

**APOYO A LA RESIDENCIA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN EN PROCESO
CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO “RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN
SITIO PROPIO AFECTADAS POR LA OLA INVERNAL DEL PERIODO 2010-
2011” EN MUNICIPIOS DEL CESAR.**

ANDRÉS JOSÉ CARRASCAL ESPEJERO

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2017**

**APOYO A LA RESIDENCIA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN EN PROCESO
CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO “RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN
SITIO PROPIO AFECTADAS POR LA OLA INVERNAL DEL PERIODO 2010-
2011” EN MUNICIPIOS DEL CESAR.**

ANDRÉS JOSÉ CARRASCAL ESPEJERO

**TRABAJO DE GRADO
Práctica Empresarial como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL**

**Supervisor:
DIEGO LEANDRO BLANCO MUÑOZ I.C. Msc.
Docente de Ingeniería Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2017**

Nota de aceptación

Arq. Rodolfo Quiroz González
Tutor Empresarial

Ing. Diego Leandro Blanco Muñoz
Tutor Académico

Jurado

Jurado

Bucaramanga, Julio de 2017

Dedico este proyecto a Dios, quien ilumina y guía cada uno de mis pasos y a mis padres por todo el apoyo incondicional que me brindaron en mi proceso de formación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar una de mis metas más importantes, por cuidar e iluminar cada uno de mis pasos y por las experiencias vividas en esta etapa.

A mis padres, por ser mi principal apoyo para alcanzar cada uno de mis sueños y metas, por creer y confiar en mí en todo este arduo proceso, por sus consejos y palabras que me fortalecieron en los momentos más difíciles y por educarme como una persona con principios y valores.

A mis hermanos, por su apoyo y compañía en cada momento, por estar ahí para levantarme el ánimo cuando más lo necesitaba.

A los docentes de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga, quienes aportaron significativamente con sus conocimientos y experiencias en mi formación como un profesional integro y con valores.

A la Constructora Lindaraja por confiar en mí y darme la oportunidad de aprender y fortalecer mis conocimientos permitiendo realizar mis prácticas en su empresa.

A mis supervisores de práctica, por su dedicación, paciencia y consejos recibidos durante mi práctica empresarial.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	13
2.	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	15
3.1	CONSTRUCTORA LINDARAJA S.A.S.	15
4.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	22
4.1	URBANIZACIÓN MATTIAS BOULEVARD.....	22
4.2	RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN SITIO PROPIO AFECTADAS POR LA OLA INVERNAL EN EL PERIODO 2010-2011.....	22
5.	DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO	24
6.	APORTE AL CONOCIMIENTO	27
6.1	ELABORACIÓN DE A.P.U., PRESUPUESTOS Y CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA.	27
6.2	RESIDENCIA DE OBRA Y PROCESO CONSTRUCTIVO.....	28
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

LISTA DE GRAFICAS Y FIGURAS

Figura 1. Organigrama organizacional de la empresa.....	15
Figura 2. Urbanizacion Altos de Comfacesar.	16
Figura 3. Urbanizacion Villa Dariana.	17
Figura 4. Torres Don Jose I.....	17
Figura 5. Urbanizacion Tobias Daza.	17
Figura 6. Urbanizacion Tobias Daza IV.	18
Figura 7. Urbanizacion Rafael Escalona.	18
Figura 8. El Amparo.	18
Figura 9. Urbanizacion Tobias Daza Etapa VIPA.	19
Figura 10. Torres Doña Yiya	19
Figura 11. Urbanización Villa Dariana II.	19
Figura 12. Urbanización Ciudadela Comfacesar.	20
Figura 13. Urbanización Mattias Boulevard VIP.	20
Figura 14. Urbanización Senderos de san Andrés.	20
Figura 15. Urbanización Ishamana I VIP.	21
Figura 16. Dainer's Industrial Park.....	21
Figura 17. Reconstrucción de viviendas en sitio propio afectadas por ola invernal.	21
Figura 18. Forma de ensamble de los paneles.	23
Figura 19. Presupuesto por vivienda.	24
Figura 20. Materiales requeridos por los municipios.	25
Figura 21. Plantilla Avance de obra.....	25
Figura 22. Control de cortes.	26
Figura 23. Plano de Diseño sanitario.	27
Figura 24. Refuerzo interno de los modulos.....	31
Figura 25. Union entre muros perpendiculares.	31
Figura 26. Terreno con relleno para compactar y elevar nivel.	32
Figura 27. Proceso de excavación para colocación de tubería.	32
Figura 28. Armado de vigas para cimentacion de patio.....	32
Figura 29. Tuberia sanitaria.	33
Figura 30. Vigas de cimentacion fundidas en patio.....	33
Figura 31. Terreno compactado plisto para fundir solado.....	33
Figura 32. Proceso de fundicion de placa.	34
Figura 33. Proceso de nivelación de placa base.....	34
Figura 34. Placa fundida, en espera de secado para colocación de paneles.	34
Figura 35 Paneles listos para inicio de armado de vivienda.....	35
Figura 36 Vivienda en proceso de armado.....	35
Figura 37 Vivienda armada, lista para colocación de perfiles de cubierta	35
Figura 38 Vivienda con perfiles de cubierta instalados	36
Figura 39. Perfiles y tejas instalados en vivienda.....	36
Figura 40. Vivienda lista para acabados y cerramiento.....	36

Figura 41. Muros levantados para colocación de mesón de cocina.37
Figura 42. Proceso de emplantillar la vivienda para colocacion de piso.....37
Figura 43. Cerramiento de patio en predio.....37
Figura 44 Vivienda lista para entrega.....38

GLOSARIO

- **A.P.U.:** El análisis de precio unitario es el costo de una actividad por unidad de medida escogida. Usualmente se compone de una valoración de los materiales, la mano de obra, equipos y herramientas.
- **Cantidad de obra:** Constituye los cálculos previos de medición y conteo que se elabora, de acuerdo con unos planos que determinen las cantidades de obra de las diferentes actividades, y las cantidades de recursos materiales de sus correspondientes sub actividades; Cálculos que resultan indispensables para realizar la obra.
- **Cerramiento:** los cerramientos permiten conformar los espacios interiores habitables de una construcción, protegiéndolos, además, del espacio exterior y definiendo la imagen externa de una edificación, entre otras funciones.
- **Cimentación:** Son las bases que sirven de sustentación al edificio; se calculan y proyectan teniendo en consideración varios factores tales como la composición y resistencia del terreno, las cargas propias del edificio y otras cargas que inciden, tales como el efecto del viento o el peso de la nieve sobre las superficies expuestas a los mismos.
- **Compactación:** La compactación es el proceso realizado generalmente por medios mecánicos, por el cual se produce una densificación del suelo, disminuyendo su relación de vacíos. El objetivo de la compactación es el mejoramiento de las propiedades geotécnicas del suelo, de tal manera que presente un comportamiento mecánico adecuado.
- **Cuaderno de obra:** Documento que, debidamente foliado, se abre al inicio de toda obra y en el que el Inspector o Supervisor y el residente de obra anotan las ocurrencias, órdenes, consultas y las respuestas a las consultas.
- **Malla electro soldada:** Armadura pasiva del hormigón armado compuesta por barras o por alambres corrugados unidas mediante soldadura eléctrica y perpendicular entre sí, formando una cuadrícula. La separación entre barras depende del elemento constructivo que se deba armar, las más usuales son de 10, 15, 20 y 25 cm. Pueden ser simples o dobles. Son de uso habitual en elementos superficiales como losas, muros, etc.
- **Paneles prefabricados de hormigón:** Placas de hormigón armado prefabricadas que se utilizan para cerramientos exteriores de edificios. Tienen dimensiones y espesores variables, pudiendo ser piezas de gran

altura. Su prefabricación permite la utilización de moldes complejos para dar texturas de acabados variadas, y la utilización de cementos blancos y aditivos colorantes para obtener tonalidades diversas, lo que propicia su utilización sin ningún tipo de acabado superficial.

- **Presupuesto de obra:** Es establecer de qué está compuesta y cuántas unidades de cada componente se requieren en una obra para, finalmente, aplicar precios a cada uno y obtener su valor en un momento dado.
- **Reconstrucción:** Proceso de reparación a mediano y largo plazo, del daño físico, social y económico, y de recuperación de las estructuras afectadas, a un nivel de desarrollo igual o superior al existente antes del desastre.
- **Residente de obra:** El Ingeniero Residente es el representante técnico del contratista en la obra y es el encargado de la planificación, coordina al personal directo de la obra y en su caso a los diferentes contratistas que intervienen en la obra, como pueden ser: contratistas Eléctricos, de Acabados, etc. Hace requerimientos de material oportunos y elabora reportes de avances de obra, ejecución de la obra y de las actividades de control, tales como calidad, organización del personal, actas, mediciones, valuaciones y demás actos administrativos similares.
- **Sistema de construcción tipo túnel:** El análisis de precio unitario es el costo de una actividad por unidad de medida escogida. Usualmente se compone de una valoración de los materiales, la mano de obra, equipos y herramientas.
- **Solado:** Consiste en revestir el suelo con ladrillos, losas u otro material, un pavimento exterior o interior.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO A LA RESIDENCIA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN EN PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO “RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN SITIO PROPIO AFECTADAS POR LA OLA INVERNAL DEL PERIODO 2010-2011” EN MUNICIPIOS DEL CESAR.

AUTOR(ES): Andrés José Carrascal Espejero

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Diego Leandro Blanco Muñoz

RESUMEN

En este proyecto se relata la metodología utilizada durante mis prácticas empresariales, encaminada en el apoyo a la residencia al proyecto de reconstrucción de viviendas afectadas por la ola invernal que azotó al país en el periodo 2010-2011 que dejó miles de damnificados. Aquí se reseña puntualmente cada una de las actividades ejecutadas para obtener un excelente resultado, las experiencias y conocimientos adquiridos durante el tiempo de ejercicio como ingeniero civil. También los métodos de construcción utilizados en el proyecto, el detalle de la ejecución de cada una de las viviendas, los inconvenientes durante la misma y la forma como se solucionaron; y los materiales utilizados en el proyecto. De igual forma se plantea las actividades administrativas realizadas durante el inicio de las prácticas, el aporte hecho a la etapa de pre inversión del proyecto en diferentes municipios donde se buscaba la aprobación.

PALABRAS CLAVES:

Residencia, Ola invernal, reconstrucción.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPPORT TO THE RESIDENCE, SUPERVISION AND EXECUTION IN CONSTRUCTIVE PROCESS OF THE PROJECT " RECONSTRUCTION OF HOUSINGS IN OWN SITE AFFECTED BY THE WINTER WAVE OF THE PERIOD 2010-2011 " IN MUNICIPALITIES OF THE CESAR.

AUTHOR(S): Andrés José Carrascal Espejero

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Diego Leandro Blanco Muñoz

ABSTRACT

In this project is reported the methodology used during my engineering practices, in order to support the residence to the reconstruction project of houses which were affected by the rainy season that stroke the country during the period of 2010-2011 leaving thousands of victims. On this document are described each of the activities performed to obtain an excellent engineering result, as well as the experiences and knowledges acquired during the time of exercise as civil engineer. Also, the construction methods used in the project, the details of the execution of each of the houses, the obstacles and the way they were solved and finally the materials used in the project. Additionally the administrative activities carried out during the beginning of the practices and the contribution made to the pre-investment stage of the project in different municipalities where approval was sought

KEYWORDS:

Resident, Winter Wave, Reconstruction.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

Durante el mes de octubre de 2010 inició una de las temporadas de lluvias más trágicas en la historia de Colombia, en la que se vieron afectados miles de familias en diferentes departamentos, temporada que se extendió hasta mayo de 2011 dejando así alrededor de 2 millones de damnificados, censados por el Banco Iberoamericano de Desarrollo - (BID) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL. El departamento del Cesar fue uno de los más afectados por la ola invernal, donde se registraron alrededor de 150.000 personas damnificadas, de las cuales se han ido reparando poco a poco en cada uno de los municipios. En el departamento del Cesar, se ha reparado un sin número de familias, actualmente está en proceso de aprobación alrededor de 150 casas y en construcción otras 100 casas. El encargado de seleccionar los damnificados y verificar si aplican al beneficio es la caja de compensación familiar del Cesar (Comfacsar) la cual adjudicó el contrato a la Unión temporal FABRICASAS - LINDARAJA que es la encargada de la construcción de cada una de las viviendas. El proyecto consta en la construcción de viviendas nuevas en sitio propio, utilizando un método de construcción poco convencional. Teniendo en cuenta la posibilidad de afectaciones por mismas razones, se exige la elaboración de diseños respectivos por profesionales idóneos como también la supervisión de la ejecución por profesionales.

La práctica empresarial es el espacio donde se aplican los conocimientos teórico-prácticos adquiridos durante la carrera, en el cual se busca que el estudiante aplique y refuerce dichos conocimientos desarrollando así habilidades y aptitudes, las cuales pueden facilitar su confrontación en el campo laboral.

En el presente informe expondré acerca de mi labor realizada como practicante de la empresa CONSTRUCTORA LINDARAJA S.A.S. ubicada en la ciudad de Valledupar, hablaré de las actividades ejecutadas, objetivos alcanzados, mi experiencia como profesional y conocimientos adquiridos durante este periodo de tiempo. En el periodo de ejercicio como profesional, reforcé y aprendí diferentes labores como ingeniero civil, aumentando mi capacidad de interpretar y solucionar problemas dentro del tiempo establecido.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar la práctica empresarial en CONSTRUCTORA LINDARAJA S.A.S. de Valledupar, como trabajo de grado en el apoyo a la residencia, supervisión y ejecución del proceso constructivo del proyecto “reconstrucción de viviendas en sitio propio afectadas por la ola invernal del periodo 2010-2011” en municipios del cesar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Supervisar el proceso constructivo de la obra, garantizando una óptima calidad del producto a los afectados.
- Interpretar con exactitud lo plasmado en planos y especificaciones del diseño.
- Hacer seguimiento y control al presupuesto inicialmente planteado.
- Realizar cantidades de obra del proyecto para saber con exactitud la cantidad de material requerido.
- Verificar los materiales que se utilicen durante la ejecución, garantizando el cumplimiento de las especificaciones requeridas por el diseñador.
- Llevar control y seguimiento de presupuestos planteados para las obras.
- Hacer seguimiento al cronograma establecido verificando el cumplimiento de lo plasmado.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

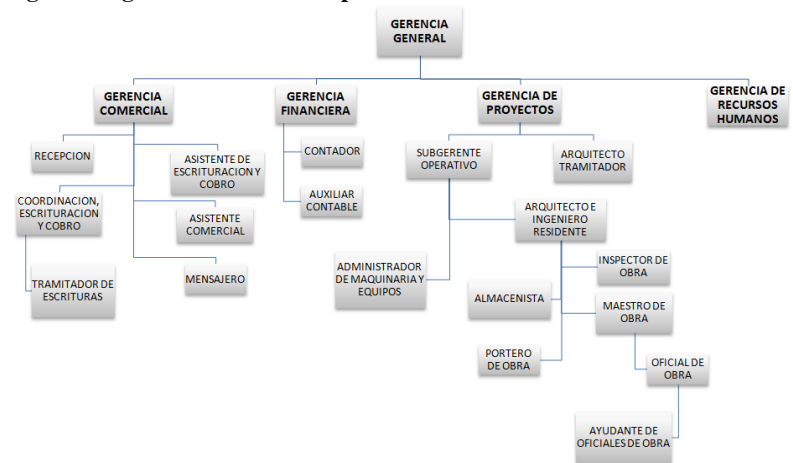
3.1 CONSTRUCTORA LINDARAJA S.A.S.

Es una empresa ubicada en la Ciudad de Valledupar, fundada hace más de 20 años por Dainer Elías Peñaloza Torres (Q.E.P.D), profesional de Arquitectura. La empresa se ha destacado principalmente por la construcción de viviendas de interés social, ayudando al desarrollo del departamento del Cesar y utiliza como herramienta los recursos tecnológicos y financieros a la mano, para así ofrecer la más alta calidad en sus proyectos. Ofrece diferentes servicios a la comunidad como lo son;

- ✓ Construcción de proyectos de vivienda de interés social
- ✓ Centros comerciales
- ✓ Obras Civiles (Pavimentos, Alcantarillados, Redes de agua potable)
- ✓ Asesoría Técnica Integral de Proyectos

Su estructura organizacional se direcciona por su gerente general, el cual es el encargado de la aprobación o no de sus proyectos, teniendo siempre como visión los proyectos que generen más desarrollo a la sociedad, siguiendo con el gerente operativo, que se encarga de controlar la operación de todos los proyectos que se realicen por medio de la empresa, teniendo a su cargo a directores y residentes de los proyectos; a su vez se encuentran las diferentes áreas dentro de la empresa que ayudan a un mejor desarrollo de la misma, como lo son, contadores, abogados, administradores, recepcionista y asesores comerciales.(Ver Figura 1).

Figura 1. Organigrama organizacional de la empresa.



Fuente: Hoja de vida Constructora Lindaraja

La constructora se ha enfocado en ser la empresa más importante dentro del departamento, por lo cual ha realizado una gran cantidad de proyectos en la ciudad de Valledupar, entre estos está la Urbanización Altos Comfacesar (407 Viviendas), Urbanización Villa Dariana I (1043 Viviendas), Edificio Torres Don José I (64 Apartamentos), Urbanización Tobías Daza (60 Viviendas), Urbanización Tobías Daza IV (96 viviendas multifamiliares) Urbanización Rafael escalona (445 Viviendas), El amparo (300 Viviendas), Urbanización Tobías Daza etapa VIPA (100 Viviendas), Torres Doña Yiya en San diego, Cesar (32 apartamentos).

Actualmente están en proceso de construcción diferentes proyectos urbanísticos denominados, Urbanización Villa Dariana II (Construidas y vendidas 96 Viviendas), Ciudadela Comfacesar (Construidas y vendidas 374 Viviendas), Conjunto cerrado Mattias boulevard ubicado en el municipio de Bosconia, Cesar (416 Viviendas proyectadas), Urbanización Senderos de San Andrés ubicado en Funza, Cundinamarca (120 Viviendas). En consorcio con la Constructora Andaluja se construye y vende 100 Viviendas de la urbanización Ishamana en la Ciudad de Riohacha, Guajira. Se proyecta para el periodo 2017- 2018 la construcción de un Parque industrial “Dainer`s Industrial Park” en Funza, Cundinamarca. En unión con CONSTRUCTORA FABRICASAS ubicada en la ciudad de Medellín, está en proceso la reconstrucción de viviendas en sitio propio afectadas por la ola invernal del periodo 2010-2011 en el departamento del Cesar, los municipios ejecutados y en proceso de ejecución se encuentran, La jagua de Ibirico (80 Viviendas construidas y 29 en ejecución), Chiriguaná (47 Viviendas en ejecución), Pelaya (36 Viviendas en ejecución), El paso (19 Viviendas en ejecución) Pailitas (27 Viviendas en ejecución) y en espera de construcción Becerril (27 Viviendas), Astrea (17 Viviendas), Pueblo bello (9 Viviendas), Chimichagua (65 Viviendas), Valledupar (7 Viviendas).

(Ver figuras 2- 17)

Fuente: Hoja de Vida Constructora Lindaraja

Figura 2. Urbanización Altos de Comfacesar.



Figura 3. Urbanización Villa Dariana.



Figura 4. Torres Don José I.



Figura 5. Urbanización Tobías Daza.



Figura 6. Urbanización Tobías Daza IV.



Figura 7. Urbanización Rafael escalona.



Figura 8. El amparo.



Figura 9. Urbanización Tobías Daza etapa VIPA.



Figura 10. Torres Doña Yiya.



Figura 21. Urbanización Villa Dariana II.



Figura 32. Urbanización Ciudadela Comfacesar.



Figura 43. Urbanización Mattias Boulevard VIP.



Figura 54. Urbanización Senderos de san Andrés.



Figura 65. Urbanización Ishamana I VIP.



Figura 76. Dainer's Industrial Park.



Figura 87. Reconstrucción de viviendas en sitio propio afectadas por ola invernal.



4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 URBANIZACIÓN MATTIAS BOULEVARD

Es un proyecto que consta de 286 viviendas de interés social que serán construidos en 2 etapas, la primera contempla la construcción de 112 viviendas y la segunda con 174 viviendas, la urbanización contara con espacios urbanizados, parqueaderos, parques y demás zonas para la recreación de sus habitantes. Estas viviendas cuentan con altos estándares urbanísticos y arquitectónicos, acompañados con un componente social integral (ver Figura 13). Se utiliza un sistema de construcción no tradicional conocido como “construcción tipo túnel o sistema túnel” es un sistema industrializado para la fabricación de viviendas que genera altos rendimientos en obra y un mejor aprovechamiento de recursos, se estima que con este sistema se pueden construir una o dos viviendas por día con una grúa. Se usa para realizar estructuras de concreto armado compuestas por dos elementos estructurales, muros de carga y losas, cuyos espesores comparados con los del sistema tradicional son relativamente delgados. Generalmente para este tipo de construcción el espesor de los muros y losas es aproximadamente el mismo.

Es un proyecto privado, pero en el cual, se trabaja de la mano con la caja de compensación familiar del Cesar, por lo tanto, se le da preferencia a los usuarios de la caja, ya que las viviendas están definidas como viviendas de interés prioritario – VIP y que su costo no excede los 70 SMLMV. Sus áreas construidas no exceden los 51 m² y se distribuyen en sala, comedor, cocina, patio de labores, 2 habitaciones y un baño. Las viviendas cuentan con todos sus diseños respectivos realizados por profesionales idóneos, con sus licencias y cumplen con las normas y leyes que rigen en Colombia.

4.2 RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN SITIO PROPIO AFECTADAS POR LA OLA INVERNAL EN EL PERIODO 2010-2011

El proyecto se basa en la reconstruir viviendas en sitio propio afectadas por la ola invernal del periodo 2010 - 2011 en diferentes municipios del departamento del césar y magdalena. Las viviendas tienen un área de construcción de 41.6m² y 48m² dependiendo del área del terreno en el cual se va a construir.

El sistema de construcción es totalmente diferente al tradicional, es una propuesta presentada por la CONSTRUCTORA FABRICASAS S.A., se trata de la utilización de módulos prefabricados fundidos en concreto y ensamblados mediante conectores metálicos (ver Figura 18), los módulos se identifican con una referencia propuesta por el fabricante y se arma de acuerdo a ella. El sistema estructural se compone de muros de concreto prefabricado de 60mm de espesor y tubería rectangular tipo PTS grado 50 o perfiles de ACESCO grado 50 y grado 40. A nivel de cubierta se utilizan perfiles de acero que cargan teja de fibrocemento o teja master1000 Acesco calibre 26 pintada. Este sistema constructivo permite el paso de barras de 3/8" o 10mm de diámetro para el ensamble, estos ductos se rellenan con lechada para protección anticorrosiva de las barras.

Figura 98. Forma de ensamble de los paneles.



Fuente: Memorias de cálculo para vivienda de 40.45m² proyecto reconstrucción de viviendas afectadas por ola invernal en periodo 2010-2011.

Este sistema esta patentado en Colombia y se ajusta a lo estipulado en los artículos 10 y 12 de la ley 400 de 1997, el capítulo A.1.4.2 y el capítulo A.3.1.7 de la NSR-98 Y NSR-10. El sistema se encuentra homologado mediante resolución 014 de 2014 por la comisión asesora permanente para el régimen de construcciones Sismo resistentes de acuerdo con los artículos 10 y 12 de la ley 400 de 1997. Como cimentación de acuerdo con el estudio de suelo se recomienda el empleo de una retícula de vigas en concreto reforzado similares a las dispuestas en el título E de la NSR10, se propone realizar una placa de concreto de 10cm de espesor apoyada sobre un reemplazo en material granular compactado al 95% del ensayo proctor.


5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

Inicialmente se me encargó la labor de apoyar en la etapa de pre inversión del proyecto “reconstrucción de viviendas en sitio propio afectadas por la ola invernal del periodo 2010-2011” donde realicé presupuestos para el proyecto ya mencionado, calculado para dimensionar la capacidad financiera requerida para la ejecución del proyecto.

Para esto usé el programa de Excel con el cual calculé por medio de fórmulas comunes (sumas o restas) los precios totales y cantidades de cada actividad, teniendo en cuenta obras adicionales como lo son las pozas sépticas. También se calcularon los porcentajes de imprevistos, interventores y demás actividades para tener en cuenta en cada obra. (Ver figura 19).

A esto se le suma la organización de los documentos como lo requiere la entidad encargada de aprobar los proyectos, los cuales contenían estudios de suelos, diseños de acueducto, alcantarillado, eléctrico, planos de cada uno de los diseños, licencias de construcción y un listado de las personas que fueron seleccionadas para aplicar el subsidio. Se me fue encargada la radicación del proyecto en dos municipios, solicitando las licencias de construcción para empezar la ejecución de las obras.

Figura 109. Presupuesto por vivienda.

						
Presupuesto por vivienda CHIMICHAGUA-CESAR.						
DIANITH VIVEROS RAMOS						
COSTOS DIRECTOS						
001	ACTIVIDADES PRELIMINARES					
Cons.	Unitario	Descripción	Unid	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Subtotal
001	A0008	DESCAPOTE	M2	42,00	606,29	25.464,03
002	A0076	SUMINISTRO PROVISIONAL DE AGUA POTABLE	UN	0,02	105.623,83	2.112,48
003	A0077	SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA	UN	0,02	1.035.040,78	20.700,82
004	A0078	CASETA METALICA PARA CAMPAMENTOS	UN	0,01	4.819.820,29	48.198,20
005	A0004	LOCALIZACION Y REPLANTEO	M2	42,00	1.979,50	83.139,00
002	CIMENTOS					
Cons.	Unitario	Descripción	Unid			
002	A0005	EXCAVACION MANUAL CIMIENTOS	ML	21,00	1.382,60	29.034,68
003	A0006	EXCAVACION MANUAL	M3	3,00	15.871,14	47.613,43
004	A0070	CIMIENTO EN CONCRETO CICLOPEO	ML	21,00	32.011,01	672.231,30
006	A0083	SOLADO EN CONCRETO POBRE	M2	42,00	17.009,26	714.389,08
004	MAMPOSTERIA					
Cons.	Unitario	Descripción	Unid			
002	A0072	MAMPOSTERIA PARA MESONES Y LAVADEROS	UN	4,00	56.000,99	224.003,96
SUMINISTRO E INSTALACION DE LAVADEROS						
DIANITH VIVEROS RAMOS / ERINOLFO VILLALOBOS MOYA / NORBETO VILLALOBOS MIELES						

Calculé las cantidades de obra del proyecto teniendo como base los planos en archivo de AutoCAD, estas se calcularon por medio de hojas de Excel y se totalizó el material requerido para cada uno de los proyectos, que en total son 245 casas distribuidas en diferentes municipios del departamento del Cesar. (Ver figura 20)

Figura 20. Materiales requeridos por municipio.

TOTAL DE MATERIALES														TOTAL 245 CASAS
MATERIALES	UND	Cant. x C	CHIRIGUANA Cant. x 15	PELAYA Cant. x 38	PAILITAS Cant. x 20	LA JAGUA Cant. x 27	BECERRIL Cant. x 29	EL PASO Cant. x 19	ASTREA Cant. x 21	P. BELLO Cant. x 9	PLATO Cant. x 6	CHIMICHAGUA Cant. x 61		
001 ETAPA DE ENTREGA 1														
Tubería Sanitaria 2"	ML	12	180	456	240	324	348	228	252	108	72	732	2.940	
Tubería Sanitaria 3"	ML	12	180	456	240	324	348	228	252	108	72	732	2.940	
Tubería Sanitaria 4"	ML	9	135	342	180	243	261	171	189	81	54	549	2.205	
Union Sanitaria 3"	UN	1	15	38	20	27	29	19	21	9	6	61	245	
Union Sanitaria 4"	UN	1	15	38	20	27	29	19	21	9	6	61	245	
Sifon Sanitario Completo 2"	UN	2	30	76	40	54	58	38	42	18	12	122	490	
Buje Sanitario 3X2"	UN	1	15	38	20	27	29	19	21	9	6	61	245	
Tee Sanitaria 2"	UN	1	15	38	20	27	29	19	21	9	6	61	245	
Tee Sanitaria 3"	UN	1	15	38	20	27	29	19	21	9	6	61	245	
Codo 90° Sanitario 2"	UN	5	75	190	100	135	145	95	105	45	30	305	1.225	
Cemento para Solado	KG	750	11.250	28.500	15.000	20.250	21.750	14.250	15.750	6.750	4.500	45.750	183.750	
Cemento para Cimentacion	KG	1.600	24.000	60.800	32.000	43.200	46.400	30.400	33.600	14.400	9.600	97.600	392.000	

Realicé la labor de residente en el proyecto del municipio del Paso, Cesar en el cual se están reconstruyendo un total de 19 viviendas, en el que se me encargo el control del personal encargado de la ejecución, verificar que cumplan con las normas mínimas para laborar, la utilización de los materiales requeridos por los diseños, manejo de bodega que incluye el pedido de materiales escasos, el cálculo de horas hombre trabajadas por semana y seguimiento a cada una de las obras que se realizan simultáneamente dentro del municipio. Para esto llevo un control por escrito en el cuaderno de obra (bitácora), en el que compruebo las horas trabajadas por el personal y las novedades de la obra. Además, elaboré un cuadro donde llevo control de cada ítem realizado con totalidad para luego ser incluido en los cortes y saber el avance que presenta cada uno de los ítems. (Ver figura 21)

Figura 21. Plantilla avance de obra.

ACTUALIZADO: BARRIOS	EL PASO - CESAR																		
	ORDEN DE EJECUCIÓN Y # DE CASAS A ENTREGAR																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
RELLENO																			
SOLADO																			
CIMENTACIÓN																			
CAJAS DE REGISTRO																			
ARMADO CASA																			
ESTRUCTURA																			
CUBIERTA																			
PISAS DE CUBIERTA																			
IMPERMEABILIZACIÓN PISAS																			
LEVANTE PATIO																			
INST. POSA SÉPTICA	N/A	N/A		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
RELLENO DE PATIO																			
MEDIAS CAÑA																			
INST. PUERTAS METÁLICAS																			
INST. VENTANAS																			
PLANTILLA																			
INST. ELECTRICAS																			
INST. PUERTA BAÑO																			
INST. LAVAPLATOS																			
INST. LAVADERO																			
ENCHAPE BAÑO																			
ENCHAPE COCINA																			
ENCHAPE LAVADERO																			
INST. COMBO SANITARIO																			
CONEX. ACUEDUCTO																			
CONEX. ALCANTARILLADO			N/A								N/A					N/A			
FACHADA																			
LIMPIEZA DE CASA																			

También me corresponde llevar control de obra ejecutada para realizar los respectivos cortes mensuales, mismo que llevo en hojas de cálculo en Excel, donde especifico la cantidad de obra ejecutada por casa. Igualmente, llevo un control aparte de los respectivos cortes en general, para no confundir las cantidades ejecutadas con los avances realizados por mes. (Ver figura 22)

Figura 22. Control de cortes

CONTROL CORTES										
UT. FABRICASAS LINDARAJA - EL PASO - CESAR										
Actualizado										
ACTIVIDADES		CASAS EJECUTADAS								
		FECHA								
M.O. LOCALIZACION Y REPLANTEO										
M.O. RELLENO COMUN COMPACTADO										
M.O. EXCAVACION PARA TUBERIA SANITARIA										
M.O. RED AGUAS LLUVIAS 3"										
M.O. RED SANITARIA 2"										
M.O. RED SANITARIA 3"										
M.O. RED SANITARIA 4"										
M.O. PUNTO SANITARIO 2"										
M.O. PUNTO SANITARIO 3"										
M.O. SOLADO EN CONCRETO POBRE (2.500psi)										
M.O. FIGURADO Y COLOCACION DE HIERRO(MALLA)										
M.O. CONCRETO LOSA CIMENTACION (3.000 psi)										
M.O. CAJAS DE REGISTRO										
M.O. ACOMETIDA SANITARIA 4" (12.00M)										
M.O. ACOMETIDA HIDRAULICA (12.00M)										
M.O. RED HIDRAULICA PVC 1/2" (INCLUYE ACCESORIOS)										
M.O. PUNTO HIDRAULICO PVC 1/2"										
M.O. INSTALACION LLAVE DE PASO 1/2"										
M.O. INSTALACION DE GALAPAGOS										
M.O. EXCAVACION PARA CIMENTACION CICLOPEO										
M.O. VIGA DE CIMENTACIÓN PATIO 25x.30 (3.000 psi)										
M.O. MURO BLOQUE DE ARCILLA H-9										
M.O. COLUMNETAS PATIO .10x.25 (3.000 psi)										

6. APORTE AL CONOCIMIENTO

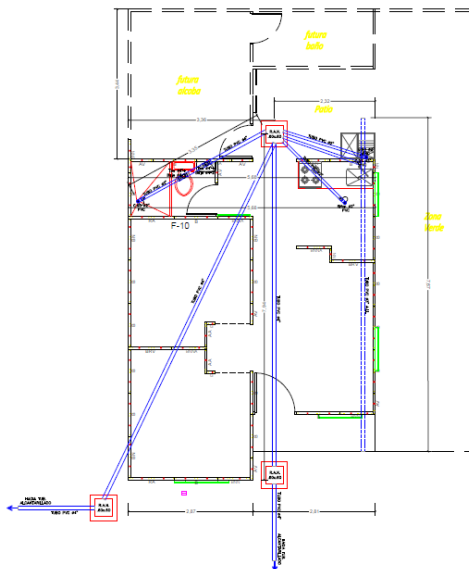
6.1 ELABORACIÓN DE A.P.U., PRESUPUESTOS Y CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA.

Durante mis practicas tuve bajo mi cargo la elaboración, ajuste y modificación de los presupuestos y APU'S necesarios para la etapa de pre inversión del proyecto RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS A AFECTADAS POR OLA INVERNAL EN EL PERIODO 2010-2011 en los municipios de Chimichagua (61 viviendas), Becerril (29 viviendas), La jagua de Ibirico (26 viviendas) y plato (6 Viviendas). También fui auxiliar en el cálculo de cantidades de obra en el mismo proyecto para municipios diferentes donde ya se están realizando las obras (ver Figura 19).

Con estas actividades fortalecí mi conocimiento en la labor de calcular cantidades de obra, presupuestos y APU'S; reforcé el manejo herramientas computacionales como Excel y Auto CAD.

En la elaboración de las cantidades de obra, se utilizó la metodología tradicional que consiste en la toma de medidas de los planos (En este caso electrónicos) que incluye metros lineales de tubería sanitaria, eléctrica y de acueducto, accesorios de la tubería, y demás materiales medibles por medio de los planos. Por otra parte, se calcula los metros cúbicos de concreto requeridos para solado y cimentación. (Ver figura 23)

Figura 23. Plano de diseño sanitario



Fuente: Planos de diseños Constructora Fabricasas

Para la elaboración de los presupuestos, me guíe de material histórico de la empresa, actualicé los precios con diferentes cotizaciones realizadas, teniendo en cuenta unidades, cantidades ya calculadas y obras adicionales, ya que no todas las viviendas se encontraban en las mismas condiciones.

En el proceso de elaboración usé porcentajes de desperdicio que oscilan entre el 1% y el 6%, usando el más alto en materiales con más probabilidad de desperdicio como lo son los materiales de arrastre, estos porcentajes se usaron buscando un equilibrio en el presupuesto y manteniéndolos dentro del margen para competir con los demás proponentes en el proceso de licitación.

En el capítulo de los costos indirectos se usan porcentajes entre el 10% y el 20%, en este caso se usó un porcentaje dentro del rango que fue de 17%, repartidos se la siguiente manera, el porcentaje de utilidades fue de 3%, el porcentaje administrativo fue del 12% el cual está dentro del rango, se usa entre el 10% y el 15%, el porcentaje de imprevistos fue del 2%, estos valores fueron usados por criterio de la empresa pero también atendiendo recomendaciones de los pliegos de condiciones impuestos por el estado. También se tuvo en cuenta en cada presupuesto incluir los costos de obras adicionales que se generaron principalmente por necesidades en el terreno en el cual se iban a construir las viviendas.

Se usó un IVA del 16%, ya que en el momento de la adjudicación y realización de los presupuestos no estaba rigiendo el IVA de 19%. Se realizó un presupuesto para cada uno de los beneficiarios, ya que no se podía generalizar debido a que, por ser viviendas construidas en sitio propio, los terrenos dispuestos para construir no se encontraban todos en las mismas condiciones. Para agilizar la elaboración, se hizo un presupuesto estándar para replicarlo y agregarles las obras adicionales a cada beneficiario.

6.2 RESIDENCIA DE OBRA Y PROCESO CONSTRUCTIVO.

En el transcurso del tiempo, aprendí sobre un nuevo método de construcción, es la construcción con módulos prefabricados en concreto, conocí los procedimientos y los pasos para la ejecución utilizado en el proyecto RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS A AFECTADAS POR OLA INVERNAL EN EL PERIODO 2010-2011, aprendí la forma como se construye y se ensamblan las viviendas.

Estos módulos se elaboran en una planta adecuada especialmente para su

fabricación, en este caso ubicada en el municipio de la Jagua de Ibirico, estos tienen medidas especiales y contienen refuerzos con barras de acero de 4mm de diámetro (ver figura 24). Después de fabricadas se marcan con colores para diferenciarlas ya que, cada módulo tiene una medida diferente y va situada en un sitio específico.

Inicialmente, antes de empezar la ejecución de la obra, se hacen visitas a los sitios de trabajo para verificar si es necesario elevar los niveles de la vivienda o si requieren obras adicionales como pozos sépticos o muros de estabilización, luego se identifica con un número cada una de las casas o beneficiarios, para llevar un control de avance específico de cada una de ellas.

Seguidamente se inicia con la compactación del relleno donde se requiere, dejándolo apto para la excavación e instalación de la tubería sanitaria, luego se elabora la cimentación utilizando en ella concreto de 3000 psi como lo especifica los diseños, con un refuerzo en malla electro soldada y cuando se termina su elaboración, los módulos se transportan al sitio de construcción para empezar con el ensamble de la vivienda. Éste, se hace en orden ascendente del nivel más bajo al más alto hasta finalizar la pared, estos módulos se sostienen entre sí con unos pines metálicos que se incrustan de módulo a módulo y evitan los deslizamientos entre paneles (Ver figura 18). Cuando el muro ya está armado, se tensiona con barras de acero de 3/8" ubicadas en las esquinas, van desde el nivel más bajo hasta el más alto de la pared. Los módulos en las esquinas terminan mediante aparejo trabado cómo se maneja en la mampostería tradicional (ver figura 25).

Luego de tener ensamblada toda la vivienda se instalan las vigas de acero para el soporte de la cubierta, se hacen las divisiones internas, cerramientos en bloque en la zona del patio. Para este ítem se destinó en cada vivienda 23 ML de pared con sus respectivas vigas de cimentación y columnetas separadas por una distancia máxima de 3 metros. Siguiendo a esto se realiza la instalación de la red interna de acueducto, la cual se ubica por un costado de la vivienda, dispuesta de esta forma para facilidad de mantenimiento a la tubería. Se conecta el alcantarillado de la vivienda a la red de alcantarillado dispuesta por el municipio. Se hace la instalación eléctrica interna, para ello se cortan los paneles abriendo espacio para ubicación de las tuberías, posterior a la instalación de los servicios siguen los acabados, como lo son la adecuación del baño, la cocina y lavadero.

Anexo fotografías de los paso a paso de la ejecución de las obras. (Ver figuras 26- 44)

En mi tiempo como residente aprendí sobre la ejecución de estas viviendas, a las se debió elevar los niveles en su mayoría, ya que estas fueron afectadas por los estragos que dejó la ola invernal; No se elevó el nivel todas porque muchas de las calles donde se ubican las casas fueron pavimentadas y canalizadas para evitar inundaciones, el nivel se elevó alrededor de 20 cm donde se requería, con un relleno seleccionado y compactado por medio de rana hasta que cumpliera con las especificaciones técnicas. Se debió ser muy cuidadoso al momento de fundir la cimentación, ya que esta debe quedar lo más nivelada posible, estos son requerimientos del fabricante puesto que si no queda totalmente nivelada no es posible el ensamble de los paneles por el nivel de los mismos.

Durante la ejecución de las viviendas surgieron diferentes problemas como lo fue la temporada de lluvias lo cual evitaba que la obra avanzara y se fundiera las cimentaciones, a pesar de esto, la lluvia se aprovechó en cierta forma donde fue necesario utilizar rellenos para que ayudara a compactar. El agua tiene un efecto similar a la compactación cuando el suelo se satura, al momento de secarse forma capas densas sumamente duras. Donde no lo requería, fue necesario tapar el suelo trabajado para no perder el avance de la obra, como también al momento de haber fundido el solado, el agua lluvia ayudara al fraguado tanto del mortero del solado como del concreto de la cimentación.

También al momento de hacer cerramiento de las viviendas, ya que muchos de los patios se encontraban muy cerca a desniveles pronunciados, por lo que se optó por hacer un muro de estabilización en concreto simple, adecuado a los espacios disponibles en el terreno para evitar el movimiento de tierras y el derrumbe de las paredes.

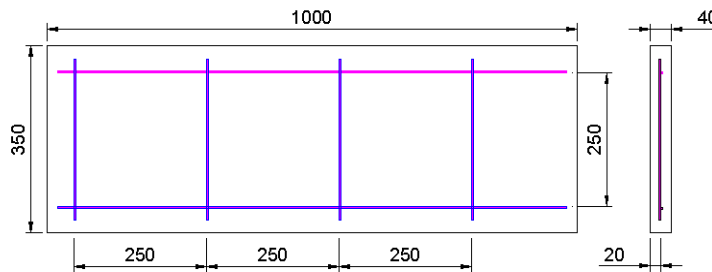
Otro de los inconvenientes fue que muchos de los beneficiarios pretendían dejar su casa sin cerramiento o que se le construyera más de lo presupuestado, no se accedió a dichas peticiones por alteraciones al presupuesto planteado y por requerimientos de la interventoría. Las viviendas debían quedar cerradas en su totalidad, se le explicó a los beneficiarios las condiciones y exigencias de la interventoría y a las cantidades de obras que tenían derecho.

Se recomendó dejar 10 cm de solado más en todo el perímetro de la vivienda, entre la pared y el inicio del solado para evitar que la pared quedara al límite con la cimentación, como también utilizar una lechada o concreto pobre mezclado con piedras para cubrir los taludes que sostienen la casa y evitar la remoción de tierra

y la fracturación de la losa de cimentación.

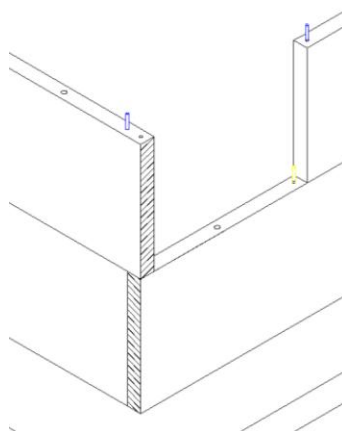
Para llevar un control más riguroso de los avances de la obra, elaboré una planilla (ver figura 21) con la cual se llevaba un control de lo ejecutado que se actualizaba por día y por casa, en el cual están plasmadas las actividades más importantes y el número de casas que estaban en ejecución, allí se llevaba un informe en tiempo real del avance individual de cada una de las viviendas para tener respuesta inmediata en el momento en el cual se me solicitara un informe verbal sobre los avances. Planilla que fue de gran utilidad al momento de realizar los cortes de obra, ya que también con ella se controlaba las actividades ejecutadas al 100% y pagadas.

Figura 24. Refuerzo interno de los módulos.



Fuente: Memorias de cálculo para vivienda de 40.45m² proyecto reconstrucción de viviendas afectadas por ola invernal en periodo 2010-2011.

Figura 25. Unión entre muros perpendiculares.



Fuente: Memorias de cálculo para vivienda de 40.45m² proyecto reconstrucción de viviendas afectadas por ola invernal en periodo 2010-2011.

Figura 26. Terreno con relleno para compactar y elevar nivel.



Figura 27. Proceso de excavación para colocación de tubería.



Figura 28. Armado de vigas para cimentación de patio.



Figura 29. Tubería sanitaria.



Figura 30. Vigas de cimentación fundidas en patio.



Figura 31. Terreno compactado listo para fundir solado.



Figura 32. Proceso de fundición de placa.



Figura 33. Proceso de nivelación de placa base.



Figura 34. Placa fundida, en espera de secado para colocación de paneles.



Figura 35. Paneles listos para inicio de armado de vivienda.



Figura 36. Vivienda en proceso de armado.



Figura 37. Vivienda armada, lista para colocación de perfiles de cubierta.



Figura 38. Vivienda con perfiles de cubierta instalados.



Figura 39. Perfiles y tejas instalados en vivienda.



Figura 40. Vivienda lista para acabados y cerramiento.



Figura 41. Muros levantados para colocación de mesón en cocina.



Figura 42. Proceso de emplantillar la vivienda para colocación de piso.



Figura 43. Cerramiento de patio en predio.



Figura 44. Vivienda lista para entrega.



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Es indispensable llevar un control de obra constante para evitar retrasos en la programación, obtener resultados satisfactorios y obras de calidad. Control que realizó por el coordinador de obras por medio electrónico utilizando el software Multifox2000.
- Se debe planear con anticipación las actividades a realizar en un determinado día, para evaluarlos y verificar si se cumplieron los objetivos propuestos.
- Se debe supervisar y verificar constantemente los materiales disponibles en bodega para realizar pedidos a tiempo y evitar pausas dentro de las obras. Control que se realizó llevando registro diario de materiales usados y con el software Multifox2000.
- La afectación de las viviendas se debe principalmente al bajo nivel en donde se encuentran, por este caso se optó por elevar los niveles de las mismas evitando posibles inundaciones en un futuro.
- La fase de pre inversión de un proyecto juega un papel muy importante dentro de la obra, ya que un error en esta etapa repercute notablemente en la fase de ejecución de la obra. Es indispensable tener registro histórico de las fases para que en caso de error hacer las correcciones necesarias.
- Se utilizaron porcentajes de desperdicio entre 1% y 6% en cada actividad, utilizando los más altos en materiales con más probabilidad de desperdicio y teniendo en cuenta las recomendaciones del pliego de condiciones.
- En contratación con el estado se debe aplicar porcentajes de A.U.I. dentro de los rangos, en este tipo de contrataciones es recomendable no usar valores fuera del rango para poder competir con los demás proponentes.
- Se verificó el cumplimiento de las especificaciones de los materiales como planteaba las condiciones impuestas por los diseñadores. No se realizó ensayo de resistencia a concreto, pero se verificó la dosificación del mismo comprobando el cumplimiento de la mezcla.
- Se dificultó llevar un seguimiento al cronograma por pausas realizadas en obra, debido a inconvenientes internos en la empresa.
- Se cumplió a satisfacción con los objetivos y tiempo de trabajo planteado con dedicación de tiempo completo, cumplimiento con los requisitos del

proyecto de grado.

- El seguimiento a cronogramas, presupuestos y materiales existentes en bodega se realiza mediante registro diario de bitácora y comparándolo con el cronograma existente por medio electrónico usando el software Multifox2000 utilizado por la empresa.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Arboleda s, “Presupuesto y programación de obras civiles” [En línea]. Primera edición. (2007). Disponible en <https://books.google.com.co>
- [2] Construmática [En línea]. Disponible en http://www.construmatica.com/construpedia/Cerramientos_Exteriores
- [3] Construmática [En línea]. Disponible en <http://www.construmatica.com/construpedia/Cimentaciones>
- [4] Montenegro J, “La compactación de suelos” [En línea]. Disponible en <http://civilgeeks.com/2011/10/02/la-compactacion-de-suelos/>
- [5] Ministerio de transportes y comunicaciones de Perú, “Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial,” agosto 2008, [En línea] Disponible en www.mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones.../Glosario_270808%20%20final.pdf
- [6] Fundación laboral de la construcción, “Glosario de términos de la familia profesional de edificación y obra civil,” [En línea] Disponible en www.construction-language-learning.eu/app/download/.../Glosario+de+terminos.pdf [Accedido: 23-mayo-2016]
- [7] BURBANO, J. *Presupuestos: Enfoque Moderno de Planeación y Control de Recursos*. Tercera Edición. Mc Graw Hill Bogotá. (2005).
- [8] Defensa Civil de Colombia, “Glosario,” [En línea] Disponible en <http://www.defensacivil.gov.co/index.php?idcategoria=179>
- [9] F. Herrera, “Cargo: Ingeniero residente,” abril 2008 [En línea] Disponible en <http://inspecciondeobras.blogspot.com.co/2008/04/cargo-ingeniero-residente.html>
- [10] GARCIA LOPEZ, J. *Calidad y eficiencia en construcción en sistema túnel (tesis de pregrado)*. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. (2005)
- [11] C. Lindaraja, “Hoja de vida constructora Lindaraja”, Valledupar, Cesar. Enero de 2017
- [12] CONSTRUCTORA LINDARAJA *Especificaciones técnicas vivienda y obras de urbanismo: urbanización Mattias Boulevard*. (2016)
- [13] CONSTRUCTORA LINDARAJA *Propuesta Mattias Boulevard*. (2013)

[14] GARCÍA FERGUSSON, A. *Memorias de cálculo para vivienda de 40.45m² proyecto reconstrucción de viviendas afectadas por ola invernal en periodo 2010-2011*. (2015)

[15] A. J. García, “Memorias de cálculo para vivienda de 40.45m² proyecto reconstrucción de viviendas afectadas por ola invernal en periodo 2010-2011,” Medellín, Colombia, mayo. 2014.

[16] Comisión económica para américa latina y el caribe – CEPAL y el Banco iberoamericano de desarrollo - BID “Valoración de daños y pérdidas ola invernal en Colombia 2010-2011”. 2012.