

Practica empresarial como auxiliar de ingeniería en la administración, supervisión y control del proyecto de vivienda campestre Salma Condominio.

Juan Felipe Caicedo sandoval

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Aldemar Remolia Millán

Ingeniero Civil MSc

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías físico-mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2024

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo con todo mi corazón a mi mamá y mi hermana, quienes, aunque ya no estén físicamente conmigo, siguen siendo mi mayor inspiración. Cada paso que doy, lo hago con ellas en mente, honrando su memoria y agradeciendo todo lo que me dieron en vida.

También quiero dedicar este logro a mis tíos, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida desde que ellas partieron. Su apoyo constante, tanto emocional como en todos los aspectos de mi desarrollo personal y profesional, ha sido clave para alcanzar esta meta. No solo han estado presentes en los momentos difíciles, sino que me han brindado el cariño, la orientación y la confianza necesarios para continuar. Este trabajo es un reflejo de su esfuerzo y compromiso conmigo, y no podría haberlo logrado sin su inquebrantable respaldo. A ellos, mi eterno agradecimiento por ser una luz constante en mi vida.

### **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que me apoyaron durante la realización de este trabajo y a lo largo de mi práctica empresarial. A PCG Constructora, por brindarme la oportunidad de aprender y desarrollarme profesionalmente en un entorno enriquecedor. Al ingeniero Aldemar Remolina, director de la práctica, por su constante guía, conocimiento y valiosos consejos, que fueron fundamentales para mi crecimiento personal y académico.

A mis tíos Alba y Hugo, por ser un pilar de apoyo constante en mi vida. Su generosidad, sabiduría y respaldo han sido esenciales en cada paso de este proceso, y no podría haber logrado esto sin su incondicional ayuda. A mi prima Carlina Orduz, quien siempre ha estado a mi lado, brindándome su apoyo y motivación, contribuyendo de manera significativa a mi bienestar y éxito.

Finalmente, a mis amigos, quienes con su compañerismo y aliento constante me ayudaron a superar los desafíos y a disfrutar de los logros alcanzados. Gracias por estar presentes en los momentos difíciles y celebrar conmigo cada pequeña victoria. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento por ser parte fundamental de este logro.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
1       Objetivos .....	13
1.1     Objetivo General.....	13
1.2     Objetivos Específicos.....	13
2       Metodología .....	13
2.1     Avance de actividades.....	14
2.2     Supervisión de actividades.....	14
3       Marco Legal .....	15
3.1     Norma sismo resistente (NSR10).....	15
3.2     LEY 400 DE 1997 .....	15
3.3     Certificaciones ISO.....	16
4       Marco teórico .....	16
4.1.1   PCG CONSTRUCTORA S.A.S .....	16
4.1.1.1 Misión .....	17
4.1.1.2 Visión.....	17
5       Marco Conceptual.....	17
5.1     Planificación de proyectos.....	17
5.2     Supervisión técnica.....	18
5.2.1   Controles Exigidos.....	18
5.2.1.1 Asentamiento del concreto.....	18

5.2.1.2	Especímenes de concreto.....	19
6	Desarrollo.....	19
6.1	Información y reconocimiento del proyecto.....	19
6.1.1	Ubicación del proyecto.....	19
7	Supervisión de actividades y especificaciones técnicas.....	22
7.1	Seguimiento de actividades y control de avance.....	22
7.2	Supervisión técnica de actividades.....	27
7.2.1	Control de planos y especificaciones.....	28
7.2.2	Control de materiales.....	30
7.2.2.1	Ensayos control de calidad.....	30
7.2.2.2	Resultados ensayos de resistencia.....	33
7.2.2.3	Ensayos no destructivos.....	35
7.2.3	Control de ejecución.....	36
7.2.3.1	Replanteo y dimensiones geométricas.....	36
7.2.3.2	Colocación de aceros de refuerzo.....	37
7.2.3.3	Mezclado, transporte y colocación del concreto.....	39
8	Conclusiones.....	42
9	Recomendaciones.....	43
	Referencias Bibliográficas.....	44
	Apéndices.....	46

### Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> <i>Presupuesto ítem cimentación Salma condominio Campestre .....</i>	23
<b>Tabla 2</b> <i>Porcentaje de incidencia Casas tipo A, B, C y D .....</i>	24
<b>Tabla 3</b> <i>Plantilla para desarrollo de actividades Casas tipo D .....</i>	25

### Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> <i>Urbanismo Salma Condominio Silvestre</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Modelo estructural 3D Casa tipo</i> .....	21
<b>Figura 3</b> <i>Modelo estructural 3D Casa tipo D</i> .....	21
<b>Figura 4</b> <i>Porcentaje de avance real y teórico proyecto salma condominio sector A</i> .....	26
<b>Figura 5</b> <i>Porcentaje real y teórico proyecto salma condominio sector B</i> .....	26
<b>Figura 6</b> <i>Demolición parcial de viga</i> .....	27
<b>Figura 7</b> <i>Especificaciones de planos casa proyecto Salma condominio.</i> .....	29
<b>Figura 8</b> <i>Ensayo de asentamiento</i> .....	31
<b>Figura 9</b> <i>Toma de muestras de concreto</i> .....	32
<b>Figura 10</b> <i>Formato de remisión de muestras Concrereservicios</i> .....	32
<b>Figura 11</b> <i>Formato Excel registro de resultados de concreto</i> .....	34
<b>Figura 12</b> <i>Resultados de Resistencia muestra 214</i> .....	34
<b>Figura 13</b> <i>Resultados de Resistencia muestra 220</i> .....	35
<b>Figura 14</b> <i>Toma de muestras ensayos no destructivos por la empresa KER ingeniería.</i> .....	36
<b>Figura 15</b> <i>Replanteo y marcado de ejes cimentación</i> .....	37
<b>Figura 16</b> <i>Armado de vigas de cimentación</i> .....	38
<b>Figura 17</b> <i>Armado acero de vigas aéreas</i> .....	39
<b>Figura 18</b> <i>Fundida vigas aéreas casa 16</i> .....	40
<b>Figura 19</b> <i>Proceso de curado de losa de concreto</i> .....	41

**Lista de Apéndices**

	<b>pág.</b>
Apéndice A. <i>Reporte de avance Quincenal sector A proyecto Salma condominio.</i> .....	46
<b>Apéndice B.</b> <i>Reporte de avance Quincenal sector B proyecto Salma condominio.</i> .....	47
<b>Apéndice C.</b> <i>Plano cimentación casa tipo C</i> .....	48
<b>Apéndice D.</b> <i>Plano cimentación Casa tipo D</i> .....	49
<b>Apéndice E.</b> <i>Presupuesto de obra para actividades de columnas, vigas aéreas y ante pisos parte 1</i> .....	50
<b>Apéndice F.</b> <i>Presupuesto de obra para actividades de columnas, vigas aéreas y ante pisos parte 2</i> .....	51

## Glosario

**Control de calidad:** proceso que se lleva a cabo con el objetivo de detectar posibles fallas, inconvenientes o errores en alguna actividad. (*Control de calidad - Definicion.de*, s. f.)

**Plano estructural:** documento gráfico que especifica cómo se distribuyen los elementos estructurales en un proyecto arquitectónico. En este se detallan con precisión los materiales, dimensiones y disposiciones de cada componente que formará parte de la estructura de la edificación. (Nicolas, 2024)

**Supervisión:** actividad técnica y especializada cuyo fin es a utilización racional de los factores productivos. El supervisor se encarga de controlar que los trabajadores, las materias primas, las maquinarias y todos los recursos de la empresa se encuentren coordinados para contribuir al éxito de la compañía. (*Supervisión - Definicion.de*, s. f.)

**Vibrador de aguja:** maquina eléctrica de construcción que emite ciertos movimientos oscilatorios de cierta amplitud y frecuencia que se transmiten al hacer inmersión en la masa de concreto fresco. (Concreto, 2022)

### Resumen

**Título:** Auxiliar de ingeniería en la administración, supervisión y control de obras del proyecto de vivienda Campestre Salma Condominio.

**Autor:** Juan Felipe Caicedo Sandoval

**Palabras Clave:** Supervisión, cronograma, avance de obra, normativas

**Descripción:** El presente documento describe las actividades realizadas durante la practica empresarial como auxiliar de ingeniería en el proyecto Salma Condominio, desarrollado por la empresa PCG constructora, cuyo objetivo principal fue el seguimiento y control de calidad a la construcción de la estructura e instalación de redes del proyecto de vivienda Salma Condominio Campestre, calculando periódicamente el porcentaje de avance de obra de las actividades de estructura e instalación de redes y apoyando las labores de control de calidad de materiales y procesos constructivos desarrollados por parte de los subcontratistas de obra. En la metodología ejecutada se tuvieron en cuenta el avance de las actividades de la obra usando el “método de gestión valor agregado” y la supervisión de las actividades, haciendo la vigilancia del cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto y las normas técnicas de calidad. En el desarrollo de la práctica se encontró una diferencia significativa entre el avance teórico y el avance real, ocasionada por actividades como el movimiento de tierras, cambio tardío de especificaciones, entre otros. La supervisión constante permitió garantizar el cumplimiento de los requerimientos técnicos y normativos. Así mismo, observar la necesidad de ejecutar acciones de mejora, que permitan eliminar reprocesos y sobrecostos de la obra.

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Aldemar Remolina Millán. Ing Civil

### Abstract

**Title:**Engineering assistant in the administration, supervision and control of works for the Campestre Salma Condominium housing project.

**Author(s):** Juan Felipe Caicedo Sandoval

**Key Words:** **supervision**, chronogram, work progress, regulations.

**Description:** This document describes the activities performed during the business practice as an engineering assistant in the Salma Condominium project, developed by the company PCG constructora, whose main objective was the monitoring and quality control of the construction of the structure and installation of networks of the housing project Salma Condominio Campestre, periodically calculating the percentage of work progress of the activities of structure and installation of networks and supporting the work of quality control of materials and construction processes developed by the subcontractors of the work. The methodology used took into account the progress of the work activities using the “value-added management method” and the supervision of the activities, monitoring compliance with the technical specifications of the project and the technical quality standards. In the development of the practice, a significant difference was found between the theoretical progress and the actual progress, caused by activities such as earth moving, late change of specifications, among others. Constant supervision ensured compliance with technical and regulatory requirements. Likewise, the need to implement improvement actions to eliminate reprocesses and cost overruns in the work was observed.

\* Degree Work \*\*Faculty of Physic mechanical Engineering. School of Civil Engineering.

Director: Aldemar Remolina Millán. Civil Engineer

## **Introducción**

El desarrollo de vivienda en Colombia representa un gran reto tanto a nivel técnico y de gestión, regido por regulaciones que garantizan tanto la estabilidad estructural como el bienestar de los futuros residentes. Estas normativas enmarcadas principalmente por el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR 10), establecen estrictos lineamientos para el diseño y desarrollo de obras civiles. Las constructoras a menudo deben enfrentarse a desafíos técnicos y logísticos, como la correcta gestión de los recursos y la planificación de actividades. En proyectos como Salma Condominio donde la diversidad de tipologías de viviendas y las características del terreno requieren una supervisión rigurosa y gestión eficaz frente a cada fase de la construcción.

El propósito principal de la práctica empresarial es brindar apoyo en la administración supervisión y control del proyecto, asegurando que las actividades se cumplieran con criterios de tiempo costo y calidad. Esto permite comprender de manera detallada los retos que enfrentan las constructoras en Colombia, no solo desde una perspectiva técnica, sino también desde el punto de vista de la gestión eficiente de recursos y tiempos. El éxito de los proyectos de esta magnitud depende en gran medida de una adecuada planificación, supervisión rigurosa y una buena gestión que permita adaptarse a las circunstancias imprevistas sin comprometer la calidad ni la viabilidad económica del proyecto.

## **1 Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Desarrollar el seguimiento y control de calidad a la construcción de la estructura e instalación de redes del proyecto de vivienda Salma Condominio Campestre, por medio de aplicación de herramientas metodológicas y normas vigentes de gestión integral de proyectos.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Calcular periódicamente el porcentaje de avance de obra de las actividades de estructura e instalación de redes, con criterios de eficiencia y eficacia y enfatizando en el cumplimiento de los objetivos, tiempo y calidad establecidos en la línea base del proyecto.

Apoyar las labores de control de calidad de materiales y procesos constructivos desarrollados por parte de los subcontratistas de obra, verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas de construcción y de las normas y regulaciones vigentes en la materia.

## **2 Metodología**

Para garantizar el logro de los objetivos específicos propuestos en la práctica empresarial en el desarrollo del proyecto SALMA CONDOMINIO CAMPESTRE se hace necesario revisar y aplicar los siguientes esquemas metodológicos:

## **2.1 Avance de actividades**

Para el cálculo periódico del porcentaje de avance de las actividades de estructura e instalación de redes. En primer lugar, se definirán los paquetes de trabajo y actividades pertinentes, asignando a cada una de ellas un valor específico que represente su contribución al avance global del proyecto. A través del uso de la herramienta Microsoft Project y el cronograma detallado, se realizará un monitoreo constante sobre el progreso de las actividades con relación al tiempo planificado. Para ello, se utilizó el “método de gestión valor agregado”, que permite comparar el trabajo realizado y el trabajo planificado en fechas específicas, permitiendo hacer un análisis sobre el desempeño en la ejecución del proyecto, basados en la toma de datos y evidencias periódicas durante el desarrollo de la práctica.

## **2.2 Supervisión de actividades**

Se llevará un control exhaustivo de las especificaciones técnicas del proyecto identificando los factores clave, de acuerdo con el título I de la norma sismo resistente, donde se entiende por supervisión técnica la verificación de la construcción de la estructura de la edificación a los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural. Teniendo en cuenta las siguientes labores: o Registro fotográfico de las actividades será necesario documentar y hacer reportes periódicos del progreso de las actividades mediante el registro fotográfico para resumir la información de la supervisión realizada por el practicante. o Toma de muestras Bajo supervisión y asado en las NTC 396 y 550 realizar los ensayos de asentamiento y toma de muestras de especímenes de concreto para los diferentes elementos estructurales durante la ejecución de la práctica. o Resultados e interpretación de ensayos de los materiales. Realizar una interpretación cuidadosa de estos resultados, comparándolos con las especificaciones técnicas del proyecto y los

estándares establecidos por el título I de la norma sismo resistente. Esto permitirá evaluar si los materiales cumplen con los requisitos de resistencia, durabilidad y calidad necesarios para garantizar la seguridad y estabilidad de la estructura.

### **3 Marco Legal**

#### **3.1 Norma sismo resistente (NSR10)**

El reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10, establece las disposiciones y consideraciones esenciales para la construcción segura y adecuada frente a sismos. Este reglamento, promulgado inicialmente con el Decreto 926 de 2010, por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismorresistente y ha sido enriquecido con modificaciones que amplían su alcance y acción, asegurando así la estabilidad, seguridad, bienestar e integridad de los ocupantes de las edificaciones. (Decreto 926 De 2010 - Gestor Normativo.) Además, el DECRETO 1711 DE 2021 introdujo ajustes específicos para fortalecer la resistencia de las estructuras ante vientos, huracanes y sismos, especialmente en regiones propensas a estos fenómenos naturales. (Decreto 1711 Del 13 De diciembre De 2021 | Minvivienda,)

#### **3.2 LEY 400 DE 1997**

Normativa que establece las disposiciones técnicas y de seguridad en el ámbito de la construcción, garantizando la integridad de la estructura. Esta ley proporciona un contexto legal y técnico necesario para garantizar que las construcciones se realicen cumpliendo estándares tanto

de calidad y seguridad establecidos por el estado, siendo una referencia esencial para asegurar la viabilidad de los proyectos de construcción del país. (*Ley 400 de 1997 - Gestor Normativo*, s. f.)

### **3.3 Certificaciones ISO**

Para el proyecto Salma condominio es importante mencionar que la empresa PCG CONSTRUCTORA S.A.S cuenta con las certificaciones, ISO 9000 garantiza la calidad de los procesos constructivos y la satisfacción del cliente (ISO 9000, 2015); la ISO 14000 se centra en la gestión ambiental, promoviendo prácticas que protegen el entorno (ISO 14000, 2019); y la ISO 18000 enfatiza la importancia de la seguridad y salud ocupacional (NormasISO.org, 2023). PCG Constructora, reconocida por su compromiso con la construcción de viviendas de calidad en Colombia, integra estos estándares internacionales P a ge 6 | 12 Plan de Trabajo de Grado Caicedo April 1, 2024 en sus proyectos para proporcionar hogares seguros, confortables y ambientalmente responsables. Este enfoque integral no solo cumple con las expectativas legales y de los clientes, sino que también refleja la filosofía de la empresa de construir espacios que enriquezcan la vida de las personas y contribuyan al progreso de la comunidad (PCG Constructora, s. f.)

## **4 Marco teórico**

### **4.1.1 PCG CONSTRUCTORA S.A.S**

PCG Constructora S.A.S es una empresa familiar fundada en el año de 2006, con su sede principal en la calle 30<sup>a</sup> No 30-18 Barrio la Aurora en la Ciudad de Bucaramanga-Santander, durante más de una década y media se ha centrado exclusivamente en la construcción de viviendas

de interés social acumulando experiencia y creciendo año a año con una filosofía de responsabilidad financiera y técnica.

#### **4.1.1.1 Misión**

PCG Constructora S.A.S., es una empresa que existe para acercar a sus clientes al proyecto de tener una vivienda propia a través de soluciones eficientes y asequibles; que trabaja con pasión y compromiso para construir sueños alcanzables. Satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes, mitigamos el impacto ambiental de nuestras acciones y previniendo lesiones y enfermedades laborales. *(PCG Constructora, s. f.)*

#### **4.1.1.2 Visión**

Para el año 2025 alcanzaremos 350 mil metros cuadrados construidos, siendo líderes regionales en eficiencia, adopción de nuevas tecnologías, satisfacción de clientes y colaboradores. *(PCG Constructora, s. f.)*

## **5 Marco Conceptual**

### **5.1 Planificación de proyectos.**

Se centra en establecer una base sólida que guíe la implementación del proyecto. Esto implica definir claramente los objetivos, el alcance, los recursos necesarios y los riesgos potenciales. Durante la ejecución, el plan del proyecto sirve como referencia para tomar decisiones y gestionar el trabajo diario. Los equipos utilizan herramientas como el análisis del valor ganado para monitorear el progreso y asegurarse de que se cumplan los plazos y el presupuesto. Además,

la gestión de cambios es clave para adaptarse a las circunstancias imprevistas sin perder de vista los objetivos originales. (Jorge Andrés Rojas Sarmiento, 2020)

## **5.2 Supervisión técnica.**

La supervisión técnica es una función esencial que garantiza la ejecución de obras conforme a los estándares de calidad y seguridad requeridos. El supervisor debe velar por que los trabajos se realicen de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas, manteniendo siempre un enfoque en la optimización de recursos y la eficiencia operativa. Resaltando la importancia de un acompañamiento técnico constante, especialmente en proyectos de construcción rural, para asegurar la calidad y durabilidad de la infraestructura. Basado en lo estipulado en la NSR-10 (Soria Montiel, 2002).

### **5.2.1 Controles Exigidos**

Dentro del alcance se deben realizar los controles numerados en la NSR 10 en el capítulo I.2.4, exigiendo un control de planos, especificaciones, materiales, control de calidad y control de ejecución.

#### **5.2.1.1 Asentamiento del concreto**

Este procedimiento es esencial para asegurar la calidad y consistencia del concreto, ya que el asentamiento es un indicador de la trabajabilidad y fluidez de este. La NTC 396 es una norma técnica colombiana que establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto, tanto en la obra como en el laboratorio (ICONTEC NTC 396, 1992).

### **5.2.1.2 Especímenes de concreto.**

En los proyectos de construcción es de vital importancia garantizar que las muestras de concreto sean representativas y que su curado se realice de manera adecuada, la norma técnica NTC 550 establece los procedimientos para la elaboración del curado de especímenes cilíndricos prismáticos de concreto en obra; proporcionando una base metodológica sólida para asegurar la calidad del concreto, lo que a su vez respalda la seguridad, eficiencia y la sostenibilidad de la construcción (ICONTEC NTC550, 2000).

## **6 Desarrollo**

### **6.1 Información y reconocimiento del proyecto.**

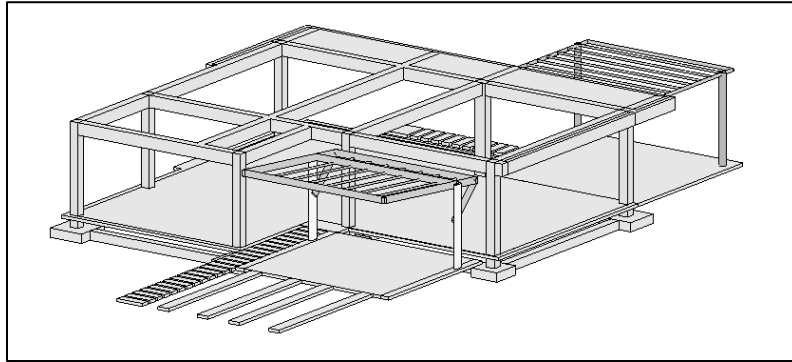
#### ***6.1.1 Ubicación del proyecto***

El proyecto donde se realizó la práctica de manera satisfactoria está ubicado en la ciudad de Piedecuesta, Santander y se prevé la construcción de 75 Casas campestres unifamiliares divididas en cuatro tipos (A, B, C y D). en la figura 1 se muestra la disposición de como están distribuidas las viviendas y la parte urbanística del proyecto.



**Figura 2**

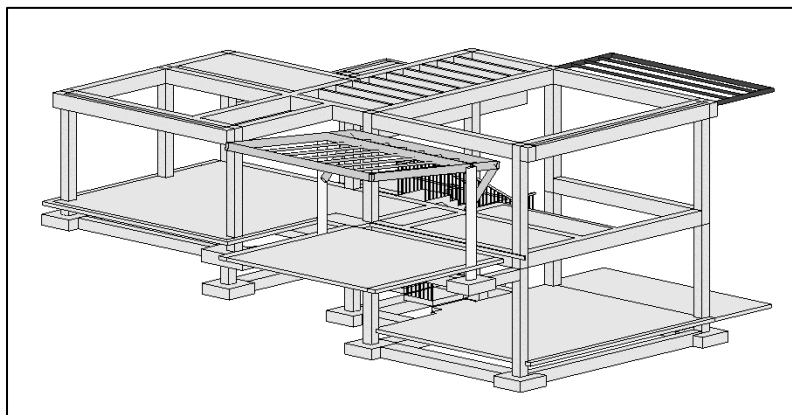
*Modelo estructural 3D Casa tipo*



Plano suministrado por PCG Constructora

**Figura 3**

*Modelo estructural 3D Casa tipo D*



Plano suministrado por PCG Constructora

## **7 Supervisión de actividades y especificaciones técnicas.**

### **7.1 Seguimiento de actividades y control de avance.**

Teniendo en cuenta los ítems mostrados en la tabla 1, apéndice E y apéndice F correspondientes a la descripción de actividades según el presupuesto de obra proporcionado por la empresa, se determina el porcentaje de incidencia de cada una de las actividades principales, relacionadas con la ejecución de actividades de estructura mostrados en la tabla 2. Para el caso de las casas tipo D, se subdividen las actividades principales como se muestra en la tabla 3 debido a que su proceso constructivo es variado respecto a las otras tipologías A, B y C. De esta forma se puede llevar un seguimiento más estricto y tener porcentaje de avance lo más acertado posible.

Tabla 1

Presupuesto ítem cimentación Salma condominio Campestre

Codigo	Actividad	Objeto	Unidad	Costo Total	% Incidencia Subcapitulo
<b>SubCapitulo:</b>	<b>0132000</b>	<b>ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>			
<b>Tarea:</b>	<b>0132001</b>	<b>ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>			
221	EXCAVACIÓN MANUAL	Casa tipo A Salma	M3	\$ 39.336.981,26	0,74%
221	EXCAVACIÓN MANUAL	Casa tipo B salma	M3	\$ 8.741.551,39	0,16%
221	EXCAVACIÓN MANUAL	Casa tipo C salma	M3	\$ 19.668.490,63	0,37%
221	EXCAVACIÓN MANUAL	Casa tipo D salma	M3	\$ 69.595.813,20	1,31%
496	REPLANTEO MANUAL	Casa tipo A Salma	M2	\$ 31.636.332,00	0,59%
496	REPLANTEO MANUAL	Casa tipo B salma	M2	\$ 7.030.296,00	0,13%
496	REPLANTEO MANUAL	Casa tipo C salma	M2	\$ 16.604.878,50	0,31%
496	REPLANTEO MANUAL	Casa tipo D salma	M2	\$ 9.292.920,00	0,17%
1105	VIGA MURO DE CONTENCIÓN	Casa tipo D salma	M3	\$ 119.286.828,05	2,24%
1745	RELLENO HASTA LOSA DE ANTE PISO (SIN SUMINISTRO DE MATERIAL DE RELLENO)	Casa tipo A Salma	M3	\$ 44.579.808,00	0,84%
1745	RELLENO HASTA LOSA DE ANTE PISO (SIN SUMINISTRO DE MATERIAL DE RELLENO)	Casa tipo B salma	M3	\$ 9.906.624,00	0,19%
1745	RELLENO HASTA LOSA DE ANTE PISO (SIN SUMINISTRO DE MATERIAL DE RELLENO)	Casa tipo C salma	M3	\$ 22.289.904,00	0,42%
1745	RELLENO HASTA LOSA DE ANTE PISO (SIN SUMINISTRO DE MATERIAL DE RELLENO)	Casa tipo D salma	M3	\$ 28.027.490,40	0,53%
1746	CONCRETO CICLÓPEO PARA ZAPATAS 1.0 M	Casa tipo A Salma	M3	\$ 112.860.986,54	2,12%
1746	CONCRETO CICLÓPEO PARA ZAPATAS 1.0 M	Casa tipo B salma	M3	\$ 25.080.219,23	0,47%
1746	CONCRETO CICLÓPEO PARA ZAPATAS 1.0 M	Casa tipo C salma	M3	\$ 56.430.493,27	1,06%
1746	CONCRETO CICLÓPEO PARA ZAPATAS 1.0 M	Casa tipo D salma	M3	\$ 75.855.906,83	1,43%
1747	SOLADO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN	Casa tipo A Salma	M3	\$ 2.173.257,93	0,04%
1747	SOLADO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN	Casa tipo B salma	M3	\$ 482.946,21	0,01%
1747	SOLADO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN	Casa tipo C salma	M3	\$ 1.086.628,96	0,02%
1747	SOLADO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN	Casa tipo D salma	M3	\$ 2.720.596,97	0,05%
1748	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACIÓN VCIM (0.3X.30)	Casa tipo A Salma	ML	\$ 191.048.430,35	3,59%
1748	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACIÓN VCIM (0.3X.30)	Casa tipo B salma	ML	\$ 42.455.206,74	0,80%
1748	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACIÓN VCIM (0.3X.30)	Casa tipo C salma	ML	\$ 95.524.215,18	1,80%
1748	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACIÓN VCIM (0.3X.30)	Casa tipo D salma	ML	\$ 41.227.232,11	0,78%
1749	ACERO DE REFUERZO VIGA CIMENTACIÓN (0.3X0.3 M)	Casa tipo A Salma	KG	\$ 139.025.941,00	2,61%
1749	ACERO DE REFUERZO VIGA CIMENTACIÓN (0.3X0.3 M)	Casa tipo B salma	KG	\$ 30.894.653,56	0,58%
1749	ACERO DE REFUERZO VIGA CIMENTACIÓN (0.3X0.3 M)	Casa tipo C salma	KG	\$ 69.512.970,50	1,31%
1749	ACERO DE REFUERZO VIGA CIMENTACIÓN (0.3X0.3 M)	Casa tipo D salma	KG	\$ 29.997.841,55	0,56%
1750	CONCRETO ZAPATAS CIMENTACIÓN (1X1X0.3)	Casa tipo A Salma	M3	\$ 53.643.289,94	1,01%
1750	CONCRETO ZAPATAS CIMENTACIÓN (1X1X0.3)	Casa tipo B salma	M3	\$ 11.920.731,10	0,22%
1750	CONCRETO ZAPATAS CIMENTACIÓN (1X1X0.3)	Casa tipo C salma	M3	\$ 26.821.644,97	0,50%
1750	CONCRETO ZAPATAS CIMENTACIÓN (1X1X0.3)	Casa tipo D salma	M3	\$ 37.866.322,44	0,71%
1751	ACERO DE REFUERZO ZAPATAS	Casa tipo A Salma	KG	\$ 25.731.533,95	0,48%
1751	ACERO DE REFUERZO ZAPATAS	Casa tipo B salma	KG	\$ 5.718.118,65	0,11%
1751	ACERO DE REFUERZO ZAPATAS	Casa tipo C salma	KG	\$ 12.865.766,97	0,24%
1751	ACERO DE REFUERZO ZAPATAS	Casa tipo D salma	KG	\$ 18.206.972,62	0,34%

Tabla Suministrado por PCG Constructora. Corresponde a el presupuesto referente a el ítem de cimentación para cada tipo de casa.

**Tabla 2**

*Porcentaje de incidencia Casas tipo A, B, C y D*

Casas Tipo A, B y C		Casas Tipo D	
Elemento	% incidencia	Elemento	% incidencia
Cimentación	28	Cimentación	17
Columnas	15	Muro de contención	22
Antepisos	26	Columnas	20
Vigas aéreas	31	Antepisos	15
		Vigas aéreas	26

Para llevar el control de actividades de la casa tipo D se diseña una plantilla, como se muestra en la tabla 3, la cual permite dividir y organizar las actividades, facilitando llevar un control sobre el avance de obra de manera eficiente. También permite que se pueden ejecutar diferentes tareas en secuencia o ya sea en paralelo dependiendo de los recursos disponibles. Su formato simplificado asegura que cualquier persona pueda entender fácilmente qué actividades están completadas, y cuáles aún no han comenzado. También facilita la colaboración entre diferentes contratistas, ya que todos pueden acceder a la misma información actualizada, lo que contribuye a una mayor transparencia y coordinación en el proyecto.

**Tabla 3**

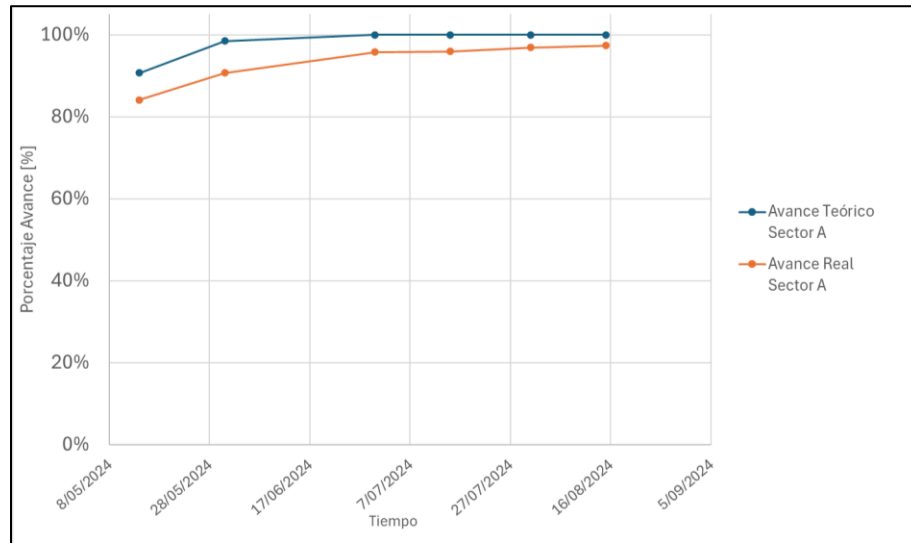
*Plantilla para desarrollo de actividades Casas tipo D*

# de casa	TIPO	17%		20%		20%			15%			26%				2%	% Avance
		Cimentación		Muro de contención		Columnas			antepisos			Vigas aéreas				Escalera	
		N-3,0 m	N-0,6m	Parte 1	Parte 2	N -3,0m	N -1,40	N+0	N -3,0 m	N -1,40	N+0	N -1,40 m	N+0	N +1,60	N +2,60		
9	D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100%
10	D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100%
11	D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100%
12	D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	98%
13	D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	98%
17	D																0%
18	D																0%
19	D																8%
20	D																8%
21	D																0%
22	D																0%
23	D	X															12%
24	D	X	X	X	X	X	X		X			X					61%

Tomando en cuenta los porcentajes de incidencia de la tabla 2 y 3 respectivamente, se determina el porcentaje de avance de la estructura en reportes de avance quincenal o mensual. En el Apéndice A y B se muestra una comparación entre el avance real y el teórico en cada uno de los informes para los dos sectores que comprender el proyecto. Como se muestra en las figuras 4 y 5 sobre el avance real comparado con el teórico, se presentaba un atraso en la ejecución de actividades, en los dos sectores presentando el sector A un grado mayor de recuperación en comparación con el sector B. Creando la necesidad de hacer ajustes en el cronograma, para que el proyecto pueda cumplir con los plazos establecidos. Una de las razones del desfase parte de que a la fecha no estaban definidos los planos estructurales de la casa 75 (sector A) y de las casas 54, 57 las cuales por parte de gerencia se aceptaron modificaciones estructurales.

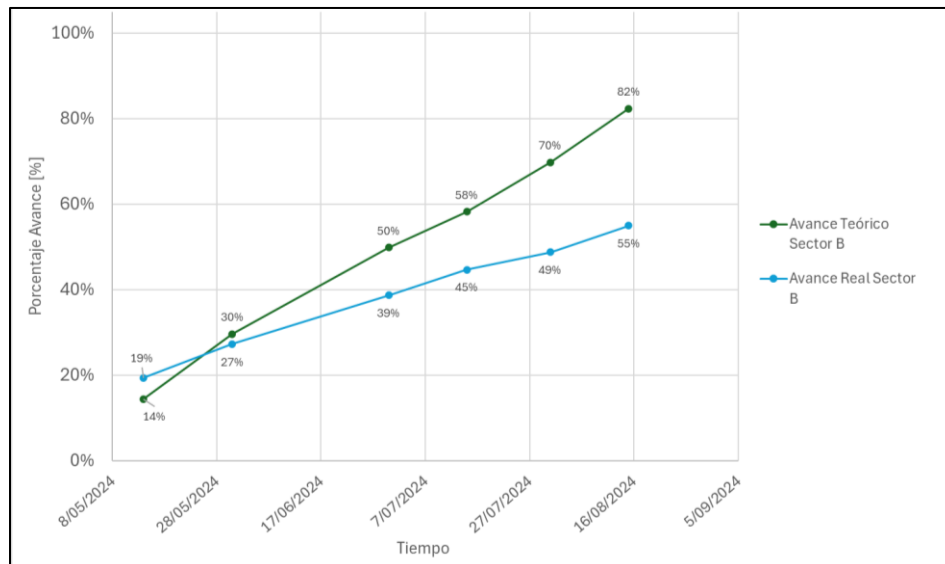
**Figura 4**

*Porcentaje de avance real y teórico proyecto salma condominio sector A*



**Figura 5**

*Porcentaje real y teórico proyecto salma condominio sector B*



Durante los primeros meses la práctica se presentaron reprocesos significativos, debido a que en algunas de las estructuras de las casas construidas inicialmente no cumplían con las medias adecuadas. Dando como resultado sobrecostos y los retrasos en los tiempos de ejecución de actividades. Como se muestra en la figura 6 en el recuadro rojo, fue necesario realizar una demolición parcial de la viga la cual tenía un sobrecancho. Este error debía que ser corregido, ya que estas deformaciones afectan la alineación de las actividades futuras.

### Figura 6

*Demolición parcial de viga*



### 7.2 Supervisión técnica de actividades

El reglamento colombiano NSR-10 en el título I establece los criterios para la supervisión técnica y controles mínimos que se deben llevar a cabo en la supervisión. Dentro de los controles

exigidos según el título I se encuentra el control de los planos, control de especificaciones, control de materiales y control de ejecución. Aspectos que se tuvieron en cuenta durante el transcurso de la práctica empresarial.

### ***7.2.1 Control de planos y especificaciones***

Durante el desarrollo de la práctica, se mantuvo un constante seguimiento a los planos tal como lo exige la NSR-10 con todas las indicaciones necesarias para garantizar una construcción adecuada. El proyecto cuenta con 4 tipos de Casa principalmente: A, B, C y D. Cada uno de estos tipos cuentan con las indicaciones necesarias conforme a los estándares establecidos como se muestra en los apéndices C y D. En la figura 7 se muestran las especificaciones que se deben tener en cuenta para la construcción de cada uno de los tipos de casa mostrados en los apéndices anteriormente mencionados.

**Figura 7**

*Especificaciones de planos casa proyecto Salma condominio.*

ESPECIFICACIONES	
<b>REGLAMENTO DE DISEÑO:</b>	
REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10 LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008) DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010 DECRETO 2525 DEL 13 DE JULIO DE 2010 DECRETO 092 DEL ENERO 17 DE 2011	
<b>CONCRETO:</b>	
SOLADOS:	17 Mpa
CICLÓPEO (50%-50%):	17 Mpa
CIMENTACIÓN:	21 Mpa
COLUMNAS:	21 Mpa
VIGAS Y PLACAS:	21 Mpa
<b>ACERO:</b>	
PERLIN LÁMINA DELGADA: ACERO ASTM A1008 Y A1011 GRADO 40 LÁMINAS, PLATINAS DE UNIÓN, ÁNGULOS Y PERNOS: ACERO ASTM A-36 FY=252 MPA TUERCAS: ASTM A194 ARANDELAS: ASTM A-36 CONTRAVIENTOS: BARRAS ASTM A-36 FY=252 MPA.	
LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO SE DEBE AJUSTAR A TODOS LOS REQUISITOS DE LAS ESPECIFICACIONES ACI 301-05 PUBLICADAS POR EL AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, FARMINGTON HILL, MICHIGAN, USA, EXCEPTO QUE EN LOS PLANOS SE ESPECIFIQUEN REQUISITOS ADICIONALES	
CONCRETO CON AGREGADOS DE PESO NORMAL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO 19mm TAMIZ QUE PASA EL AGREGADO GRUESO SEGÚN NTC-144 (ASTM C33): 67	
<b>ACERO DE REFUERZO:</b>	
LAS BARRAS DE REFUERZO DEBEN SER CORRUGADAS, DE ACERO DE BAJA ALEACIÓN QUE CUMPLAN CON LA NORMA NTC-2289.	
<b>BARRAS DE REFUERZO:</b>	420 Mpa
REFUERZO ELECTROSOLDADO DE ALAMBRE:	420 Mpa
(MALLA ELECTROSOLDADA) TRASLAPO MALLAS:	L = .35m

Suministrado por PCG Constructora

Sin embargo, durante avance de la construcción de las casas existieron 3 lotes (54, 57, 75) los cuales, al momento de la ejecución, los planos y especificaciones aun no estaban definidas. Impidiendo que las viviendas pudieran ser construidas dentro del tiempo estipulado, afectando el cumplimiento de los plazos programados. Lo que llevó a una reprogramación de actividades para asegurar que se completen dentro de los nuevos plazos.

## **7.2.2 Control de materiales**

### **7.2.2.1 Ensayos control de calidad**

Para verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto, se realizan ensayos de calidad del concreto, tanto preparado en obra como el proveniente de una planta concretera externa. Se llevan a cabo pruebas para concreto estructural, mencionadas en la tabla I,2,4-1 y el capítulo C.3.1 de la NSR-10, donde se especifican los requisitos de control de materiales basados en normas NTC promulgadas por el ICONTEC.

En particular se realizaron pruebas de asentamiento, según la NTC 396 (Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto) tal y como se muestra en la figura 8 con el fin de garantizar que el concreto tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas, aspectos esenciales para asegurar que la estructura cumpla con los estándares de calidad y seguridad establecidos por la NSR-10. El concreto tanto como el que se trae y el que se prepara en obra es de una resistencia de 21 MPa para cimentaciones, columnas, placas y vigas aéreas. Y de 28 Mpa para muros de contención de las casas tipo D. El concreto es preparado con grava de  $\frac{3}{4}$  y debe dar un asentamiento de 6" aproximadamente.

**Figura 8***Ensayo de asentamiento*

Durante cada una de las fundidas de concreto, se realizan toma de muestras según la NTC 5505 (Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. (ASTM C31)) como se muestra en la figura 9 Se realiza los elementos: Cimentación, columnas, ante pisos, vigas aéreas y muro de contención (casas tipo D). Esta muestra representativa permite ver el desarrollo de las resistencias a diferentes edades (7, 28 o 56 días si es necesario).

**Figura 9**

*Toma de muestras de concreto*



Este proceso incluye la correcta identificación de la cada una de las muestras, el curado durante el tiempo que las muestras permanecen en la obra y la posterior entrega a la empresa CONCRESERVICIOS S.A.S, empresa responsable de ensayar las muestras de concreto enviadas. En la figura 10 se muestra el formato establecido por la empresa donde se detalla el número de muestra, tipo de muestra, cantidad a ensayar, la resistencia, la fecha de toma y localización de la muestra.

**Figura 10**

*Formato de remisión de muestras Concresevicios*

		REMISION DE MUESTRAS DE CONCRETO - MORTERO - GROUTING - MAMPOSTERIA					Fecha de Aprobación: 2018-02-16										
							Código: F-PL-0345										
CR OBRA:		CANTIDAD DE MUESTRAS A ENSAYAR A DIFERENTES EDADES (DIAS)					Pagina: 1/1										
							ORDEN DE TRABAJO: 33550										
MUESTRA No.	TIPO DE MUESTRA					CANT	f <sub>c</sub> (MPa)	FECHA DE TOMA AA-MM-DD	REMISION No.	CODIGO No.	LOCALIZACION						
	CILINDROS	VIGAS	GROUT	MORTERO	MURETES							BLOQUE	DIAMETRO O GRUTUD VIGA (mm)				
						1	3	7	14	28	56						

Nota. Suministrado por PCG Constructora

#### **7.2.2.2 Resultados ensayos de resistencia.**

Los especímenes de concreto se envían para que se ensayen a 7 y 28 días. Una vez pasado este tiempo de ensayo, se verifica en la página de Conereservicios los resultados de los especímenes, haciendo una análisis y comparación con los valores según lo especifica el proyecto. La resistencia a una edad de 7 días debe estar en un porcentaje entre 60 al 65 por ciento, a la edad de 28 días los especímenes deben cumplir con la resistencia de diseño. En caso de que la resistencia de la muestra no esté dentro del rango solicitado, en obra quedan especímenes utilizados de testigos para ser ensayados a una edad de 56 días. Los resultados son documentados tanto en un folder de manera física y en un documento tipo Excel como el de la figura 11.

Durante el desarrollo de la práctica se tomaron 168 muestras de concretos, que incluyen muestras en elementos tales como: cimentaciones, columnas, antepisos, vigas aéreas, muros de contención, escaleras y durante los últimos días de finalización de la práctica muestras de concretos para columnetas. Todas las muestras desarrollaron su resistencia de una forma favorable sin necesidad de tener que hacer demoliciones u algún ensayo no destructivo. Para las muestras que su resistencia aún no se ajustaba a las especificaciones a 28 días se enviaban los testigos de muestra que quedaban en obra a la empresa Conereservicios para que fuera ensayada a una edad de 56 días. como lo fue el caso de las muestras 220 (Cimentación Casa 15, Columnas N+ 0m Casa 10) y 214

(Vigas aéreas Casa 60, Cimentación Casa 49). Como se puede observar en las imágenes 12 y 13 respectivamente, donde se pueden observar los resultados a diferentes edades.

**Figura 11**


*Formato Excel registro de resultados de concreto*

 <span style="float: right;">REGISTRO PRUEBAS DE CONCRETO</span>														
GESTIÓN DE OBRA														
												145,0377377	14,2235	
Numero	Lote	Fecha Toma	Fecha Ensayo	Edad	Lab. Enviada	Sito Aplicado	Numero de despacho	Mpa solicitado	PSI Solicitado	Esfuerzo Mpa	Resistencia a la compresión kn/m <sup>2</sup>	PSI Resultado	% Porcentaje solicitado	% Porcentaje Obtenido

Suministrado por PCG Constructora

**Figura 12**

*Resultados de Resistencia muestra 214*

 <span style="float: right;">REGISTRO PRUEBAS DE CONCRETO</span>														
GESTIÓN DE OBRA														
												145,0377377	14,2235	
Numero	Lote	Fecha Toma	Fecha Ensayo	Edad	Lab. Enviada	Sito Aplicado	Numero de despacho	Mpa solicitado	PSI Solicitado	Esfuerzo Mpa	Resistencia a la compresión kn/m <sup>2</sup>	PSI Resultado	% Porcentaje solicitado	% Porcentaje Obtenido
314	581	31-may-24	7-jun-24	7	Conceservicios	Vigas aéreas Casa 60, Cimentación Casa 49			3000	11	1530	1595	60% al 120%	53.13
314	582	31-may-24	28-jun-24	28	Conceservicios	Vigas aéreas Casa 60, Cimentación Casa 49			3000	14.6	2101	2118	100% al 120%	70.69
314	583	31-may-24	28-jun-24	28	Conceservicios	Vigas aéreas Casa 60, Cimentación Casa 49			3000	14.7	2121	2132	100% al 120%	71.07
214		31-may-24	28-jul-24	56	Conceservicios	Vigas aéreas Casa 60, Cimentación Casa 49			3000	23.5	3387	3408	100% al 120%	113.61
214		31-may-24	28-jul-24	56	Conceservicios	Vigas aéreas Casa 60, Cimentación Casa 49			3000	23.2	3348	3365	100% al 120%	112.16

Suministrado por PCG Constructora

**Figura 13**

*Resultados de Resistencia muestra 220*

PCG CONSTRUCTORA		REGISTRO PRUEBAS DE CONCRETO													
GESTIÓN DE OBRA															
145,0377377 14,2235															
Numero	Lote	Fecha Toma	Fecha Ensayo	Edad	Lab. Enviada	Sito Aplicado	Numero de despacho	Mpa solicitado	PSI Solicitado	Esfuerzo Mpa	Resistencia a la compresión kn/cm <sup>2</sup>	PSI Resultado	% Porcentaje solicitado	% Porcentaje Obtenido	
220	599	8-jun-24	15-jun-24	7	Concresevicios	Cimentación Casa 15, Columnas N. 0 Casa 10			3000	10.3	1489	1494	60% a 65%	49.80	
220	600	8-jun-24	6-jul-24	28	Concresevicios	Cimentación Casa 15, Columnas N. 0 Casa 10			3000	15	2159	2176	100% al 120%	72.52	
220	601	8-jun-24	6-jul-24	28	Concresevicios	Cimentación Casa 15, Columnas N. 0 Casa 10			3000	14.6	2108	2118	100% al 120%	70.59	
220		8-jun-24	3-ago-24	56	Concresevicios	Cimentación Casa 15, Columnas N. 0 Casa 10			3000	23.1	3334	3350	100% al 120%	111.68	
220		8-jun-24	3-ago-24	56	Concresevicios	Cimentación Casa 15, Columnas N. 0 Casa 10			3000	22.9	3284	3321	100% al 120%	110.71	

Suministrado por PCG Constructora

### 7.2.2.3 Ensayos no destructivos

Durante las primeras fases del proyecto, antes de empezar la etapa practica hubo muestras de concreto las cuales no se tenían datos o la resistencia estaba por debajo de los estipulado por los requisitos técnicos. Por parte de KER INGENIERIA, empresa encargada de la supervisión técnica de todo el proyecto solicitó realizar 6 ensayos no destructivos a dichos elementos faltantes. Este proceso se fundamenta en la transmisión de pulsos de ultra frecuencia en el medio a analizar para determinar la velocidad y modulo elástico.

Como se muestra en la figura 13, a este proceso se asistió de manera activa, gestionando la correcta adecuación en el lugar del ensayo y todo el elemento estuviera en óptimas condiciones para e ensayo. Dando resultados satisfactorios, donde no hubo necesidad de hacer algún tipo de demolición o cambios en la estructura debido a que los resultados de los ensayos fueron positivos.

El hecho de que las muestras no estén en las resistencias adecuadas está relacionado con varios factores, desde el control adecuado de la mezcla durante la primera fase del proyecto

generando dudas sobre su calidad, mal manejo de las muestras incluyendo una mala manipulación incluso mal curado de las muestras, afectando drásticamente los resultados.

#### **Figura 14**

*Toma de muestras ensayos no destructivos por la empresa KER ingeniería.*



#### **7.2.3 Control de ejecución.**

De acuerdo con las especificaciones de la NSR-10 en el artículo I-9 I.2.4.6 la se debe inspeccionar y vigilar cada aspecto del proceso constructivo, para el desarrollo de la práctica se realiza de la siguiente manera:

##### **7.2.3.1 Replanteo y dimensiones geométricas.**

Este proceso consistió en supervisar el trazado de los ejes y niveles según los planos, con la intención de definir con precisión la ubicación de la construcción. En colaboración del topógrafo en campo y con ayuda de niveles ópticos. Se verificaron las longitudes de las zapatas y el replanteo en general como se muestra en la figura 15.

**Figura 15**

*Replanteo y marcado de ejes cimentación*



Durante la ejecución de las actividades, con ayuda de los trabajadores se realiza una verificación constante de las dimensiones geométricas de todos los elementos tales como: medidas de excavación, zapatas, columnas, vigas aéreas y placas. Haciendo uso de flexómetro y metro laser proporcionado por la empresa.

#### **7.2.3.2 Colocación de aceros de refuerzo.**

Se realiza una inspección rigurosa de la correcta disposición de aceros en los distintos elementos estructurales, asegurándose que se cumplan las especificaciones de los planos en cuanto

a diámetros, separaciones y anclajes. partiendo de cimentación como se muestra en la figura 15 donde antes bajar el refuerzo a su disposición final se realizan los chequeos ya mencionados.

### Figura 16

*Armado de vigas de cimentación*



En el caso de las vigas aéreas se debe verificar que las formaletas utilizadas como base para soportar la carga del concreto y acero, esté instala de forma correcta sin llegar a deformarse o colapsar. Como se muestra en la figura 17 donde la formaleta esta sostenida por parales los cuales funcionan para nivelar y sostener las plataformas.

**Figura 17**

*Armado acero de vigas aéreas*



### **7.2.3.3 Mezclado, transporte y colocación del concreto.**

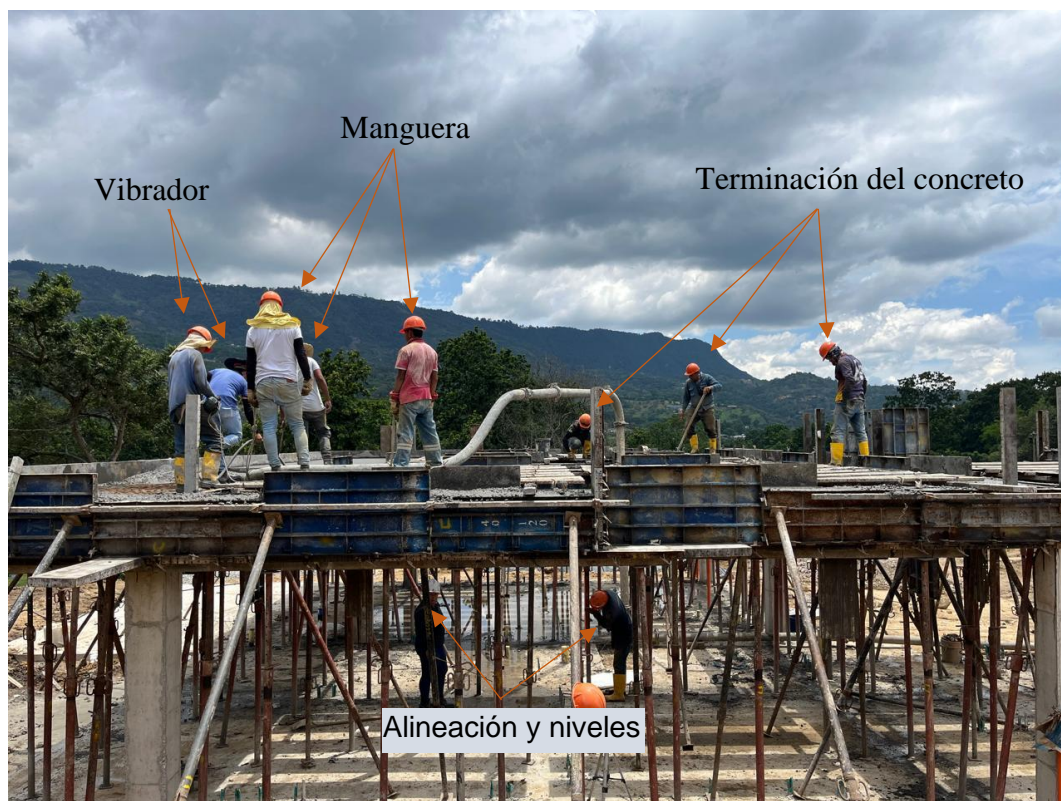
El proceso de control de concreto parte de la supervisión del mezclado asegurándose de respetar las dosificaciones de los materiales ya estipuladas. En el caso del concreto preparado en obra se realiza con una maquina auto hormigonera auto cargable tipo Carmix, donde se preestablecen las dosificaciones y por medio de procesos computarizados la carga de materiales se hace de manera controlada evitando que el concreto tenga algún cambio en sus dosificaciones u propiedades.

Además, se vigila que el concreto sea vertido de manera correcta cumpliendo con lo estipulado en el artículo C.5.10 (Colocación) de la NSR-10, evitando retrasos que puedan a llegar

a afectar el fraguado del concreto. En la figura 20 se muestra la vertida de concreto donde cada uno de los trabajadores tiene un rol específico. Tres personas son las encargadas de maniobrar la manguera de la bomba de concreto garantizando que el concreto sea colocado de manera uniforme a lo largo de todas las vigas y placa, simultáneamente dos trabajadores acompañan haciendo el vibrado del concreto. Mientras tanto tres trabajadores más están enfocados en la terminación de las vigas, incluyendo alisado superficial y verificación de dimensiones. Finalmente, en la parte inferior de la estructura dos trabajadores se encargan que los niveles de la placa y vigas sean los correctos usando equipos laser y plomos. Este control es necesario para que la estructura no presente desviaciones que cause reprocesos garantizando un flujo de trabajo eficiente.

### Figura 18

*Fundida vigas aéreas casa 16*



Para que el concreto alcance su máxima resistencia y evitar futuras fisuras, se procede a realizar el curado del concreto como se muestra en la figura 19. Este proceso es de vital importancia debido a las condiciones climáticas cálidas de la zona y se debe garantizar condiciones óptimas de humedad, por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación.

**Figura 19**

*Proceso de curado de losa de concreto*



## 8 Conclusiones

Se identificó una brecha significativa entre el avance teórico y el avance real de la estructura de las viviendas, ocasionada por el lento avance en el movimiento de tierras, falta de definición de planos y cambios tardíos en las especificaciones. Reducir esta brecha no solo incluye recursos adicionales, sino también un cambio cultural dentro del equipo de trabajo. Fomentando una cultura organizada basada en la anticipación de problemas, valorando la planificación detallada y la flexibilidad frente a imprevistos, permitiendo que los equipos sean más proactivos, lo que disminuirá los retrasos optimizando recursos.

En el proyecto la mayoría de las casas tipo D están ubicadas en el sector B, donde se evidencia el retraso tan significativo en comparación con el sector a. La construcción de las viviendas tipo D es mucho más compleja debido a sus características partiendo desde el terreno, lo que requirió muchos más recursos tanto técnicos como humanos. Estos factores implican en un aumento considerable en el tiempo de ejecución de las actividades, aunque estas tipologías ofrecen una mayor adaptabilidad al terreno y una calidad superior en términos de estructura. Su alto costo y tiempo de ejecución genera dudas sobre si realmente vale la pena en optar por este tipo de edificaciones. Es importante que se evalúe cuidadosamente la relación costo beneficio asegurando que la planificación y control de obra sean lo suficientemente robustos para evitar sobrecostos y retrasos adicionales.

La supervisión constante de la obra y el control riguroso de la calidad de los materiales fueron aspectos fundamentales para asegurar el cumplimiento de los estándares técnicos y normativos del proyecto. Durante la construcción, se realizaron pruebas regulares de calidad. La toma de muestras. Sin embargo, la supervisión de obra también reveló la necesidad de mejorar la precisión en la ejecución, ya que errores como la sobredimensión de vigas, desplome de columnas, etc. obligaron a realizar reprocesos, lo que derivó en sobrecostos y retrasos. La experiencia demuestra que una supervisión técnica adecuada no solo es esencial para mantener la calidad de los materiales, sino también para evitar errores costosos que impactan el tiempo y el presupuesto del proyecto.

## **9 Recomendaciones**

En relación con el seguimiento del avance del proyecto, es vital fortalecer el uso de herramientas de control como el método del Valor. Aunque esta metodología fue utilizada en el proyecto para medir el avance real frente al teórico, su implementación debe ser más rigurosa y frecuente para permitir una detección temprana de las desviaciones y la ejecución de medidas correctivas a tiempo.

Las actividades en el presupuesto no se encuentran detalladas correctamente, lo que ha generado una falta de claridad en la asignación de recursos y en la planificación del cronograma. Esta falta de especificación ha ocasionado desajustes en la programación y dificultades para el seguimiento adecuado del avance. Es fundamental que en futuros proyectos se mejore la precisión del presupuesto, asegurando que todas las actividades estén correctamente detalladas y que se consideren todos los posibles escenarios de riesgo.

### Referencias Bibliográficas

- Castro, X. (2021). ADMINISTRACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRA CIVIL, SEGÚN.
- Concreto, P. S. I. (2022, junio 27). Vibrador para concreto: Herramienta esencial para obra. PSI CONCRETO. <https://psiconcreto.com/vibrador-para-concreto/>
- Control de calidad—Definicion.de. (s. f.). Recuperado 22 de septiembre de 2024, de <https://definicion.de/control-de-calidad/>
- Decreto 1711 del 13 de diciembre de 2021 | Minvivienda. (n. d.). <https://www.minvivienda.gov.co/normativa/decreto-1711-del-13-de-diciembre-de-2021>
- Decreto 926 de 2010 - Gestor Normativo. (n. d.). Función Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=39255>
- Francisco Javier Soria Montiel. (2002). Manual de supervisión de obra. Instituto Politécnico Nacional. <https://elibro.net/bibliotecavirtual.uis.edu.co/es/lc/uis/titulos/74068>
- González, D. A. P., & Trujillo, E. A. P. (2019). Establecer las cantidades de obra, presupuesto y programación en project 2019 de la vivienda modelo del proyecto altos de las camelias en el municipio de tesalia, departamento del huila.
- ICONTEC. (1992). NTC 396. Vdocuments.Site. <https://vdocuments.site/ntc-396.html>
- ICONTEC. (2000). NTC-550. Vdocuments.Site. <https://vdocuments.site/ntc-550.html>
- ISO 14000. (2019). <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:14002:-1:ed-1:v1:es>
- ISO 9000. (2015). <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- Jorge Andrés Rojas Sarmiento, C. H. C. C. (2020). Gestión de proyectos aplicada al PMBOK 6ED. Editorial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC.

Ley 400 de 1997—Gestor Normativo. (s. f.). Recuperado 15 de septiembre de 2024, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=336>

Nicolas. (2024, septiembre 11). ¿Qué es un plano estructural? El Arqui MX | Blog de Arquitectura Online. <https://elarquimx.com/que-es-un-plano-estructural/>

PCG Constructora. (s. f.). PCG Constructora. Recuperado 30 de marzo de 2024, de <https://pcgconstructora.com/>

Resolución 1257 de 2021. (s. f.). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado 7 de abril de 2024, de <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-1257-de-2021/>

Supervisión—Definicion.de. (s. f.). Definición.de. Recuperado 22 de septiembre de 2024, de <https://definicion.de/supervision/>



**Apéndice B.**

*Reporte de avance Quincenal sector B proyecto Salma condominio.*

SECTOR A	14/05/2024		31/05/2024		30/06/2024		15/07/2024		31/07/2024		15/08/2024	
	% real	% Teórico	% real	% Teórico	% real	% Teórico	% real	% Teórico	% real	% Teórico	% real	% Teórico
<b>MANZANA 1 (Casas 12 a 18)</b>	0%	6%	8%	22%	27%	40%	29%	45%	39%	55%	47%	73%
CASA 12 - D	0%	56%	39%	96%	50%	100%	59%	100%	81%	100%	98%	100%
CASA 13 - D	0%	13%	17%	53%	33%	100%	37%	100%	66%	100%	98%	100%
CASA 14 - A	0%	0%	0%	15%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 15 - A	0%	0%	0%	0%	100%	46%	100%	88%	100%	100%	100%	100%
CASA 16 - A	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	78%	50%	100%
CASA 17 - A	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	0%	60%
CASA 18 - D	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	41%
<b>MANZANA 2 (Casas 52 a 59)</b>	24%	17%	34%	30%	53%	50%	72%	58%	75%	70%	75%	80%
CASA 52 - B	0%	98%	0%	100%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 53 - B	0%	40%	0%	98%	0%	100%	75%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 54 - C	0%	0%	0%	40%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
CASA 55 - A	100%	0%	100%	0%	100%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 56 - C	0%	0%	0%	0%	50%	17%	100%	59%	100%	100%	100%	100%
CASA 57 - A	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	53%	0%	98%
CASA 58 - A	75%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	40%
CASA 59 - A	25%	0%	75%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%
<b>MANZANA 3 (Casas 66 a 60)</b>	71%	22%	86%	35%	89%	58%	100%	68%	100%	80%	100%	93%
CASA 66 - A	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 65 - A	0%	48%	0%	100%	25%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 64 - A	100%	0%	100%	48%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 63 - A	75%	0%	100%	0%	100%	83%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 62 - A	100%	0%	100%	0%	100%	25%	100%	67%	100%	100%	100%	100%
CASA 61 - C	75%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	9%	100%	61%	100%	100%
CASA 60 - A	50%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	3%	100%	48%
<b>MANZANA 4.1 (Casas 33 a 25)</b>	25%	28%	36%	39%	44%	57%	47%	64%	50%	74%	67%	83%
CASA 33 - B	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 32 - A	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 31 - C	25%	48%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 30 - A	0%	0%	50%	48%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CASA 29 - C	0%	0%	0%	0%	0%	83%	25%	100%	50%	100%	100%	100%
CASA 28 - A	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	67%	0%	100%	100%	100%
CASA 27 - A	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	0%	61%	0%	100%
CASA 26 - C	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	48%
CASA 25 - A	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>MANZANA 4.2 (Casas 24 a 19)</b>	0%	8%	0%	32%	4%	61%	5%	75%	7%	91%	10%	88%
CASA 24 - D	0%	56%	0%	96%	25%	100%	28%	100%	44%	100%	49%	100%
CASA 23 - D	0%	13%	0%	53%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	12%	100%
CASA 22 - D	0%	0%	0%	10%	0%	74%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
CASA 21 - D	0%	0%	0%	0%	0%	31%	0%	60%	0%	96%	0%	100%
CASA 20 - D	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	53%	0%	84%
CASA 19 - D	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	41%





## Apéndice E.

## Presupuesto de obra para actividades de columnas, vigas aéreas y ante pisos parte 1

Codigo	Actividad	Objeto	Unidad	Costo Total	% Incidencia Subcapitulo
<b>SubCapitulo:</b>	<b>0132000</b>	<b>ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>			
Tarea:	<b>0132001</b>	<b>ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>			
1752	COLUMNA (.0.3X0.3)	Casa tipo A Salma	ML	\$ 111.116.840,86	2,09%
1752	COLUMNA (.0.3X0.3)	Casa tipo B salma	ML	\$ 24.692.631,30	0,46%
1752	COLUMNA (.0.3X0.3)	Casa tipo C salma	ML	\$ 55.558.420,43	1,04%
1752	COLUMNA (.0.3X0.3)	Casa tipo D salma	ML	\$ 44.618.107,76	0,84%
1753	ACERO DE REFUERZO COLUMNA (.0.3X0.3)	Casa tipo A Salma	KG	\$ 55.875.772,46	1,05%
1753	ACERO DE REFUERZO COLUMNA (.0.3X0.3)	Casa tipo B salma	KG	\$ 12.416.838,32	0,23%
1753	ACERO DE REFUERZO COLUMNA (.0.3X0.3)	Casa tipo C salma	KG	\$ 27.937.886,23	0,53%
1753	ACERO DE REFUERZO COLUMNA (.0.3X0.3)	Casa tipo D salma	KG	\$ 22.423.821,05	0,42%
1754	COLUMNETA (10X20)	Casa tipo A Salma	ML	\$ 91.236.912,58	1,72%
1754	COLUMNETA (10X20)	Casa tipo B salma	ML	\$ 20.274.869,47	0,38%
1754	COLUMNETA (10X20)	Casa tipo C salma	ML	\$ 45.618.456,30	0,86%
1755	ACERO DE REFUERZO COLUMNETA (10X20)	Casa tipo A Salma	KG	\$ 2.994.618,18	0,06%
1755	ACERO DE REFUERZO COLUMNETA (10X20)	Casa tipo B salma	KG	\$ 665.470,70	0,01%
1755	ACERO DE REFUERZO COLUMNETA (10X20)	Casa tipo C salma	KG	\$ 1.497.309,09	0,03%
1756	CONCRETO LOSETA DE ANTE PISO E=10CM	Casa tipo A Salma	M2	\$ 435.534.286,04	8,19%
1756	CONCRETO LOSETA DE ANTE PISO E=10CM	Casa tipo B salma	M2	\$ 109.000.086,54	2,05%
1756	CONCRETO LOSETA DE ANTE PISO E=10CM	Casa tipo C salma	M2	\$ 260.091.258,29	4,89%
1756	CONCRETO LOSETA DE ANTE PISO E=10CM	Casa tipo D salma	M2	\$ 86.183.269,97	1,62%
1757	ACERO DE REFUERZO LOSETA DE ANTE PISO E=10CM	Casa tipo A Salma	KG	\$ 20.433.515,68	0,38%
1757	ACERO DE REFUERZO LOSETA DE ANTE PISO E=10CM	Casa tipo B salma	KG	\$ 5.149.475,70	0,10%
1757	ACERO DE REFUERZO LOSETA DE ANTE PISO E=10CM	Casa tipo C salma	KG	\$ 12.477.575,73	0,23%
1757	ACERO DE REFUERZO LOSETA DE ANTE PISO E=10CM	Casa tipo D salma	KG	\$ 3.844.941,86	0,07%
1758	PLACA MACIZA E=.10	Casa tipo A Salma	M2	\$ 39.899.505,74	0,75%
1758	PLACA MACIZA E=.10	Casa tipo B salma	M2	\$ 12.323.994,85	0,23%
1758	PLACA MACIZA E=.10	Casa tipo C salma	M2	\$ 27.728.988,43	0,52%
1758	PLACA MACIZA E=.10	Casa tipo D salma	M2	\$ 49.840.074,36	0,94%
1759	ACERO DE REFUERZO PLACA MACIZA E=.10	Casa tipo A Salma	KG	\$ 2.281.613,85	0,04%
1759	ACERO DE REFUERZO PLACA MACIZA E=.10	Casa tipo B salma	KG	\$ 823.916,11	0,02%
1759	ACERO DE REFUERZO PLACA MACIZA E=.10	Casa tipo C salma	KG	\$ 1.853.811,25	0,03%
1759	ACERO DE REFUERZO PLACA MACIZA E=.10	Casa tipo D salma	KG	\$ 4.261.191,14	0,08%
1760	VIGA(.15X(.20-.40))	Casa tipo A Salma	ML	\$ 14.141.021,79	0,27%
1760	VIGA(.15X(.20-.40))	Casa tipo B salma	ML	\$ 3.142.449,29	0,06%
1760	VIGA(.15X(.20-.40))	Casa tipo C salma	ML	\$ 7.070.510,90	0,13%
1761	ACERO DE REFUERZO V.(.15X(.20-.40))	Casa tipo A Salma	KG	\$ 8.765.992,09	0,16%
1761	ACERO DE REFUERZO V.(.15X(.20-.40))	Casa tipo B salma	KG	\$ 1.947.998,24	0,04%
1761	ACERO DE REFUERZO V.(.15X(.20-.40))	Casa tipo C salma	KG	\$ 4.382.996,04	0,08%
1762	VIGA(.30X.40)	Casa tipo A Salma	ML	\$ 230.284.224,50	4,33%
1762	VIGA(.30X.40)	Casa tipo B salma	ML	\$ 51.174.272,12	0,96%
1762	VIGA(.30X.40)	Casa tipo C salma	ML	\$ 115.142.112,25	2,17%
1762	VIGA(.30X.40)	Casa tipo D salma	ML	\$ 187.135.098,45	3,52%

## Apéndice F.

## Presupuesto de obra para actividades de columnas, vigas aéreas y ante pisos parte 2

Codigo	Actividad	Objeto	Unidad	Costo Total	% Incidencia Subcapitulo
SubCapitulo:	0132000	ESTRUCTURA EN CONCRETO			
Tarea:	0132001	ESTRUCTURA EN CONCRETO			
1763	ACERO DE REFUERZO V(.30X.40)	Casa tipo A Salma	KG	\$ 87.079.614,61	1,64%
1763	ACERO DE REFUERZO V(.30X.40)	Casa tipo B salma	KG	\$ 19.351.025,46	0,36%
1763	ACERO DE REFUERZO V(.30X.40)	Casa tipo C salma	KG	\$ 43.539.807,31	0,82%
1763	ACERO DE REFUERZO V(.30X.40)	Casa tipo D salma	KG	\$ 70.479.872,59	1,33%
1764	VIGA.CANAL (.50X.60)	Casa tipo A Salma	ML	\$ 79.468.511,82	1,49%
1764	VIGA.CANAL (.50X.60)	Casa tipo B salma	ML	\$ 17.659.669,29	0,33%
1764	VIGA.CANAL (.50X.60)	Casa tipo C salma	ML	\$ 39.734.255,91	0,75%
1765	ACERO DE REFUERZO V.CANAL (.50X.60)	Casa tipo A Salma	KG	\$ 50.052.903,79	0,94%
1765	ACERO DE REFUERZO V.CANAL (.50X.60)	Casa tipo B salma	KG	\$ 11.122.867,51	0,21%
1765	ACERO DE REFUERZO V.CANAL (.50X.60)	Casa tipo C salma	KG	\$ 25.026.451,89	0,47%
1766	VIGUETA(.10X.20)	Casa tipo A Salma	ML	\$ 57.521.920,50	1,08%
1766	VIGUETA(.10X.20)	Casa tipo B salma	ML	\$ 12.782.649,00	0,24%
1766	VIGUETA(.10X.20)	Casa tipo C salma	ML	\$ 28.760.960,24	0,54%
1767	ACERO DE REFUERZO VTA(.10X.20)	Casa tipo A Salma	KG	\$ 7.446.934,09	0,14%
1767	ACERO DE REFUERZO VTA(.10X.20)	Casa tipo B salma	KG	\$ 1.654.874,24	0,03%
1767	ACERO DE REFUERZO VTA(.10X.20)	Casa tipo C salma	KG	\$ 3.723.467,04	0,07%
1768	VIGUETA(.10X.40)	Casa tipo A Salma	ML	\$ 72.744.842,86	1,37%
1768	VIGUETA(.10X.40)	Casa tipo B salma	ML	\$ 16.165.520,63	0,30%
1768	VIGUETA(.10X.40)	Casa tipo C salma	ML	\$ 36.372.421,43	0,68%
1768	VIGUETA(.10X.40)	Casa tipo D salma	ML	\$ 23.126.910,30	0,43%
1769	ACERO DE REFUERZO VTA(.10X.40)	Casa tipo A Salma	KG	\$ 33.257.690,73	0,63%
1769	ACERO DE REFUERZO VTA(.10X.40)	Casa tipo B salma	KG	\$ 7.390.597,94	0,14%
1769	ACERO DE REFUERZO VTA(.10X.40)	Casa tipo C salma	KG	\$ 16.628.845,37	0,31%
1769	ACERO DE REFUERZO VTA(.10X.40)	Casa tipo D salma	KG	\$ 10.341.148,49	0,19%
1771	VIGUETA(.15X.40)	Casa tipo A Salma	ML	\$ 45.433.712,66	0,85%
1771	VIGUETA(.15X.40)	Casa tipo B salma	ML	\$ 10.096.380,60	0,19%
1771	VIGUETA(.15X.40)	Casa tipo C salma	ML	\$ 22.716.856,33	0,43%
1771	VIGUETA(.15X.40)	Casa tipo D salma	ML	\$ 30.556.068,37	0,57%
1772	ACERO DE REFUERZO VTA(.15X.40)	Casa tipo A Salma	KG	\$ 25.418.604,27	0,48%
1772	ACERO DE REFUERZO VTA(.15X.40)	Casa tipo B salma	KG	\$ 5.648.578,73	0,11%
1772	ACERO DE REFUERZO VTA(.15X.40)	Casa tipo C salma	KG	\$ 12.709.302,13	0,24%
1772	ACERO DE REFUERZO VTA(.15X.40)	Casa tipo D salma	KG	\$ 17.531.819,14	0,33%
1773	PLACA HUELLA	Casa tipo A Salma	M2	\$ 86.862.792,96	1,63%
1773	PLACA HUELLA	Casa tipo B salma	M2	\$ 19.302.842,88	0,36%
1773	PLACA HUELLA	Casa tipo C salma	M2	\$ 43.431.396,48	0,82%
1773	PLACA HUELLA	Casa tipo D salma	M2	\$ 12.872.544,10	0,24%
1774	ACERO DE REFUERZO PLACA HUELLA	Casa tipo A Salma	KG	\$ 4.565.208,26	0,09%
1774	ACERO DE REFUERZO PLACA HUELLA	Casa tipo B salma	KG	\$ 1.014.490,72	0,02%
1774	ACERO DE REFUERZO PLACA HUELLA	Casa tipo C salma	KG	\$ 2.282.604,13	0,04%
1774	ACERO DE REFUERZO PLACA HUELLA	Casa tipo D salma	KG	\$ 1.464.024,55	0,03%
2021	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACIÓN VCIM (0.3X.40)	Casa tipo D salma	ML	\$ 9.199.474,01	0,17%
2022	ACERO DE REFUERZO VIGA CIMENTACIÓN (0.3X0.4 M)	Casa tipo D salma	KG	\$ 7.593.331,04	0,14%
2099	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACIÓN VCIM (0.3X.35)	Casa tipo D salma	ML	\$ 8.125.639,08	0,15%
2100	ACERO DE REFUERZO VIGA CIMENTACIÓN (0.3X0.35 M)	Casa tipo D salma	KG	\$ 6.078.526,93	0,11%
2101	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACIÓN ZARPA (0.6X.40)	Casa tipo D salma	ML	\$ 25.765.025,64	0,48%
2102	ACERO DE REFUERZO ZARPA (0.6X0.4 M)	Casa tipo D salma	KG	\$ 56.343.131,39	1,06%
2103	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACIÓN ZARPA (0.6X.30)	Casa tipo D salma	ML	\$ 23.020.297,82	0,43%
2104	ACERO DE REFUERZO ZARPA (0.6X0.3 M)	Casa tipo D salma	KG	\$ 50.328.257,69	0,95%
2105	ACERO DE REFUERZO MURO DE CONTENCIÓN	Casa tipo D salma	KG	\$ 145.283.874,35	2,73%
2106	ESCALERA EN CONCRETO REFORZADO	Casa tipo D salma	M2	\$ 86.226.096,17	1,62%
2110	VIGA.CANAL (.50X.30)	Casa tipo D salma	ML	\$ 25.618.761,55	0,48%
2111	ACERO DE REFUERZO V.CANAL (.50X.30)	Casa tipo D salma	KG	\$ 13.289.938,53	0,25%