project management. The author actively participated in the planning process of the rural housing project, applying the Project Management Institute (PMI) methodology, accompanied the initial phase of the project and the planning phase, calculated work quantities and made the general budget of the total civil work using Microsoft Excel software to facilitate this task, the author had the opportunity to apply for the construction license for this project, at the end of the fulfillment of these functions within the company, it was evidenced that the processes carried out internal in relation to unit price analysis, they are performed efficiently thanks to the databases that the company has, Garcia Vega SAS is recommended continue updating your databases.

* Bachelor Thesis

** Faculty of physicommechanical engineering. School of Civil Engineering. Director Miguel Antonio Peralta Hernández

Introducción

El siguiente documento muestra las funciones realizadas por el autor como auxiliar de ingeniería en la empresa García Vega S.A.S., se muestra una descripción del propósito de la empresa y de los servicios prestados por la misma como proveedor de soluciones para la industria de la construcción, las funciones desempeñadas durante la práctica se enfocaron como apoyo al departamento de ingeniería y construcción metálica (ICM), elaborando el cálculo de cantidades de obra para una posterior conformación de propuestas económicas requeridas por los clientes de la empresa, se explica el proceso llevado para el análisis de precios unitarios y se muestran las visitas técnicas realizadas a lo largo de la realización de esta práctica empresarial.

García Vega S.A.S. en unión con la Universidad Industrial de Santander ofrecieron la oportunidad de realizar esta práctica empresarial al autor de este documento para desempeñarse como auxiliar de ingeniería en los proyectos de la empresa, aplicar los conceptos académicos en el ámbito profesional y adquirir habilidades laborales. En este documento se exponen los proyectos más importantes en los cuales el autor participó activamente, sin embargo, se realizaron otras actividades relacionadas con el departamento comercial de García Vega S.A.S., las cuales no se documentaron por su relevancia, los proyectos documentados se eligieron con base en sus características técnicas y la participación del autor en el proceso de planeación.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Apoyar las actividades que se realizan en la empresa García Vega S.A.S. como auxiliar de ingeniería en el área de gestión de proyectos, control de obra y auxiliar en diseño de proyectos, aplicando de forma práctica los conocimientos adquiridos durante la formación profesional en el programa de ingeniería civil.

1.2. Objetivos específicos

Colaborar en la elaboración de presupuestos y cantidades de obra.

Adquirir experiencia en el desarrollo de los procesos de construcción, realizando visitas técnicas de reconocimiento y monitoreo del avance del proyecto.

Contribuir con la planeación, ejecución y control de obras.

Participar en actividades asignadas por la empresa como auxiliar de ingeniería.

2. García Vega S.A.S.

García Vega S.A.S. es una empresa colombiana que fabrica y distribuye soluciones de acceso y estructuras metálicas con los más altos estándares de calidad desde 1985, cuenta con un gran equipo interdisciplinario, capaz de planear, dirigir y controlar todo tipo de proyecto civil desde sus etapas de factibilidad hasta la culminación exitosa del mismo.

Ha participado en la ejecución de proyectos en el sector industrial, comercial, institucional y residencial, manteniendo siempre un alto compromiso por satisfacer las necesidades del cliente. Para ello emplea recurso humano, equipo y materias primas de calidad que les ha permitido llevar a buen fin proyectos de diseños innovadores, obteniendo obras de gran calidad que contribuyen al desarrollo socio-económico de sus clientes.

Su experiencia los avala como una excelente solución para la ejecución de proyectos integrales, en las áreas de Gerencia de Proyectos, Interventoría y/o administración delegada, pensando siempre en el desarrollo exitoso del proyecto dentro de las especificaciones técnicas y los parámetros de costo y tiempo fijados.

2.1. Propósito

El propósito general de la empresa García Vega S.A.S. es: “Creamos y proveemos soluciones para la Industria y la Construcción, en todas sus etapas y en el tiempo prometido”, del cual se desprenden los siguientes propósitos específicos:

- Equipos para Construcción: “Ponemos los equipos correctos cuando y donde el constructor los necesite”
- Ingeniería y Construcción Metálica: “Fabricamos e instalamos ingeniería en acero que valoriza los proyectos de nuestros clientes”.
- Galvanizado: “Alargamos la vida de los productos de acero de nuestros clientes, entregándoles la mejor protección contra la corrosión”.

2.2. Valores

- Integridad: “Hacemos lo que es correcto, operando con honestidad y siempre bajo el marco de la ley”.
- Disciplina: “Operamos con austeridad, bajo el estricto rigor de nuestros procesos, acatando las normas, políticas y lineamientos establecidos”.
- Pasión: “Amamos lo que hacemos, somos enérgicos por naturaleza, le metemos la ficha y enfrentamos los desafíos que nos trae el día a día con la mejor actitud”.

- Confianza: “Creemos en las capacidades e integridad de nuestro equipo de trabajo, y lo tratamos de la misma manera que queremos ser tratados”.
- Humildad: “La base y fundamento de todas las virtudes. Nos aceptamos con nuestras habilidades (apalancándonos en ellas) y nuestros defectos”.

2.3. Ingeniería de la construcción metálica (ICM)

García Vega ingeniería y construcción metálica acompaña cualquier proyecto constructivo desde la etapa en que el cliente lo requiera.

- Concepción de proyecto e ingeniería
- Detallado de estructuras
- Montaje
- Fabricación

García Vega ha sido protagonista en el desarrollo y crecimiento de grandes empresas del país, tiene gran experiencia en la construcción de naves industriales (centros de distribución y bodegas), infraestructuras educativas, edificios institucionales, puentes, estructura eléctrica y paneles solares, viviendas, coliseos, reforzamientos estructurales y edificios.

2.4. Descripción de la práctica empresarial

La realización de esta práctica empresarial, se llevará a cabo como apoyo en el departamento de ingeniería y construcción metálica (ICM) de la empresa García Vega S.A.S., este departamento tiene el organigrama mostrado en la Figura 1:

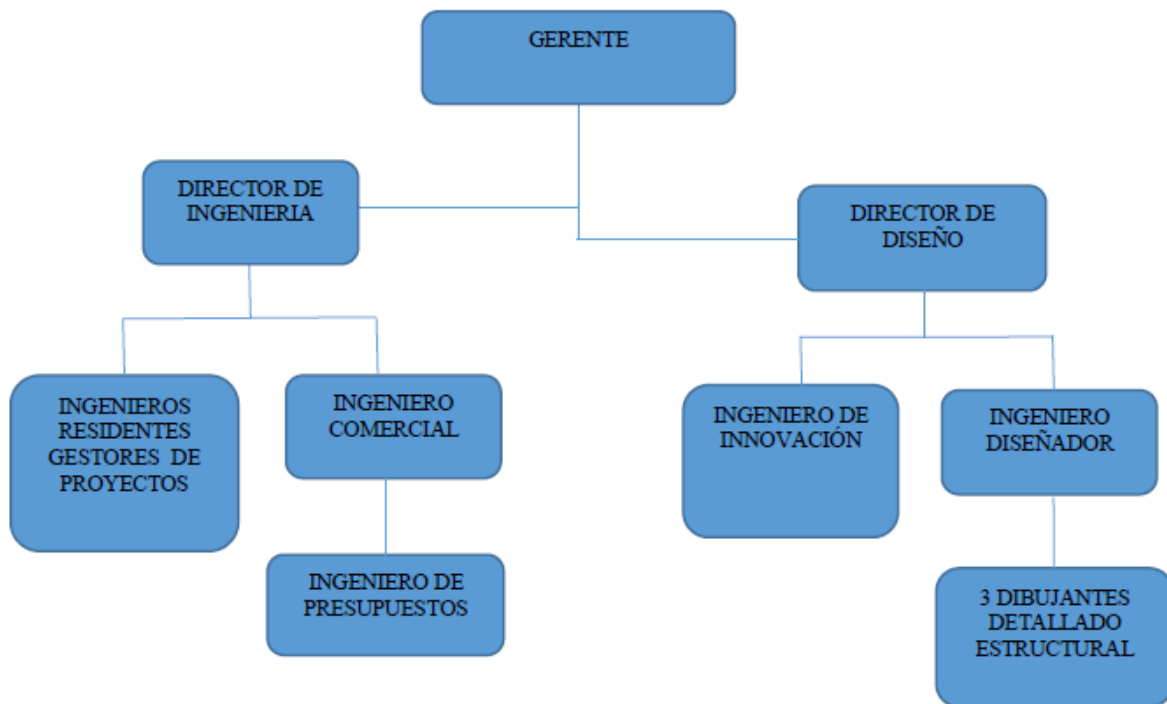


Figura 1 Organigrama departamento ICM García Vega S.A.S. Adaptado de Recursos Humanos García Vega S.A.S.

El departamento ICM, se dedica a la realización de diseño de proyectos de ingeniería, la elaboración de propuestas comerciales y la residencia de proyectos en ejecución, durante la práctica empresarial se realizará apoyo en cualquiera de estas áreas.

3. Marco teórico

Dirección de proyectos es un proceso mediante el cual se aplican conocimientos, técnicas y habilidades con el objetivo de cumplir los requisitos de un proyecto, las diferentes fases de dirección son: 1) inicio, etapa en la cual se define el proyecto, alcance, recursos y fuentes de financiamiento, 2) planificación, donde se definen los objetivos y la línea de acción necesaria para poder cumplir de forma efectiva con dichos objetivos, lo que se obtiene en esta etapa es el plan para dirección del proyecto, documento en el cual se consignan las estrategias, técnicas y ruta para completar el proyecto; además del tiempo, costo, calidad, recursos humanos, entre otros, 3) la ejecución es la etapa en la cual se completan las actividades definidas en el plan de dirección del proyecto, 4) la fase de monitoreo se dedica a controlar cambios y rastrear el progreso del proyecto. (Project Management Institute, 2013)

Cantidades de obra y presupuesto: Consiste en calcular, con base en planos arquitectónicos, estructurales y de redes hidráulicas, sanitarias y eléctricas, los recursos necesarios para cumplir cada una de las fases del proyecto, esto incluye costos de reglamentación, recursos humanos, maquinaria y materiales de construcción, también se busca distribuir de la mejor forma posible estos recursos, buscando un desempeño óptimo del proceso de construcción, será necesario tener dominio de software como AutoCAD para el correcto y eficaz manejo de planos, Microsoft Excel para el cálculo de cantidades de obra y el análisis de precios unitarios, Microsoft Word para crear

documentos que contienen especificaciones técnicas de las propuestas y de ser necesario Microsoft Project, para la elaboración de cronogramas de obra.

4. Metodología

La metodología está basada en las actividades realizadas:

Introducción y reconocimiento de la empresa: en esta fase se realizó un reconocimiento general de la empresa y los procesos que en ella se realizan, así como también del personal que allí labora, de igual manera conocer el reglamento interno, horarios y tareas establecidas por García Vega S.A.S.

Elaboración de presupuesto y cantidades de obra: para desempeñar esta tarea, se requirió aplicar los conocimientos adquiridos; iniciando con el análisis de planos arquitectónicos, estructurales y de redes, con el fin de obtener las cantidades de obra, estos planos se presentarán en formato físico o en digital mediante el software AutoCAD y finalizando con el análisis de precios unitarios y presupuesto con el nivel de detalle requerido para continuar con el desarrollo del proyecto.

Auxiliar en gestión de proyectos: Esta función consistió en llevar a cabo la planeación de un proyecto, de igual manera su correcta ejecución y control de avances e identificación de falencias

en el proceso de planeación, se empleó la metodología Project Management Institute debidamente desglosada en el texto PMBOK Guide, esta metodología proporciona un guía para la gestión de proyectos desde la concepción del proyecto hasta la ejecución del mismo, en todo caso se podrá implementar el método que García Vega S.A.S. disponga o utilice.

Visitas técnicas de seguimiento y control: esta etapa hace parte de la función como auxiliar en gestión de proyectos, mediante visitas técnicas en obra se llevó a cabo el proceso de control de avance, el seguimiento de la implementación del proceso definido en la fase de planeación y reconocimiento de necesidades, así como también de falencias para analizar y elaborar propuestas de mejora.

5. Proyecto de viviendas campestres

Una reconocida empresa extranjera busca iniciar un proyecto que consiste en el reasentamiento de una cantidad determinada de familias, se requiere una propuesta con dos tipos de casas, una casa tipo modular con estructura metálica y muros dura-panel con un área construida de 70 metros cuadrados y otro modelo de mampostería tradicional con estructura de concreto y muros en bloque de ladrillo con un área construida de 65 metros cuadrados, se debe incluir lo siguiente en la propuesta para cada una de las viviendas:

- Diseño arquitectónico, estructural y de redes.
- Presupuesto de obra.
- Cronograma de construcción.

5.1. Diseño arquitectónico y estructural

Para iniciar con la propuesta, el departamento de diseño de García Vega S.A.S. en unión con un reconocido arquitecto de la ciudad, realizó un diseño arquitectónico inicial para ambos tipos de casas, según especificaciones del cliente, la casa de mampostería tradicional debería tener dos habitaciones y la casa tipo modular; tres habitaciones, ver Figura 2 y Figura 3.

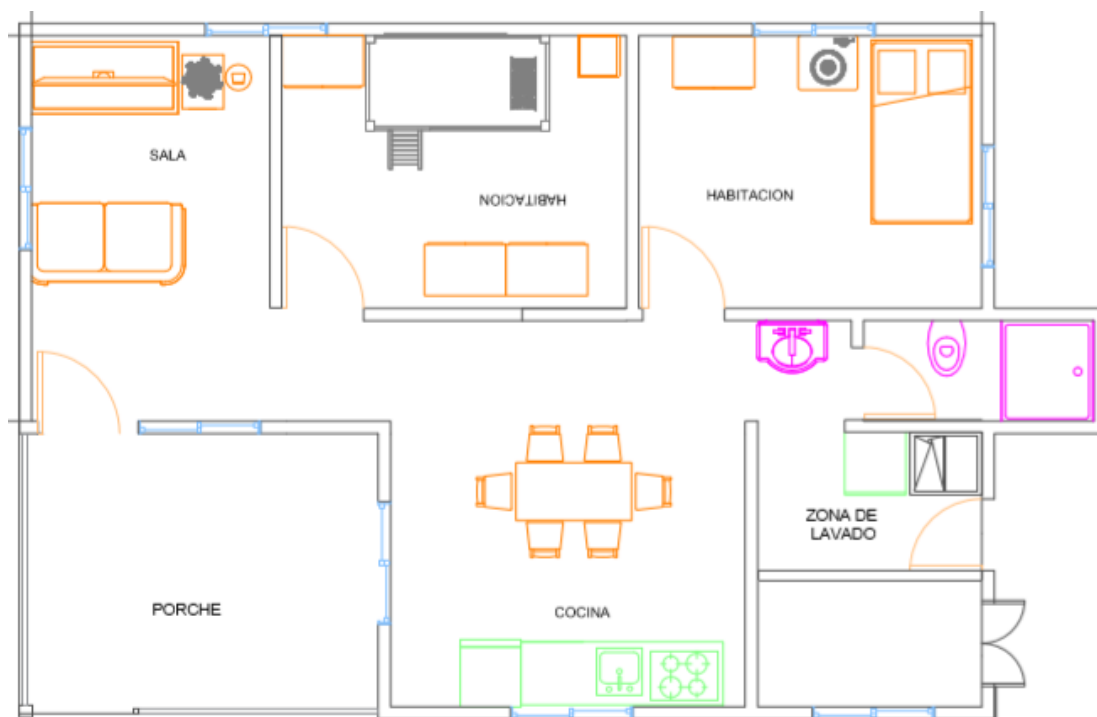


Figura 2 Esquema arquitectónico casa tipo mampostería tradicional. Adaptado de Diseño arquitectónico García Vega S.A.S.

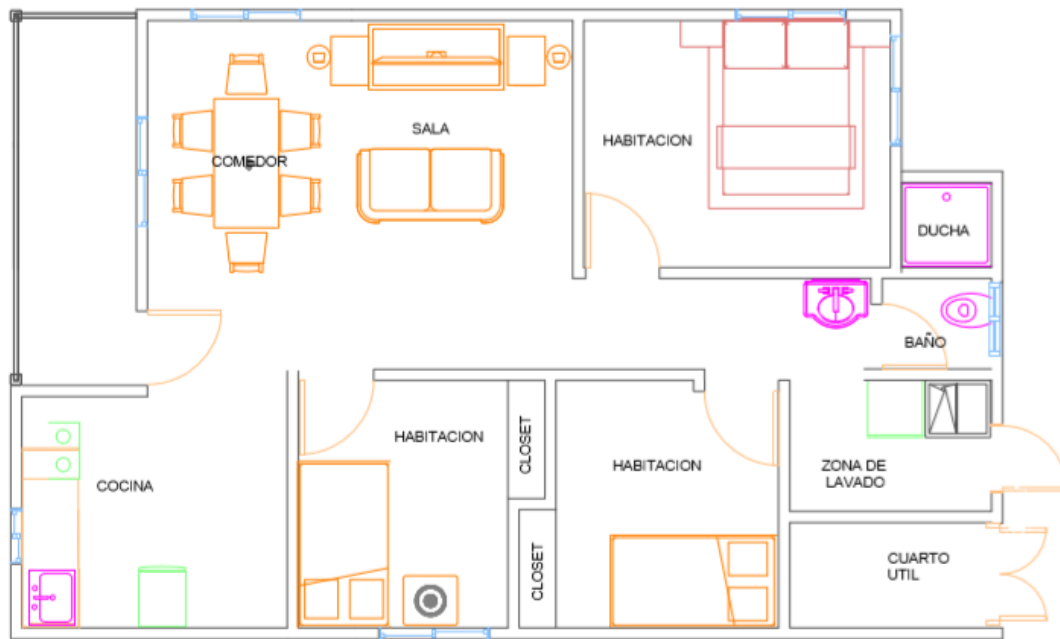


Figura 3 Esquema arquitectónico casa tipo modular. Adaptado de Diseño arquitectónico García Vega S.A.S.

Teniendo un diseño arquitectónico aprobado por el cliente, el equipo de diseño del departamento ICM, inició con el diseño estructural de cada una de las viviendas, también diseño muros en mampostería y muros dura panel para el cerramiento de la estructura; finalmente se realizó un modelado tridimensional o modelado de información de construcción; también llamado Building Information Modeling (BIM), para realizar estos diseños, se requirieron estudios previos como levantamiento topográfico y estudio geotécnico realizado en el predio en el cual se pretende construir, estos datos fueron suministrados por el cliente. En la Figura 4 se muestra el modelo tridimensional de la estructura metálica para la casa tipo modular. En la Figura 5 y Figura 6, se muestra el modelo tridimensional realizado por el equipo de diseño para la casa tipo modular y la casa tipo mampostería tradicional, respectivamente.



Figura 4 Estructura metálica, modelo BIM casa tipo modular. Adaptado de Modelo tridimensional García Vega S.A.S.



Figura 5 Modelo BIM casa tipo modular. Adaptado de Modelo tridimensional García Vega S.A.S.



Figura 6. Modelo BIM casa tipo mampostería tradicional. Adaptado de Modelo tridimensional García Vega S.A.S.

5.2. Esquema de presupuesto

Una vez aprobado el diseño arquitectónico y estructural se da inicio a la elaboración del presupuesto, para esto se inicia con un esquema preliminar de presupuesto siguiendo las especificaciones y requerimientos del cliente en cuanto a unidades de medida de cada uno de los ítems, materiales a usar en la construcción, color de pinturas y de acabados. Una vez aprobados los ítems de presupuesto por el director del departamento ICM de García Vega S.A.S. se inicia con el cálculo de cantidades de obra, se realiza usualmente una hoja de cálculo en el software Microsoft Excel de forma ordenada y entendible para que sea posible revisar y cambiar datos si fuera necesario. El esquema de presupuesto aprobado es el mostrado en la Tabla 1:

Tabla 1

Esquema de presupuesto aprobado casa tipo mampostería tradicional.

1	PRELIMINARES DE OBRA
---	----------------------

1.2	Campamento para bodega materiales y Almacén	Glb
2	LOCALIZACION Y REPLANTEO	
2.1	Localización y replanteo - Comisión Topográfica	m ²
3	EXCAVACIONES, RELLENOS Y MOVIMIENTOS DE TIERRA	
3.1	Descapote y Corte	m ³
3.3	Relleno con material seleccionado con vibro-compactador	m ³
3.4	Cargue y retiro del material sobrante, incluye pago a escombrera autorizado	m ³
3.5	Excavación Manual	m ³
4	CIMENTACION Y ESTRUCTURA	
4.1	Solado en concreto 1.500 psi para vigas e=5cms	m ²
4.2	Concreto ciclópeo	m ³
4.3	Concreto vigas de cimentación	m ³
4.4	Concreto zapatas	m ³
4.5	Malla electrosoldada	m ²
4.6	Acero de refuerzo	Kg
4.7	Placa antepiso 10 cm	m ²
4.8	Impermeabilización placa, mortero impermeabilizado y media caña	m ²
5	MAMPOSTERIA Y PAÑETES EN MUROS	
5.1	Concreto Columnetas (mampostería)	ml
5.2	Mampostería en ladrillo H:10	m ²
5.4	Pintura para exteriores	m ²
5.5	Friso Liso lineal	ml
5.6	Friso Liso Común	m ²
5.7	Friso Liso impermeabilizado	m ²
6	CUBIERTA Y ESTRUCTURA METALICA	
6.1	Estructura metálica cubierta y barandas	Kg
6.2	Teja panelmet 10 mm con recubrimiento lámina calibre 0.35 mm	m ²
6.3	Flanches y/o remates	ml
6.4	Canal en lámina galvanizada	ml
7	PISOS	
7.1	Piso en cerámica, incluye mortero	m ²
7.2	Guardaescobas	ml
8	ACABADOS	
8.1	Enchapes de baños, cocina y zona de lavado (muros)	m ²
8.2	Enchapes de baños (Piso)	m ²
8.3	Lavamanos	Und
8.4	Grifería Ducha	Und
8.5	Meson en granito cocina	m ²
8.6	Sanitario	Und
8.7	Lavadero prefabricado	Und

8.8	Puerta baño en madera entamborada	Und
8.9	Puerta habitaciones en madera entamborada	Und
8.10	Puerta principal en lámina Cal.20 y Cerradura	Und
8.11	Ventanas 1.2x 1.27 m en acero , vidrio 4 mm	Und
8.12	Lavaplatos	Und
8.13	Divisiones de baño aluminio y acrílico, 1.3 metros de ancho	Und
9	REDES HIDRAULICAS Y SANITARIAS	
9.1	Puntos hidráulicos	Und
9.2	Cajas de inspección	Und
9.3	Tubería 1/2" Hidráulica	ml
9.4	Tubería 1/2" Hidráulica para agua caliente	ml
9.5	Puntos sanitarios 2"	Und
9.6	Puntos sanitarios 3"	Und
9.7	Puntos sanitarios 4"	Und
9.8	Tubería 2" Sanitaria	ml
9.9	Tubería 3" Sanitaria	ml
9.10	Tubería 4" Sanitaria	ml
9.11	Sistema séptico	Und
9.12	Tanque 1.000 Lts	Und
10	RED ELECTRICA	
10.1	Interruptores dobles	Und
10.2	Toma corriente doble común	Und
10.3	Toma corriente GFCI	Und
10.4	Red de tubería PVC 1/2 y 3/4"	ml
10.5	Acometida de caja eléctrica incluye hasta contador	Glb
10.6	Tablero de distribución	Und
10.7	Punto de luminarias	Und
10.8	Punto de gas	Und
10.9	Tubería de gas	ml
11	FINALES	
11.1	Limpieza en obra	m ²
12	AMOBAMIEN TO	
12.1	Amoblamiento	Glb

Nota: Adaptado de Presupuesto García Vega S.A.S.

El capítulo de preliminares de obra posee unidades englobadas debido a que las tareas necesarias para adecuar el predio consisten solamente en la construcción del almacén de obra, cabe resaltar que, acatando las sugerencias proporcionadas por el cliente, ítems como el acero estructural y el acero de refuerzo se midieron en Kilogramos (Kg), mientras que ítems como el

concreto, se midieron en metros cúbicos (m^3), frisos y enchapados, se midieron en metros cuadrados (m^2).

Para la casa tipo modular se establece un esquema de presupuesto que difiere sólo en el capítulo numero 5: MAMPOSTERIA Y PAÑETES EN MUROS; este tipo de casa será construida con columnas metálicas y muros dura panel. El capítulo 5 para la casa tipo modular se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2

Capítulo 5 esquema de presupuesto aprobado casa tipo modular.

5	MAMPOSTERIA Y PAÑETES EN MUROS	
5.2	Muros en Durapanel	m2
5.4	Pintura para exteriores	m2
5.5	Friso Liso lineal	ml
5.6	Friso Liso común	m2
5.7	Friso Liso impermeabilizado	m2

Nota: Adaptado de Presupuesto García Vega S.A.S.

Los muros dura panel son muros sismo resistentes que proporcionan aislamiento térmico y acústico, es permitido usarlos en todo tipo de estructuras de hasta 4 plantas, son conformados por un núcleo de poli estireno expandido el cual se protege con malla de acero galvanizado de alta resistencia, posteriormente se le aplican dos capas de mortero lanzado de 10 a 15 milímetros de espesor cada una.

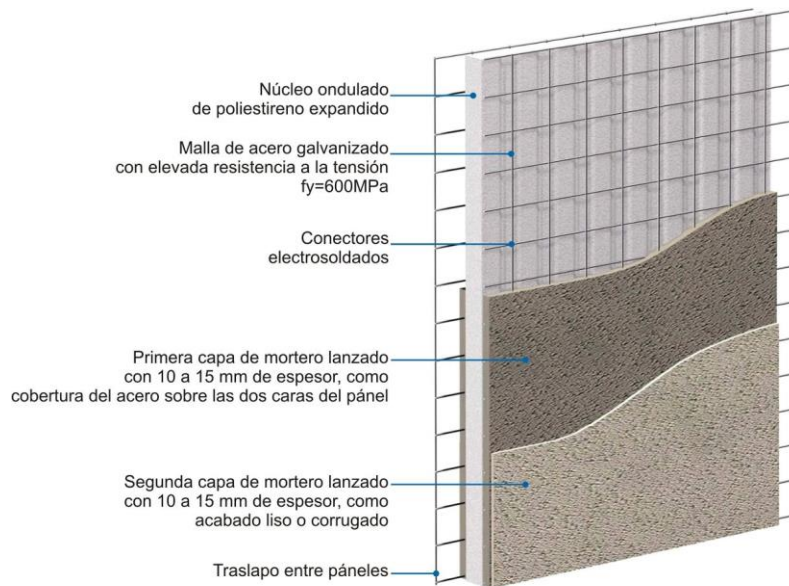


Figura 7 Detalle muro dura panel Fuente <https://www.obracivilcolombia.com/durapanel/14-durapanel.html>

5.3. Análisis de precios unitarios

García Vega S.A.S. cuenta con certificación de SGC ISO 9001:2015 esto significa que su formato para el cálculo de precios unitarios está estandarizado. El formato para análisis de precios unitarios consta de 4 capítulos que facilitan el cálculo unitario del ítem en cuestión, en el capítulo 1 se encuentran los equipos y herramientas que se usan para llevar a cabo la tarea junto con su respectivo rendimiento y valor unitario; el capítulo 2 contiene los materiales e insumos usados, el capítulo 3 engloba el costo del transporte de materiales y herramientas, el capítulo 4, abarca el costo de mano de obra. Una de las áreas en las cuales se desempeña García Vega S.A.S es en la fabricación de estructuras metálicas y se encarga también de su montaje, es por esto que el capítulo de mano de obra se divide en costo de mano de obra por fabricación y costo por montaje, el costo final unitario del ítem se obtiene sumando el valor de cada uno de los capítulos.

5.3.1. Capítulo 1: Equipos y herramientas. En este capítulo se encuentran los equipos y herramientas usados para la realización de la tarea, incluye equipos usados en la fase de fabricación y equipos usados en la fase de montaje, frente a cada uno de los artículos aparece su rendimiento y el valor unitario del artículo. Para calcular el valor parcial del artículo, se multiplica el valor del rendimiento por el valor unitario, finalmente se hace una sumatoria del valor parcial de cada uno de los artículos para obtener el valor total de equipos y herramientas.

Los valores de rendimiento del artículo se obtienen de la base de datos del departamento ICM de García Vega; en la Tabla 3 se muestra un ejemplo:

Tabla 3

Ejemplo cálculo precio unitario de equipos y herramientas para Estructura metálica.

No. ART.	DESCRIPCION	UNID	REND.	VR. UNIT.	VR. PARCIAL
1	Herramienta menor	Glb	0.008	\$ 2,600.00	\$ 20,80
2	Equipo soldadura	Día	0.007	\$ 16,000.00	\$ 112,00
3	Pulidoras	Día	0.004	\$ 9,000.00	\$ 36,00
4	Compresor Pintura	Día	0.004	\$ 8,050.00	\$ 32,20
5	Tronzadora	Día	0.004	\$ 15,000.00	\$ 60,00
SUBTOTAL EQUIPOS/HERRAMIENTAS					\$ 261,00
VALOR REDONDEADO SUBTOTAL DE EQUIPOS/HERRAMIENTAS					\$ 261,00

Nota: Algunos valores fueron cambiados para este ejemplo, los valores parciales están dados para un kilogramo de estructura. Adaptado de Presupuesto García Vega S.A.S.

5.3.2. Capítulo 2: Materiales e insumos. El capítulo 2 contiene los materiales e insumos necesarios para la actividad, se incluyen de igual manera materiales usados en fase de fabricación y en fase de montaje, la cantidad de material es la cantidad necesaria para una unidad del ítem que se esté realizando, el valor unitario del material se obtiene por medio de

cotizaciones realizadas por el proveedor, es importante tener en cuenta un porcentaje de desperdicio de material y usar costos actualizados ya que repercute en el precio unitario final.

Para calcular el valor parcial de cada uno de los materiales, se multiplica la cantidad por 1 más el porcentaje de desperdicio ($1 + \% \text{ desp}$) y por el valor unitario del artículo, finalmente se hace una sumatoria de todos los valores parciales, en la Tabla 4 se muestra un ejemplo:

Tabla 4

Ejemplo cálculo precio unitario de materiales e insumos para muro en mampostería.

No. ART.	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	% DESP.	VR. UNIT.	VR. PARCIAL
1	Ladrillo H10	Und	16	5	\$ 800	\$ 13440,00
2	Arena	m3	0,022	5	\$ 53000	\$ 1224,3
3	Cemento gris	Bulto	0,180	5	\$ 22500	\$ 4252,5
4	Agua	Galon	1,514	5	\$ 15,22	\$ 24,19
SUBTOTAL DE MATERIALES						\$ 18940,99
VALOR REDONDEADO SUBTOTAL DE MATERIALES E INSUMOS						\$ 18941,00

Nota: Algunos valores fueron cambiados para este ejemplo, los valores parciales están dados para un metro cuadrado de muro. Adaptado de Presupuesto García Vega S.A.S.

5.3.3. Capítulo 3: Transporte. El costo de transporte de materiales y herramientas depende de la cantidad de objetos que se deban transportar al sitio de montaje y el lugar en el cual se va a levantar la estructura, en la Tabla 5 se observa el precio de algunos de los vehículos:

Tabla 5

Valor de transporte García Vega S.A.S.

VEHICULO	UNIDAD	VR. UNIT
Camioneta de carga 3.5 ton, en Bucaramanga	Viaje	\$ 26000,00
Turbo de Bucaramanga a Bogotá	Viaje	\$ 868000,00
Turbo grande 5.7 ton	Viaje	\$ 1500000,00
Tractocamión Bucaramanga – hasta 30 ton	Viaje	\$ 1400000,00

Nota: Algunos valores fueron cambiados para este ejemplo. Adaptado de Presupuesto García Vega S.A.S.

5.3.4. Capítulo 4: Mano de obra. García Vega S.A.S. es fabricante de estructuras metálicas, la mano de obra de fabricación se calcula teniendo en cuenta los soldadores, oficiales y ayudantes necesarios para construir la estructura metálica, el valor del rendimiento se obtiene de la base de datos de la planta de fabricación, el número de días y las personas necesarias para la fabricación de la estructura se determinan junto con el director de la planta; el valor parcial se calcula multiplicando la cantidad de personas por el número de días, el rendimiento y el precio unitario de cada uno. En la Tabla 6 se muestra un ejemplo de este cálculo:

Tabla 6

Ejemplo cálculo precio unitario mano de obra de fabricación de Estructura Metálica

DESCRIPCION	CANT.	No. DIAS	REND.	P.UNIT	VR. PARCIAL
Soldadores	2	8	0,0046	\$ 85640,00	\$ 6303,104
Oficiales	1	8	0,0054	\$ 98394,00	\$ 4250,62
Ayudante Profesional	2	8	0,0054	\$ 65132,00	\$ 5627,40
Ayudante	2	8	0,0054	\$ 57577,58	\$ 4974,70
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA DE FABRICACIÓN					\$ 21155,824
VALOR REDONDEADO SUBTOTAL DE MANO DE OBRA DE FABRICACIÓN					\$ 21156,00

Nota: Algunos valores fueron cambiados para este ejemplo, los valores parciales están dados para un kilogramo de estructura fabricada. Adaptado de Presupuesto García Vega S.A.S.

Para calcular la mano de obra por montaje, se realiza un plan de montaje de la estructura metálica para determinar el número de días que se requiere el personal; para realizar este plan, se tienen en cuenta las condiciones de la obra y del montaje, la altura a la cual se van a ubicar los elementos, la duración del descargue de elementos; los rendimientos se obtienen de la base de

datos del departamento ICM, el valor parcial se calcula de la misma manera en la que se calcula la mano de obra de fabricación. En la tabla 7 se muestra un ejemplo de este cálculo:

Tabla 7

Ejemplo cálculo precio unitario mano de obra de montaje de Estructura Metálica

DESCRIPCION	CANT.	No. DIAS	REND.	P.UNIT	VR. PARCIAL
Soldadores	1	9	0,0046	\$ 10324,4	\$ 4290,05
Oficiales	1	9	0,0054	\$ 119066,35	\$ 5786,16
Ayudante Profesional	1	9	0,0054	\$ 78909,68	\$ 3830,15
Ayudantes	1	9	0,0054	\$ 69668,88	\$ 3385,91
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA DE MONTAJE					\$ 17292,27
VALOR REDONDEADO SUBTOTAL DE MANO DE OBRA DE MONTAJE					\$ 17292,00

Nota: Algunos valores fueron cambiados para este ejemplo, los valores parciales están dados para un kilogramo de estructura fabricada. Adaptado de Presupuesto García Vega S.A.S.

El valor final unitario del ítem se ubica en el esquema de presupuesto aprobado, el valor parcial del ítem se obtiene multiplicando la cantidad de obra calculada por el valor unitario, finalmente el valor total del proyecto se calcula sumando el valor parcial de cada uno de los ítems, este valor corresponde al valor total del costo directo requerido para completar el trabajo del proyecto.

5.4. Costos indirectos

Los costos indirectos son costos en los cuales es difícil medir la cantidad que corresponde a cada unidad de producto (Francisco Jiménez Boulanger y Carlos Luis Espinosa Gutiérrez, 2007). Son montos de dinero que tienen la finalidad de cubrir imprevistos y que ayudan a la contingencia de los riesgos con los cuales pueda verse afectado el proyecto además de cubrir los gastos del trabajo no planificado (Project Management Institute, 2017).

Al valor final del costo directo del proyecto se le suma el porcentaje de IVA que corresponde al 19% del valor de la utilidad y el total del costo indirecto conformado por un porcentaje de administración e imprevistos y un porcentaje de utilidad, el presupuesto final se presenta al cliente para su revisión y ajuste para su posterior aprobación.

5.5. Especificaciones técnicas de la propuesta

Junto con el presupuesto final, se realiza un documento que contenga las especificaciones técnicas de cada uno de los ítems del presupuesto, en este documento se realizan especificaciones que no son muy evidentes o claras en el análisis de precios unitarios tales como color de acabados, marcas de accesorios y amoblamientos.

5.5.1. Localización y replanteo. Este ítem se refiere al trazado que se realiza sobre el terreno para definir la ubicación exacta de todos los elementos que componen la edificación, en la forma establecida en el diseño; estableciendo los distintos niveles de piso acabado en interiores y exteriores, redes eléctricas, hidráulicas y sanitarias, taludes, cerramientos, etc., se incluye comisión topográfica. Para la ejecución de esta labor se utilizan estacas de madera, puntillas de acero, entre otros materiales y herramientas menores.

5.5.2. Excavaciones, rellenos y movimientos de tierra.

5.5.2.1. Descapote y corte. Se refiere a la limpieza que debe realizarse en el terreno replanteado con el fin de eliminar vegetación y suelo suelto existente sobre el terreno, para su ejecución se utiliza un mini cargador junto con herramientas menores.

5.5.2.2. Relleno con material seleccionado con vibro compactador. Suministro de equipo, herramientas, mano de obra y materiales necesarios para realizar rellenos estructurales con material seleccionado – material común; para cubrir cimentaciones y redes sanitarias e hidráulicas, con el fin de obtener el nivel necesario para los pisos, el suministro de material se realizará con un cargador y la compactación requerida se realizará con vibro-compactador.

5.5.2.3. Cargue y retiro del material sobrante. Se refiere al retiro del material sobrante de excavaciones, el cargue del material se realizará con mini cargador, incluye pago a escombrera autorizada.

5.5.2.4. Excavación manual. Suministro de herramientas y mano de obra para la ejecución de movimientos de tierra excavando y retirando la misma con el fin de conformar el espacio requerido para las cimentaciones, redes hidráulicas y sanitarias, en la forma establecida en los planos del proyecto.

5.5.3. Cimentación y estructura.

5.5.3.1. Solado en concreto. Este ítem se refiere al suministro de mano de obra y materiales para la aplicación de una capa de 5 centímetros de mortero 1500 psi mezclado en obra, que se aplica sobre el terreno natural para nivelar la superficie, el mortero será fabricado con mezcladora.

5.5.3.2. Concreto ciclópeo. Suministro de material, herramientas y mano de obra del concreto ciclópeo compuesto por concreto 3000 psi y piedra rajón, que se coloca como cimentación bajo las zapatas, será realizado en obra con mezcladora.

5.5.3.3. Concreto vigas de cimentación. Se refiere a la instalación del concreto para las vigas que enlazan las columnas en la cimentación, son construidas con concreto 3000 psi mezclado en obra y según planos de proyecto, incluye suministro de materiales, herramientas y mano de obra.

5.5.3.4. Concreto zapatas. Se refiere a la instalación del concreto para las zapatas que sirven como cimentación de las columnas, son construidas con concreto 3000 psi mezclado en obra y según planos de proyecto, incluye suministro de materiales, herramientas y mano de obra.

5.5.3.5. Malla electro soldada. Este ítem comprende suministro de mano de obra, herramientas y malla electro soldada 15 x 15 de 2.4 m x 6 m x 4 m, instalada en la placa de antepiso previo a la colocación del concreto y según planos de proyecto.

5.5.3.6. Acero de refuerzo. Suministro de material, herramientas y mano de obra para el amarre y colocación del acero figurado que se instala en los elementos de concreto reforzado según indicaciones en los planos de proyecto.

5.5.3.7. Placa antepiso. Se refiere a la colocación de concreto 3000 psi mezclado en obra sobre la malla electro soldada y según planos de proyecto, la placa tendrá un espesor de 10 centímetros y el concreto será fabricado con mezcladora, incluye suministro de materiales, herramientas y mano de obra.

5.5.3.8. Impermeabilización placa. Este ítem se refiere al suministro de materiales, herramientas y mano de obra necesaria para la impermeabilización de la placa de concreto que soporta el tanque de agua, que brinda una protección contra la intemperie, lluvias y humedad; se realizara con manto asfáltico tratado con soplete y acabado en media caña.

5.5.4. Mampostería y pañetes en muros.

5.5.4.1. Concreto columnetas. Se refiere a la instalación del concreto para las columnas que soportan la estructura metálica de la cubierta, son construidas con concreto 3000 psi mezclado en obra y según planos de proyecto, incluye suministro de materiales, herramientas y mano de obra.

5.5.4.2. Mampostería en ladrillo. Se refiere a los muros exteriores e interiores, construidos en ladrillo de arcilla cocida de seis huecos con medidas de 0.10 X 0.20X 0.33 m, los muros se construirán de acuerdo a la localización y dimensiones consignadas en los planos de proyecto, se deberán entregar perfectamente limpios por las dos caras para la posterior aplicación del friso, deben estar plomados, con estrías limpias y uniformes a junta enrasada, el mortero de pega se realizara en obra con mezcladora, incluye suministro de material, herramientas y mano de obra.

5.5.4.3. Pintura para exteriores. Este ítem se refiere al suministro de pintura, color definido por el cliente, aplicada en la superficie de los muros exteriores para brindar protección y decoración de exteriores, incluye materiales, herramientas y mano de obra.

5.5.4.4. Friso liso lineales. Se refiere al suministro de materiales, herramientas y mano de obra de la aplicación de acabado liso sobre la superficie de juntas de muros interiores y exteriores con mortero 1:3 preparado en obra con mezcladora, con el fin de suavizar las juntas antes de aplicar el acabado final.

5.5.4.5. Friso liso. Suministro de materiales, herramientas y mano de obra de la aplicación de acabado liso de espesor de 2 centímetros sobre la superficie de muros interiores con mortero 1:3 preparado en obra con mezcladora, con el fin de emparejar la superficie antes de aplicar el acabado final brindando resistencia y estabilidad a los muros.

5.5.4.6. Friso liso impermeabilizado. Suministro de materiales, herramientas y mano de obra de la aplicación de acabado liso de espesor de 2 centímetros impermeabilizado sobre la superficie de muros exteriores, muros del baño, muro de cocina y zona de lavado, con mortero 1:3 preparado en obra con mezcladora, con el fin de emparejar la superficie antes de aplicar el acabado final brindando resistencia y estabilidad a los muros.

5.5.5. Cubierta y estructura metálica.

5.5.5.1. Estructura metálica cubierta y barandas. Este ítem se refiere al suministro, instalación y fabricación de la estructura metálica que soporta la carga ejercida por la cubierta; construida con perfiles tubulares de acero anclados y soldados, terminación superficial con anticorrosivo epóxico y esmalte alquídico, incluye suministro de materiales, herramientas y mano de obra necesario para el montaje.

5.5.5.2. *Teja panelmet 10 mm con recubrimiento lamina calibre 0.35 mm.* Suministro e instalación de teja fachada tipo sándwich con aislante poliuretano de 10 mm con lamina con recubrimiento de pintura tipo poliéster y cara inferior de polipropileno, incluye materiales menores, herramientas y mano de obra necesario.

5.5.5.3. *Flanches o remates.* Se refiere al suministro e instalación de flanche metálico ubicado en el contorno de la cubierta, con el fin de evitar filtraciones de agua hacia los muros que la sostienen, incluye caballete ubicado en la parte superior de la cubierta.

5.5.5.4. *Canal en lámina galvanizada.* Se refiere al suministro e instalación de canaleta colectora; construida en lámina galvanizada y pintada calibre 22, ubicada en los laterales de la cubierta, con el fin de colectar agua lluvia para su drenaje, incluye materiales menores, herramientas y mano de obra.

5.5.6. Pisos.

5.5.6.1. *Piso en cerámica, incluye mortero.* Suministro e instalación de revestimiento cerámico 45.8 x 45.8 cm con diseño definido por el cliente, incluye mortero alisado, afinado y nivelado para evitar filtraciones de agua, se incluyen materiales, herramientas y mano de obra necesario.

5.5.6.2. *Guarda escobas.* Suministro e instalación de guarda escoba en cerámica con diseño definido por el cliente, el cual finaliza el revestimiento entre el piso y el muro, incluye equipo de instalación de cerámica, materiales, herramientas y mano de obra necesario.

5.5.7. Acabados.

5.5.7.1. *Enchapes de baños, cocina y zona de lavado (muros).* Suministro e instalación de revestimiento cerámico 30 x 60 cm con diseño definido por el cliente, sobre friso impermeabilizado en muros, se incluyen materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.7.2. *Enchapes de baños (piso).* Suministro e instalación de revestimiento cerámico piso color caramelo 60 x 60 cm, se incluyen materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.7.3. *Lavamanos.* Suministro e instalación de lavamanos en porcelana lavamanos máximo, se incluyen grifería lavamanos 4 pulgadas, materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.7.4. **Grifería ducha.** Suministro e instalación grifería ducha mezclador, se incluyen kit de fijación, materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.7.5. **Mesón en granito cocina.** Suministro e instalación de mesón de granito diseño definido por el cliente, se incluyen materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.7.6. **Sanitario.** Suministro e instalación de sanitario plus ultra, se incluyen kit de instalación, materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.7.7. **Lavadero prefabricado.** Suministro e instalación de lavadero prefabricado en granito, se incluyen materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.7.8. **Puertas madera entamborada.** Suministro e instalación de puerta de madera entamborada, se incluyen marco, bisagras, chapa pomo, materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.7.9. **Puerta principal.** Suministro e instalación de puerta metálica galvanizada 6 paneles, se incluyen materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.7.10. Ventanas. Suministro e instalación de ventanas 1.2 x 1.7 m de lámina y vidrio, se incluyen materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.7.11. Lavaplatos. Suministro e instalación de lavaplatos en acero inoxidable, se incluyen materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.7.12. División de baño aluminio y acrílico. Suministro e instalación de división de baño en aluminio anodizado y lámina acrílica sistema corredizo, se incluyen empaques, toallero, rodamiento de alta calidad, silicona anti hongos, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.8. Redes hidráulicas y sanitarias. Suministro e instalación de puntos hidráulicos en lavamanos, lavadero, lavadora, lavaplatos, ducha agua caliente, agua fría, sanitario, calentador, tanque de agua, se incluyen 3 cajas de inspección, tubería de ½” para agua caliente y agua fría, puntos sanitarios de 2”, 3”, 4”, tubería sanitaria de 2”, 3”, 4”, sistema séptico, tanque de 1000 litros, materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.9. Red eléctrica. Suministro e instalación de interruptores dobles, toma corriente doble común, punto de luminarias para sala, cocina, habitaciones, baño, zona de lavado, se incluye tomacorriente GFCI, red de tubería PVC ½” y ¾”, tablero de distribución, acometida de caja eléctrica, punto de gas, tubería de gas, materiales, herramientas y mano de obra necesaria.

5.5.10. Finales.

5.5.10.1. Limpieza en obra. Este ítem se refiere al suministro de herramientas y mano de obra necesario para realizar limpieza de todas las áreas intervenidas durante la construcción de la edificación.

5.6.Cronograma

Para completar la propuesta, se realiza un plan de gestión del proyecto y un cronograma para la construcción de la estructura, se estiman las duraciones aproximadas de cada una de las actividades con ayuda del director del equipo de ingeniería, se usa el software Microsoft Project para programar dicho cronograma. La Tabla 8 muestra las duraciones estimadas para este proyecto y la Figura 8 muestra la programación realizada en Microsoft Project.

Tabla 8
Cronograma construcción casa tipo mampostería tradicional

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN
Casa mampostería tradicional	106 días
Ajuste de diseño, trámite licencia de construcción	45 días
Construcción Casa Mampostería tradicional	61 días
Preliminares, localización y replanteo, excavaciones, rellenos y movimientos de tierras	5 días
Cimentación y estructura	10 días
Mampostería y pañetes en muros	14 días
Cubierta y estructura metálica	5 días
Pisos	11 días

Acabados	10 días
Redes hidráulicas, sanitarias, eléctricas	5 días
Amoblamiento	1 día

Nota: Adaptado de Presupuesto García Vega S.A.S.

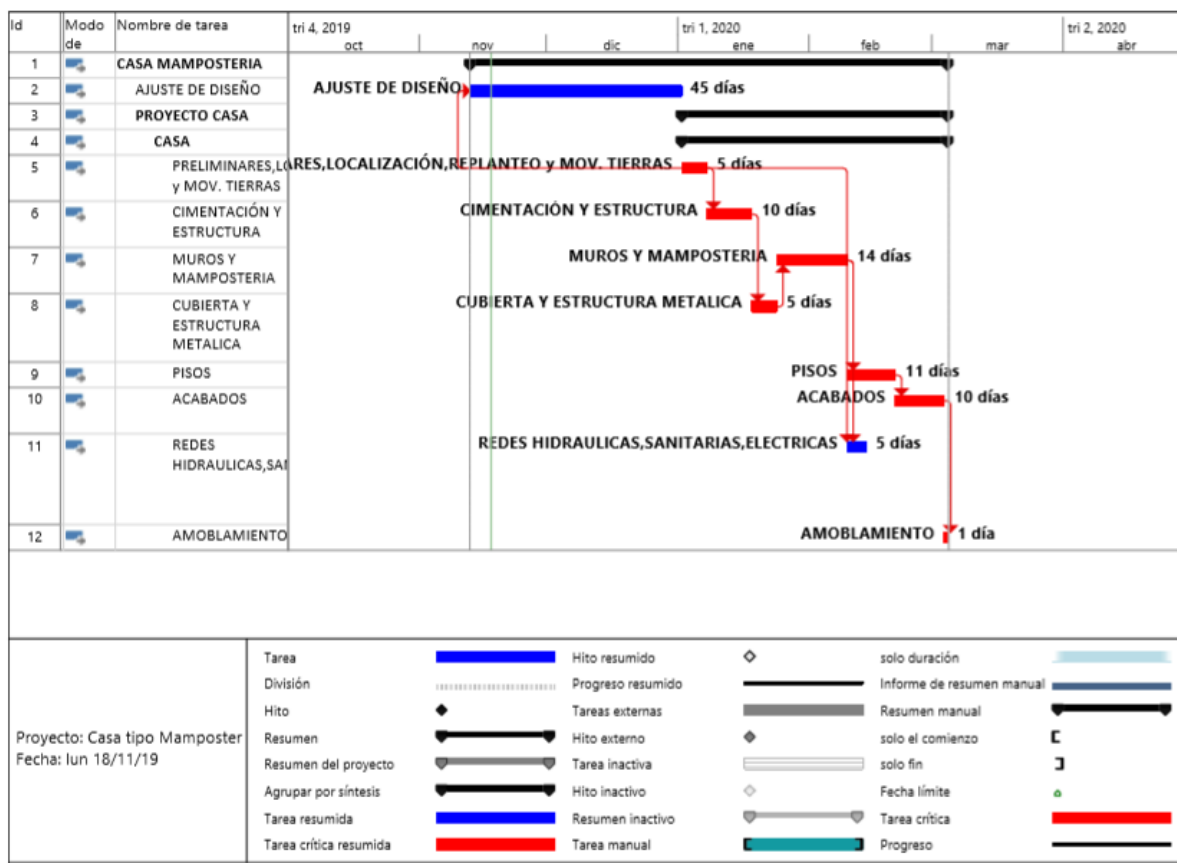


Figura 8 Cronograma del proyecto Casa tipo Mampostería Tradicional.

5.7. Solicitud licencia de construcción

Dentro de las funciones desempeñadas se incluye la radicación de la solicitud de construcción de este proyecto, esta solicitud debe realizarse con anterioridad para poder dar inicio a la construcción de estas viviendas en las fechas estipuladas por el cliente; para tramitar la solicitud de la licencia

de construcción, se requiere diligenciar el formato único nacional, el cual solicita adjuntar los siguientes documentos:

- Carta de solicitud: Esta carta debe dirigirse a la entidad pública que posee jurisdicción del predio, en ella el propietario del lote manifiesta su interés en solicitar la licencia de construcción, en caso de que el propietario no pueda realizar esta solicitud, se debe diligenciar un poder especial el cual debe estar debidamente notariado.
- Planos arquitectónicos, estructurales y de redes: Se deben adjuntar los planos arquitectónicos, estructurales y de redes con sus respectivas especificaciones técnicas y constructivas, se requiere que aparezcan todos los detalles necesarios para la construcción de la estructura, especificación de materiales y de acabados.
- Estudio geotécnico: El estudio realizado al predio, previo al diseño estructural debe estar adjunto con sus respectivos anexos de exploración y ensayos de laboratorio, para solicitar la licencia de construcción.
- Memorias de cálculo: los diseños estructurales deberán estar soportados por las memorias de cálculo de diseño de estructura metálica de cubierta, elementos de cimentación, armado de vigas y de losas, esfuerzos en columnas, acción sísmica y todo otro cálculo realizado para el diseño final de la estructura.
- Documentos de los profesionales: se adjuntan certificados profesionales y fotocopia de la matrícula profesional del ingeniero geotecnista, el arquitecto, el ingeniero civil diseñador y el ingeniero civil constructor.
- Fotocopia de las escrituras del predio, certificado de tradición y libertad.

El tiempo que tarda en ser expedida la licencia de construcción es de 45 días hábiles contados a partir de la fecha de radicación de la solicitud, una vez aprobado el proyecto para su construcción, el proyecto queda en manos del equipo de ingenieros residentes gestores de proyectos, quienes se encargan de materializar la propuesta.

6. Fabricación anclajes

García Vega S.A.S. recibió una solicitud de fabricación por parte de una empresa dedicada a desarrollar fachadas de vidrio y envolventes arquitectónicas, esta solicitud consiste en la fabricación de 5000 anclajes que servirán para sostener la fachada de un proyecto en la ciudad de Bogotá, la función desempeñada por el autor, consistió en el monitoreo del proceso de fabricación y verificación de cumplimiento de fechas de entrega.

6.1. Descripción del anclaje

El diseño inicial realizado por el cliente consiste en una lámina A rectangular de acero A36 de 3/8" de espesor con 4 perforaciones ovaladas, la lámina B rectangular de acero A36 de 5/8" de espesor con 6 perforaciones ovaladas y 6 cartelas en forma triangular en acero A36 de 3/8", se

requiere de tratamiento galvanizado en caliente, la soldadura debe ser aplicada con electrodos de la serie E70XX, de acuerdo a los lineamientos de la norma AWS D1.1 y un espesor de 5 milímetros; en la Figura 9 se muestra vista isométrica del anclaje, en la Figura 10 se muestra detalle lámina A y en la Figura 11 se muestra detalle de lámina B.

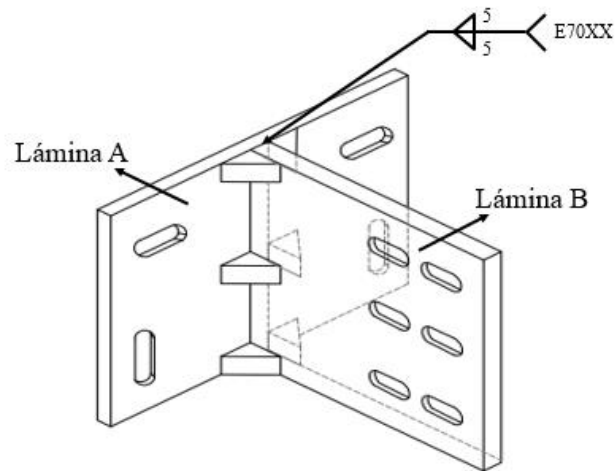
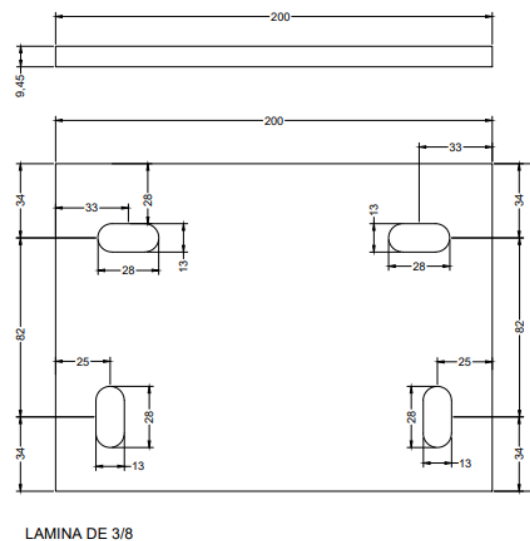


Figura 9. Vista isométrica de anclaje. Adaptado de Esquema García Vega S.A.S.



*Figura 10 Detalle lámina A
Adaptado de Planos de taller García Vega S.A.S.*

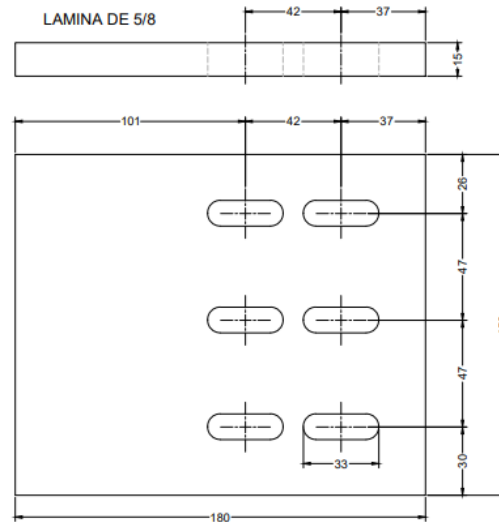


Figura 11 Detalle lámina B
Adaptado de Planos de taller García Vega S.A.S.

El equipo de diseño de García Vega en la revisión realizada al diseño entregado por el cliente, detectó que este anclaje se encontraba sobredimensionado, en la nueva propuesta de diseño se optó por biselar la lámina B para poder aplicar la soldadura de una forma más eficiente y eliminar las 6 cartelas que no eran necesarias, el equipo ICM ajustó los planos de referencia de acuerdo al nuevo diseño.

6.2. Proceso de fabricación

Para iniciar la fabricación de los elementos el departamento ICM emite la orden de fabricación. Esta orden es un documento en el cual se listan la cantidad de elementos a fabricar junto con sus dimensiones y tolerancias, se deben adjuntar los planos de referencia como soporte de este documento; finalmente, se envía al director de la planta de producción.

El proceso de fabricación de cada una de las láminas es el siguiente:

Tabla 9

Proceso de fabricación anclaje a muro.

ELEMENTO	CORTE	BISEL	PERFORADO	ENSAMBLE	RESOLDE	DESPEPADO
Lámina A						
Lámina B						

6.2.1. Corte. Esta fase inicia con la recepción de las láminas comerciales de 1.2 metros de ancho por 2.4 metros de largo, tienen un peso de aproximadamente 120 Kilogramos, dependiendo de su espesor, es por esto que se colocan con la ayuda de una grúa sobre la mesa de corte de plasma mostrada en la Figura 12, una vez ubicadas en el lugar, personal especializado programa el proceso y da inicio al corte de estas láminas, esta fase puede durar alrededor de 6 horas dependiendo de la cantidad de láminas programadas para corte.



Figura 12 Mesa de corte García Vega S.A.S.

6.2.2. Bisel. Una vez finalizada la fase de corte, se deben desencajar las láminas cortadas, para esto se usan herramientas menores como una porra de goma para facilitar esta tarea, las láminas tipo A se reservan para la fase de perforación, mientras que a las láminas tipo B se les realiza un biselado con pulidora siguiendo las especificaciones de diseño (Figura 13 y Figura 14), finalizada esta fase se trasladan laminas tipo A y tipo B a la fase de perforación.



Figura 13 Mesa de trabajo Biselado



Figura 14 Láminas Biseladas

6.2.3. Perforado y ranurado. Debido a que la perforación es en forma ovalada, se realizan dos tareas para lograr terminarla; una de ellas es el perforado, en esta fase se usa un taladro para realizar una perforación inicial la cual servirá de guía para el siguiente proceso, que consiste en realizar una ranura mediante un proceso llamado punzonado (Figura 15), este proceso fue diseñado por García Vega S.A.S., una vez obtenida la perforación en la forma y medidas estipuladas en el diseño, se realiza una limpieza a estas laminas con el fin de remover aceites, porosidades e impurezas antes de pasar al proceso de soldado.



Figura 15 Proceso de perforación

6.2.4. Ensamble y resolde. Para facilitar el ensamble del anclaje la planta de producción realiza una matriz de guía de armado, donde se ubican la lámina A y la lámina B y se alinean con la matriz, se realizan puntos de soldadura para inmovilizar el armado del anclaje, se verifica una vez más que las dimensiones estén de acuerdo a lo especificado en los planos de taller. Una vez verificados estos parámetros, se resolda aplicando la soldadura según especificaciones de diseño.

6.2.5. Despepado y control. La fase final de fabricación de este anclaje consiste en realizar un despepado, se le llama así al proceso de retirar formaciones esféricas en el cordón de soldadura, estas formaciones son imperfecciones del proceso de soldadura, producidas por temperaturas muy altas o velocidades muy bajas del proceso, factores externos como el viento, producen salpicaduras de acero que contribuye a la formación de estas imperfecciones, finalizado el proceso de despepado se realiza control de calidad donde se verifican tanto las dimensiones del anclaje, como la calidad de la soldadura, la cual debe ser continua y sin poros, para verificar la calidad de la soldadura se realizan pruebas no destructivas a la misma

(inspección visual y líquidos penetrantes), se emiten los certificados de estas pruebas. Una vez aprobado el control de calidad, se envía el anclaje a la planta de galvanizado de García Vega S.A.S. para su tratamiento final.



Figura 16 Anclajes verificados

7. Visitas técnicas

Como parte de la capacitación realizada por García Vega S.A.S. en esta práctica empresarial, se le permitió al autor realizar visitas técnicas de reconocimiento en algunos de los proyectos que estaban siendo ejecutados por la empresa:

El equipo de ingenieros residentes gestores de proyectos tuvieron a su cargo el desmonte de un puente grúa en la ciudad de Bucaramanga, se requería que gran parte de la estructura desmontada permaneciera en buen estado para su posterior reaprovechamiento, el ingeniero residente de este proyecto realizó una visita guiada explicando cada uno de los procesos y precauciones necesarias que debían tomarse para el correcto desmonte de la estructura, una de estas precauciones estaba asociada al armado de los andamios, es de vital importancia que los operarios tengan un lugar de trabajo adecuado y estable ya que ejercerían sus funciones a una altura de aproximadamente 6 metros, además de esto, una sugerencia dada por el ingeniero residente fue el considerar dentro del presupuesto y plan de gestión del proyecto el tiempo que tarda el armado de los andamios y su posterior desmonte.



Figura 17. Detalle armado de andamios para desmonte de puente grúa

Otra de las estructuras que se visitó, está ubicada en la zona norte de la ciudad de Bucaramanga, donde se realizó el montaje de un edificio técnico, la estructura consta de 4 pisos y dos cubiertas, la complejidad de este proyecto radicó en que la estructura debía levantarse junto a un silo en una planta de producción alimenticia y anclarse a una estructura de concreto ya existente, el ingeniero

residente encargado del montaje de esta estructura, realizó una visita guiada, explicando los retos que habían sido solucionados de forma exitosa, no fue posible el acceso a la parte alta de la construcción debido a que solo estaba habilitado para personal autorizado.

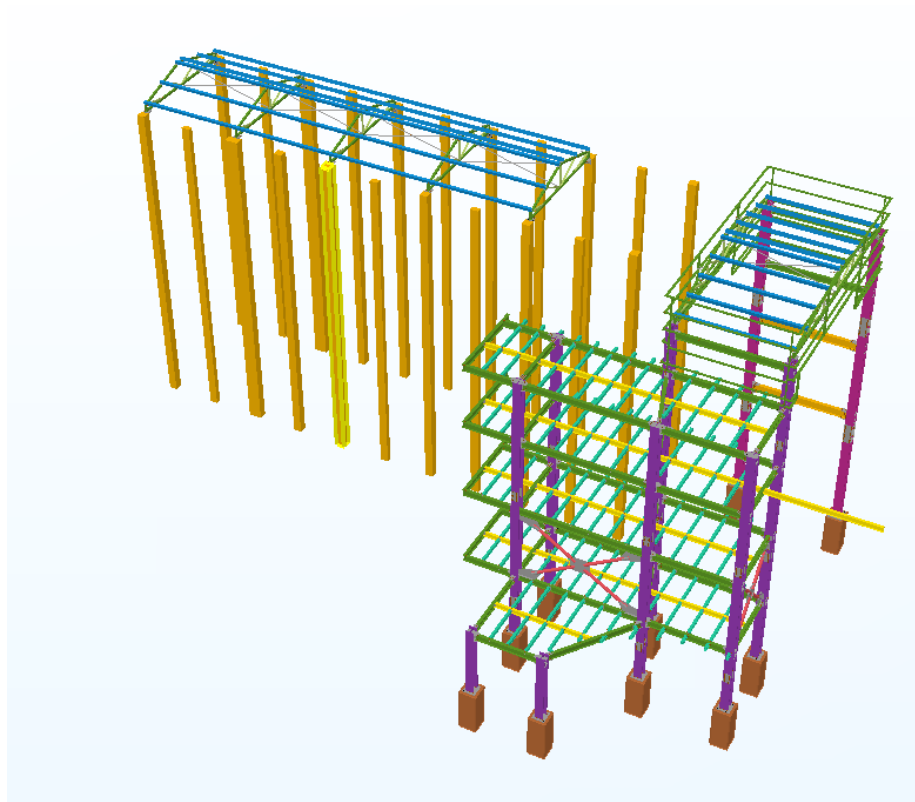


Figura 18. Modelo estructura norte de Bucaramanga

García Vega S.A.S. fue seleccionado para realizar la fabricación y montaje de una rampa de acceso en un edificio residencial al sur de Bucaramanga, se realizó acompañamiento en el montaje de dicha estructura la cual requirió de ingeniería de detalle en relación con los terminados de pasamanos y barandas, el proceso de control de calidad de esta estructura se incrementó respecto de otras obras debido al nivel de exactitud que requería esta estructura.



Figura 19. Detalle rampa de acceso en proceso de construcción



Figura 20. Rampa de acceso terminada

La realización de estas visitas técnicas de seguimiento y acompañamiento contribuyen enormemente en la capacidad de realización de planes de gestión de proyectos y de planes de montaje ya que amplía el panorama de procesos de construcción posibles y necesarios para llevar a cabo una obra.

8. Conclusiones

Se evidencia que los procesos llevados de forma interna en García Vega S.A.S. relacionados con el análisis de precios unitarios, se llevan a cabo de forma eficiente gracias a las bases de datos de la empresa, se realiza una propuesta de mejora a la empresa en cuanto sus procesos de fabricación, iniciando con el equipo de diseño, encargado del dibujo de planos de taller, se recomienda la realización de estos planos con un alto nivel de detalle, así como también la capacitación de los trabajadores en cuanto a la interpretación de dichos planos, esto con el fin de disminuir errores y reprocesos en la planta de producción.

El ejercicio profesional de la ingeniería civil no se limita simplemente al cálculo de diversos tipos de estructuras o a su construcción, va mucho más allá de esto pues detrás de la creación de una estructura existen procesos que en muchas ocasiones no se aprenden en la academia, como lo son, el manejo de software especializado en modelamiento tridimensional, estos conceptos se adquirieron al participar en una práctica empresarial contribuyendo con el desarrollo académico y profesional del autor.

Se realizaron funciones estipuladas por el tutor de la práctica, una de ellas fue la radicación de la solicitud de licencia de construcción del proyecto de viviendas campestres, esta solicitud requirió realizar un seguimiento y revisión a cada uno de los documentos adjuntos necesarios para la radicación de esta solicitud.

Las actividades desempeñadas durante la práctica empresarial se centraron en la elaboración de propuestas económicas por parte de García Vega S.A.S. y el monitoreo de los procesos llevados a cabo en la planta de producción, este monitoreo permite la retroalimentación de procesos ejecutados, sus rendimientos y su proceso de fabricación, todos estos datos son de gran importancia en el proceso de control para que así García Vega S.A.S pueda continuar cumpliendo con sus altos estándares de calidad y con su constante mejoramiento.

Durante la realización de esta práctica, se adquirieron competencias y habilidades como el liderazgo, cumplimiento, trabajo en equipo, comunicación oral y escrita, además de ampliar la confianza en los conocimientos adquiridos durante la formación profesional y de igual manera, adquirir nuevos conocimientos y habilidades que forman un profesional capaz de desempeñarse de forma competitiva y sobresaliente en la industria de la construcción.

Referencias y bibliografía

American Welding Society (2015). AWS D1.1/D1.1.M:2015 23ra edition, EE.UU.:American Welding Society

Autodesk (1982) AutoCAD (Versión 2020). Autolisp, Visual Basic, C++, EE.UU.

Centro de escritura Javeriano (2013). Normas APA. Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de: <http://portales.puj.edu.co/ftpcentroescritura/Recursos/Normasapa.pdf>

Francisco Jiménez Boulanger y Carlos Luis Espinosa Gutiérrez (2007) *Costos industriales*. Recuperado de <https://books.google.com.co/books>

Microsoft (1981) Microsoft Word (Version 2019). C++. EE.UU.

Microsoft (1984) Microsoft Project (Versión 1812, compilación 11126.20266). EE.UU.

Microsoft (1985) Microsoft Excel (Versión 2019). Visual Basic. EE.UU.

Project Management Institute, Inc. (2013). *PMBOK Project Management Base of Knowledge. (PMBOK Guides)*, 5a. edición. Pensilvania, EE. UU.: Project Management Institute

Project Management Institute, Inc. (2017). *A GUIDE TO THE PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE PMBOK GUIDE. (PMBOK Guides)*, 6a. edición. Pensilvania, EE.

UU.: Project Management Institute

Universidad industrial de Santander (2019). Guía para la presentación de trabajos de grado.

Servidor local biblioteca UIS. Bucaramanga, Colombia. Recuperado de <http://tangara.uis.edu.co/>