



**Optimización del control presupuestal, cronograma y seguimiento de obra en la empresa
Proyectos de transformación urbana y territorial de Colombia S.A.S.**

Juan David Pineda Gómez

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero Urbano

Asesor

Andrés Mauricio Álvarez Rengifo, Ingeniero Ambiental - Profesor de Cátedra Escuela Ambiental

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Urbana

El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia

2024

Cita	(Pineda, 2024)
Referencia	Pineda Gómez, J. (2024). <i>Optimización del control presupuestal, cronograma y seguimiento de obra en la empresa Proyectos de transformación urbana y territorial de Colombia S.A.S.</i> [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, El Carmen de Viboral, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1 Planteamiento del problema	12
1.1 Antecedentes	12
2 Justificación.....	15
3 Objetivos	16
3.1 Objetivo general	16
3.2 Objetivos específicos.....	16
3.2.1 Objetivo específico 1	16
3.2.2 Objetivo específico 2	16
3.2.3 Objetivo específico 3	16
4 Marco teórico	17
4.1 Zona de estudio	19
5 Metodología	21
5.1 Del primer objetivo específico	21
5.2 Del segundo objetivo específico.....	21
5.3 Del tercer objetivo específico.....	22
6 Resultados	23
6.1 Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	23
6.2 Métodos de actividades de control de obra	24
6.3 Desarrollo del archivo en Excel	26

6.3.1 Tablas elaboradas para el libro denominado Trabajo-Hierro total	28
6.3.2 Tablas elaboradas para el libro denominado Trabajo-Excavaciones, llenos y concreto	31
6.3.3 Tablas elaboradas para el libro denominado Trabajo-Presupuesto.....	37
6.3.4 Tablas elaboradas para el libro denominado Trabajo-CRONOGRAMA-ejemplo sereno	47
7 Discusión	52
8 Conclusiones	53
Referencias	54
Anexos.....	57

Lista de tablas

Tabla 1 Métodos relacionados con el control de obra.....	24
Tabla 2 Lista de libros y hojas para la elaboración del archivo	26
Tabla 3 Tabla de cantidades para zapatas	29
Tabla 4 Formato de peso por diámetro.....	29
Tabla 5 Formato de ingreso de material de hierro para las vigas de fundación	30
Tabla 6 Formato del hierro de columnas a usar	30
Tabla 7 Cantidades totales.....	31
Tabla 8 Cantidad de m^3 en la excavación de zapatas	32
Tabla 9 Cantidad de m^3 en la excavación de las vigas de fundación	32
Tabla 10 Cantidad de m^3 en el lleno de zapatas	33
Tabla 11 Área de solado.....	33
Tabla 12 Concreto para zapatas.....	34
Tabla 13 Concreto para vigas de fundación	34
Tabla 14 Concreto para escaleras	35
Tabla 15 Área y volumen de losa de contrapiso	37
Tabla 16 Tabla de mampostería	38
Tabla 17 Área de vanos correspondientes a puertas y puertas vidrieras	38
Tabla 18 Tabla para dinteles y sillares	39
Tabla 19 Tabla para cálculo de enchape	40
Tabla 20 Tabla de cielos rasos	41
Tabla 21 Tabla de subanálisis del ayudante de construcción.....	42
Tabla 22 Tabla de subanálisis del valor por m^3 de concreto con 20.7Mpa	43
Tabla 23 Tabla resumen de presupuesto	45

Tabla 24 Tabla resumen de presupuesto47

Tabla 25 Registro de bitácora.....50

Lista de figuras

Ilustración 1 Ubicación de proyectos de la constructora PROTUCOL S.A.S.....	20
Ilustración 2 Calculo empleado para volumen de peldaños	35
Ilustración 3 Dimensiones transversales de peldaño	36
Ilustración 4 Ubicación de dintel y sillar	39
Ilustración 5 Selección de actividad de obra y precisión de dimensiones	44
Ilustración 6 Presupuesto de obra	46
Ilustración 7 Cronograma de obra	48
Ilustración 8 Formato de introducción de información de la bitácora diaria.....	49
Ilustración 9 Formato con datos de ejemplo.....	51
Ilustración 10 Cronograma con avance en obra	51

Siglas, acrónimos y abreviaturas

PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
IPMA	international organization Project Management Association
ISO	International Organization for Standardization
APM	Applications Performance Monitoring
FODA	Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas
PROTUCOL S.A.S	Proyectos de Transformación Urbana y Territorial de Colombia S.A.S
UdeA	Universidad de Antioquia
SISO	Encargado de la Seguridad Industrial y la Salud Ocupacional

Resumen

Proyectos de transformación urbana y territorial de Colombia S.A.S. es una empresa especializada en el desarrollo de proyectos inmobiliarios de mediana escala. Su principal fortaleza radica en la construcción de edificaciones entre 4 y 10 pisos. Sin embargo, el sector de la construcción enfrenta desafíos en la gestión de proyectos, lo que afecta su competitividad y productividad. Una planificación adecuada puede optimizar el cumplimiento de tareas y mejorar el control presupuestario. No obstante, las empresas a menudo luchan con retrasos y la necesidad de tomar decisiones informadas.

Para abordar estos problemas, inicialmente para la formulación del trabajo se recorre el marco teórico que describe la evolución de la planificación en las obras. Posteriormente, se propuso una metodología basada en la interoperabilidad del cronograma y el registro diario de la bitácora. Esta iniciativa surge de la observación del estado actual de la empresa y su deseo de mejorar sus procesos. La propuesta desarrolla un programa que ejecuta la elaboración del presupuesto y cronograma, permitiendo su interrelación con la bitácora virtual. Esto facilita una mejor planificación y supervisión de la obra.

Se obtuvo el desarrollo de un consolidado de programas en formato Excel, permitiendo la implementación de las soluciones planteadas, la descripción del funcionamiento y relacionamiento existente entre los componentes del programa y se eliminó la dependencia de contratistas externos para la gestión de proyectos.

Palabras clave: Planificación, control, presupuesto, automatización, programación, seguimiento.

Abstract

Urban and Territorial Transformation Projects of Colombia S.A.S. is a company specializing in the development of medium-scale real estate projects, with a primary focus on constructing buildings. The construction sector, however, faces challenges in project management, which affect its competitiveness and productivity. Effective planning can optimize task completion and enhance budget control, yet companies often encounter delays and struggle to make informed decisions.

To address these issues, we first explore the theoretical framework that describes the evolution of planning in construction projects. Following this, we propose a methodology based on the interoperability of the schedule and the daily logbook. This initiative stems from an analysis of the current state of the company and its ambition to improve its processes. The proposal involves developing a program that integrates budget preparation and scheduling, enabling its interconnection with the virtual logbook. This approach facilitates better planning and supervision of projects.

The development of a consolidated program in Excel format was achieved, allowing for the implementation of the proposed solutions, a description of functionalities, and the relationships among program components. Additionally, the reliance on external contractors for project management was eliminated.

Keywords: Planning, control, budget, automation, programming, monitoring.

Introducción

El gremio de la construcción presenta escenarios muy diversos en materia de gestión de proyectos, esto dificulta la competitividad y productividad de las empresas. Contar con métodos de planificación adecuados optimiza el cumplimiento de las tareas propuestas y mejora el control presupuestal del proyecto (Cámara chilena de la construcción, 2018).

La planificación de obras civiles inicia desde la elaboración de los diseños, presupuesto, cronogramas, etc., con la intención de llegar a la satisfacción de resultados finales de la obra, este trabajo preliminar es importante para tomar decisiones en diferentes situaciones presentadas por la obra, con el fin de evitar casos fortuitos que generen retrasos, los cuales son un problema muy común presente en las empresas de construcción alrededor de todo el mundo, por lo que es necesario desarrollar métodos de respaldo para mejorar la toma de decisiones (Taha et al. 2016).

La motivación para este trabajo de grado surge del análisis detallado del funcionamiento actual de la empresa Proyectos de Transformación Urbana y Territorial de Colombia S.A.S., la cual enfrenta retos significativos en el cumplimiento de los cronogramas y presupuestos establecidos, así como en la recolección y análisis de datos de las obras. Estas dificultades comprometen su competitividad y posicionamiento en el mercado. Para abordar estos desafíos, se integró la metodología del diagrama de Gantt en la planificación de los cronogramas de obra. Además, se implementó un sistema de registro diario en la bitácora que permitió actualizar automáticamente los diagramas de avance de la obra. Esto facilitó no solo la monitorización y comprensión del progreso de cada proyecto, sino también la toma de decisiones informadas y la entrega de resultados de alta calidad a los clientes.

Para elaborar el formato, se realizó una revisión bibliográfica de los conceptos, las herramientas y técnicas de gestión de proyectos, se efectuó un diagnóstico de la situación actual de la empresa PROTUCOL S.A.S, mediante un análisis FODA, diseñando un plan de mejora que incluye los objetivos, el cronograma y el presupuesto, y definiendo los indicadores de seguimiento.

Los resultados del proyecto fueron: la optimización de los procesos en la presentación del estado físico y presupuestal de la obra, mejoramiento en la planificación y toma de decisiones con esta información proporcionada, mejor relacionamiento con los clientes e interventoría, un fortalecimiento de la imagen y la consolidación de la empresa en el sector constructivo.

1 Planteamiento del problema

La elaboración de informes de obra y actas de avance es una tarea que implica la recopilación de información captada en la bitácora diaria, en el control de gastos y de diversos procedimientos en los que se tiene registrado cada una de las actividades y decisiones tomadas en la ejecución de la obra. (Barajas & Villamizar, 2013)

Presentar estos informes y actas contribuyen favorablemente a la toma de decisiones, permite la apropiación de la obra a los constructores, inversores, propietarios, responsables legales y todo aquel interesado en la construcción, ya que se muestra los avances, retrasos, el control de los gastos realizados, y proyecta los avances presupuestales a realizar para tener un resultado esperado. Esta información se puede profundizar y enfocar en diferentes aspectos puntuales teniendo como base el interés de la reunión. (Calderón, 1995)

Teniendo en cuenta que estos informes se realizan recurrentemente conforme avanza la obra, implicará estar presentando los datos recopilados de múltiples maneras, como en avance de obra, en el control del cronograma, en la presentación de la bitácora, etc., estos datos hablan con un enfoque único, y es en que se ha avanzado y que tiempo ha tomado, representar esta información de tantas maneras sugiere un reproceso continuo para los informes, ya que se debe plasmar en cada formato estos datos.

Por lo anterior surge la necesidad de optimizar estas prácticas, en las que se pueda transformar la información de múltiples maneras con solo un input al usuario que ingresa la información, así ahorrar tiempo en la presentación de informes y realizar el control de obra de una mejor manera.

1.1 Antecedentes

En el ámbito de la investigación, se presenta un estudio realizado en la Universidad La Gran Colombia (Mendoza, 2023), el cual desarrolló un módulo interactivo para la gestión eficiente de actas e informes de obra basándose en datos del Consorcio Interdiseños Troncal Caracas. Este estudio, que abordó la construcción de la extensión Troncal Caracas Tramo 1 en Bogotá durante seis meses, utilizó un enfoque estructurado que incluyó desde el análisis de requerimientos hasta

la implementación y despliegue del modelo en dispositivos electrónicos, utilizando Excel y realizando pruebas para asegurar su funcionalidad. El módulo permitió cuantificar trabajos diarios y mensuales, reducir retrasos en la entrega de datos y verificar el cumplimiento de normativas técnicas de IDU e INVIAS, optimizando así la supervisión de obras (Mendoza, 2023).

El módulo interactivo constituye un escenario ideal para la base del proyecto de Optimización del control presupuestal, cronograma y seguimiento de obra en la empresa Proyectos de transformación urbana y territorial de Colombia S.A.S. El estudio de investigación diseña un formato específico mediante un recurso tecnológico donde el personal de obra registre toda la información tomada en campo, utilizando una hoja de Excel que totalizaría las cantidades de obra y guardaría los datos ingresados en los informes diarios de los inspectores.

Así mismo, se realizó un estudio en la Universidad Pontificia Bolivariana (Vargas, 2020), sobre las actividades y tareas desarrolladas bajo la guía del Departamento Técnico y Administrativo como Practicante Obra en el proyecto Smart Clarisas de HG Constructora S.A. El documento proporciona informaciones relevantes sobre la creación, manejo y seguimiento de programación de obra en Microsoft Project, inspección y cálculo de cantidades de acero siguiendo diseños estructurales de muros, placas y cubiertas, así como la inspección de especificaciones de redes hidrosanitarias y el seguimiento a la realización de pruebas. Además, se aborda la inspección de elementos estructurales después de vaciados, el manejo y registro de formatos del sistema de calidad, y el control de tiempos y rendimientos mediante la filosofía Lean Construction (Vargas, 2020).

Este antecedente respalda la necesidad de desarrollar una lista específica de formatos en Excel para el control y seguimiento de obras. El proyecto de grado busca aprovechar las selecciones aprendidas de experiencias previas y aplicarlas en la creación de herramientas prácticas que contribuyan a la eficiencia en la supervisión de obras.

Adicionalmente se desarrolló una investigación, donde se llevó a cabo el diseño específico de un dashboard para el seguimiento y control de obras civiles viales en Bogotá. Este tablero de control permitió visualizar indicadores clave, avances diarios y datos alfanuméricos relevantes para la toma de decisiones, demostrando ser una herramienta eficaz para cuantificar resultados, evaluar el cumplimiento de metas y detectar posibles errores, además, Facilitó la identificación temprana de desviaciones y la corrección oportuna de irregularidades en la ejecución de la obra (Arias, 2023). La importancia de considerar este trabajo radica en que proporciona una muestra clara de la utilidad

versátil que aporta los formatos en Excel, dando panoramas amplios en la toma de decisiones de maneras más anticipadas y acertadas.

2 Justificación

Este trabajo se centra en desarrollar un sistema secuencial que facilite la elaboración de presupuestos de obra de manera sencilla y práctica, relacionando la recolección diaria de información sobre el avance de la obra en la bitácora con el cronograma de actividades. La empresa PROTUCOL S.A.S. necesita claridad en la viabilidad de sus proyectos durante la ejecución, y tanto el presupuesto como el cronograma son componentes clave de este proceso. Hasta ahora, esta tarea ha sido delegada a contratistas externos.

Este trabajo busca eliminar la dependencia de terceros, permitiendo a la empresa crear sus propios presupuestos de obra mediante un programa amigable para el administrador de datos. Este programa facilitará la representación directa de los avances de obra registrados en la bitácora mediante un diagrama de Gantt, que incluye el cronograma. Además, ofrecerá una visión más amplia para la toma de decisiones, ya que la comparación en tiempo real de los avances de obra con lo realizado en campo día a día simplifica la interpretación de estos datos, apoyando así la toma de decisiones oportuna.

Esta herramienta será de gran importancia para la viabilidad de los proyectos de la empresa puesto que esta actividad se realiza en cada una de las obras a iniciar, es una tarea que se debe de ejecutar con precisión considerando que de allí parte el presupuesto de la obra, y un desfase de esta práctica puede ocasionar grandes pérdidas económicas a la empresa, pero de igual manera, el contratar a terceros para la elaboración de estos documentos ha significado un costo fijo en los preliminares de obra siendo el presente proyecto una de las soluciones más relevantes para la empresa PROTUCOL S.A.S.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Mejorar los procesos de control y seguimiento de las obras civiles que ejecuta la empresa Proyectos de transformación urbana y territorial de Colombia S.A.S., mediante la implementación de una metodología de gestión de proyectos basada en la interoperabilidad del cronograma y el registro diario de bitácora.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Objetivo específico 1

Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa en cuanto a los tiempos, el presupuesto y la recolección de datos de las obras civiles que realiza.

3.2.2 Objetivo específico 2

Diseñar un plan de mejora que incluya el cronograma, el presupuesto, la calidad de la interpretación, los recursos, las comunicaciones, los riesgos, las adquisiciones y los interesados de la propuesta.

3.2.3 Objetivo específico 3

Implementar la interoperabilidad entre el diagrama de Gantt para planificar, ejecutar y supervisar los cronogramas de obra, y el registro diario de bitácora para alimentar los diagramas de avance de obra de manera automatizada.

4 Marco teórico

Desde los imperios, babilónico, egipcio y romano se planeaba actividades conforme al comportamiento climático, y así, usar a favor las temporadas de lluvia para optimizar el cultivo y garantizar los productos alimenticios, sin embargo, los fundamentos teóricos y prácticos del presupuesto como herramienta de planificación y control tuvo su origen en el sector gubernamental a finales del siglo XVIII, cuando se presentaban al Parlamento británico los planes de gastos del reino y se daban pautas sobre su posible ejecución y control. En 1820 Francia adopta el sistema en el sector gubernamental como elemento de control de gasto público, gracias a la eficiencia que presentó en el funcionamiento de las actividades y en su desarrollo continuo se llegó a aprobar una ley de presupuesto nacional, técnica que con adaptaciones fomentó un periodo de análisis y entendimiento de los costos, promoviendo la necesidad de presupuestar, programar y mejorar la toma de decisiones con base en la información proporcionada por estos análisis (Ruiz, 1995).

A partir de 1950, la industrialización ha venido innovando en diversos procesos. Los trabajos se trasladan de procesos artesanales a la automatización en un periodo de tiempo bastante corto. Actualmente, la invención de una herramienta enriquece menos, a una nación, que el invento de un método de organización que permita la forma eficiente de utilizar esa herramienta (Esteban, 2015).

El principal desafío que presenta el desarrollar un proyecto, es su gestión en terminar en los tiempos previstos y optimizar los recursos previamente asignados; el objetivo de la programación, presupuesto y control de obra es permitir gestionar los proyectos de construcción de una manera adecuada y estructurada, proporcionando correctos análisis del estado de la obra, definiendo así el alcance de él a partir de estos elementos (Zambrano, 2021).

A nivel mundial, se han implementado diferentes modelos y estándares para la gestión de proyectos, como el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) del Project Management Institute (PMI), la International Project Management Association (IPMA), la International Organization for Standardization (ISO), la Association for Project Management (APM), entre otros. Estos modelos y estándares aportan un marco de referencia, una terminología similar y unas buenas prácticas para la planificación, la ejecución y el control de proyectos, basados en los fundamentos de la calidad, ética, sostenibilidad y responsabilidad social (Gutiérrez et al. 2022).

A nivel nacional, se ha establecido diferentes normas y reglamentos para la gestión de proyectos, como la Ley 80 de 1993, la cual establece las reglas y principios que rigen los contratos de las entidades estatales, así como los derechos y obligaciones de las partes contratantes. La ley 1150 de 2007, reforma parcial de la ley 80 de 1993, que regula la contratación estatal en Colombia. Esta ley introduce medidas para la eficiencia y la transparencia en la contratación con recursos públicos. El Decreto 1510 de 2013 reglamenta el sistema de compras y contratación pública en Colombia. Este decreto tiene como objetivo garantizar la eficiencia, la transparencia y el buen uso de los recursos públicos en los procesos de contratación de las entidades estatales. El decreto 1077 de 2015, el cual tiene como objetivo garantizar la eficiencia, la transparencia y el buen uso de los recursos públicos en los procesos de contratación de las entidades estatales. El Decreto 1082 de 2015 compila y simplifica la normatividad expedida por el gobierno nacional para la ejecución de las leyes del sector de planeación nacional. El decreto 1083 de 2015 compila y simplifica la normatividad expedida por el gobierno nacional para la ejecución de las leyes del sector de función pública.

Estas normas y reglamentos controlan los aspectos contractuales, legales, administrativos y financieros de los proyectos de construcción, tanto públicos como privados, buscando garantizar la seguridad, la transparencia, la equidad y la calidad en la contratación y ejecución de las obras.

A nivel nacional, las pequeñas y medianas empresas (Pymes) generan la mayor parte de empleo del país, se estima que las Pymes son responsables de generar el 78% del empleo a nivel nacional, sin embargo, es preocupante que solo un pequeño porcentaje de ellas logre un crecimiento superior al 20% debido a desafíos logísticos y administrativos. Estas empresas a menudo operan sin una planificación y control adecuados, esto es especialmente notable y alarmante, ya que las Pymes contribuyen con el 35% del Producto Interno Bruto (PIB). Además, el 80% de las empresas en el sector de la construcción se clasifican como Pymes (Acosta, 2021). Esto refleja la importancia de prestar especial atención a la programación, presupuesto y control de las actividades a realizar, debido a que está repercutiendo fuertemente en la competitividad de las Pymes en Colombia.

La programación de obra consiste en la planeación, programación y control de un proyecto, o proceso, llevado a un diagrama o red, suele usarse el diagrama de Gantt, el cual describe las etapas del proyecto, y su relación (NAPCAP, S.F.).

El presupuesto de obra se basa en estimar los costos de cada una de las salidas y recursos que intervienen en el proyecto, teniendo en cuenta los precios unitarios, las cantidades, los rendimientos, entre otros. El presupuesto de obra se suele expresar mediante análisis de precios unitarios (APU), que detalla la composición y el valor de cada elemento del proyecto (TNS, 2019).

El control de obra, así como lo indica el Project Management Institute (PMI) consiste en verificar y comparar el avance de obra con la planificación previamente realizada, tanto en términos de tiempo como de costo, identificando las desviaciones, las causas y las acciones correctivas necesarias.

4.1 Zona de estudio

La empresa Proyectos de Transformación urbana y territorial de Colombia S.A.S PROTUCOL, nace de la empresa Profesionales en ingeniería y desarrollo S.A.S (PROINGED), la cual tiene una trayectoria amplia en construcciones de obras civiles en el sector privado y público, la empresa se ha focalizado en la construcción de obras civiles, tanto en edificaciones, como en vías, subdivisiones, parcelaciones y actividades anexas como diseño y levantamientos topográfico, diseño y construcción de redes eléctricas e hidrosanitarias, entre otros, tiene una amplia gama de servicios constructivos por prestar, atributo que lo hace competitivo ante las demás constructoras.

PROTUCOL S.A.S se encuentra ubicado en el municipio de Marinilla- Antioquia en la Cra 30 #31-30 a media cuadra del parque principal del municipio, es una empresa que se focaliza en los proyectos de vivienda con espacios rentables, conjugando con el diseño ajustado a las necesidades del cliente, cuenta con la presencia de diversos especialistas en diferentes ramas ingenieriles que fortalece su componente técnico en los servicios prestados, su principal virtud son las obras ya desarrolladas dentro del municipio, ya que cuentan con ubicaciones favorables para su visualización y valorización, componentes que ha ayudado a la difusión de sus funciones. (PROINGED S.A.S, 2024)

La gran presión inmobiliaria por la que está pasando el Oriente antioqueño, ha influido en la cantidad de competidores por la realización de los proyectos (Ardila et al, 2017), evento que representa grandes retos para la empresa PROTUCOL S.A.S para sobresalir entre las diversas empresas constructoras que se encuentran actualmente en el altiplano, tarea que se plantean solucionar con valores agregados a cada diseño y construcción realizada.

En la Ilustración 1 se visualizan la ubicación de proyectos que ha realizado la empresa, que abarca principalmente el casco urbano del municipio de Marinilla, pero también se encuentra un proyecto en la zona rural, que corresponde a la parcelación de la finca número 36 de la vereda Gaviria, y por otro lado en el municipio de Rionegro también en una parcelación, se realizó la construcción de una vivienda en el lote número 22, ubicado en la parcelación Sereno.

Ilustración 1

Ubicación de proyectos de la constructora PROTUCOL S.A.S



5 Metodología

Este trabajo se enfocó en mejorar el control y seguimiento de las obras civiles, vinculando los métodos usados para el manejo de estas como el cronograma de obra, bitácora y el control de presupuesto. En este sentido, la metodología tiene un enfoque mixto, en el cual se integraron valores cuantitativos como los costos de las obras, los tiempos de ejecución y paralelamente se complementará esta información con los datos recolectados en la bitácora diaria, el cual proporciona una información cualitativa de los dígitos recopilados.

5.1 Del primer objetivo específico

Se verificó los métodos usados por la empresa Proyectos de Transformación Urbana de Colombia S.A.S (PROTUCOL S.A.S) en el proceso de recolección de datos del proyecto, en su control de gastos, evolución de la obra y control del cronograma, en compañía de los directores y residentes de obra, buscando identificar las falencias en la implementación de estos métodos, como omisiones en detalles importantes, el nivel de rigurosidad con la que se recopila la información diaria y su correcta interpretación; de esta manera tener una lista de observaciones en las cuales se pueda observar las principales falencias de estas funciones.

5.2 Del segundo objetivo específico

Se analizó el marco teórico relacionado con el control y seguimiento de obra, especialmente los métodos más usados y que siguen vigentes con el pasar del tiempo, ya que demuestran la confianza que genera para las empresas globales el procedimiento, de esta manera identificar cual ha sido la manera con la que se ha enfrentado las demás empresas a estas situaciones similares, y se plasmó las observaciones de mejora de los métodos usados para así obtener un sistema de trabajo estandarizado.

5.3 Del tercer objetivo específico

Se desarrolló un archivo de Excel a través de macros y adaptación de los algoritmos mediante el lenguaje de programación Visual Basic, en el cual se buscó automatizar actividades que representen reprocesos en la recopilación de la información y la representación de estos en datos estadísticos de avance de obra, avance presupuestal y control del cronograma; este archivo vincula los tiempos proporcionados por el diagrama de Gantt que se tiene para la obra en ejecución, presentando el avance de obra que se debe de estar realizando en el momento, y con la verificación del responsable de obra, el cual indicara si la tarea del día se está desarrollando o no y poder interpretar automáticamente el avance de obra o retraso.

Finalmente, se implementó el programa realizado para verificar su funcionalidad y representación de información, buscando la satisfacción de la interventoría de obra con la optimización de los procesos.

6 Resultados

En esta sección, se plasman los resultados obtenidos de la implementación de la metodología especificada, representando los pasos necesarios para la resolución de los objetivos propuestos en este proyecto. Estos resultados no solo reflejan el diagnóstico actual de la empresa en cuanto al manejo de las obras, si no que también se describe las adaptaciones y archivos creados para crear la interoperabilidad entre los procesos de control de obra.

En el desarrollo de esta etapa, se describe los pasos realizados para la consecución de los objetivos, partiendo desde el entendimiento del estado actual de la empresa PROTUCOL S.A.S, recorriendo su metodología implementada para llevar el control de obra, hasta llegar al archivo sugerido para mejorar su proceso, automatizando las actividades ejecutadas por la misma.

A través de estos resultados, se buscó no solo dar una solución a la construcción de una edificación puntual, sino también que forme parte integral de la empresa el formato realizado, donde ayude en la formulación del presupuesto y cronograma de los diversos proyectos, así evitar la contratación de servicios puntuales, donde se desarrolla presupuestos y cronogramas poco flexibles que solo le servirán a esa obra.

Los resultados se describen a continuación:

6.1 Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Se realizaron recorridos por los proyectos activos de la empresa PROTUCOL S.A.S con los directores y residentes de obra, observando la manera en cómo se capta la información diaria de las actividades, de esta visita se observó lo siguiente:

- La información captada se recopila de manera manuscrita por medio de la bitácora por parte del residente de obra con apoyo de la información proporcionada del maestro de obra y el encargado de la seguridad industrial y salud ocupacional (SISO). Ver Anexo 1 y Anexo 2.
- Las especificaciones plasmadas en la bitácora lo hacen de manera detallada y clara. Ver Anexo 3.
- Cada informe presentado implica un relacionamiento de información específico, en los cuales se presentan como avances de obra, avances presupuestales, estado del cronograma, futuras inyecciones de capital. Ver Anexo 4.

- Los presupuestos de obra y cronogramas son subcontratados para su realización.

Este cruce de información entre diversas personas aumenta la probabilidad de cometer errores de carácter humano, como en la transcripción de información, pero es la manera más adecuada para delegar responsabilidades en las distintas actividades y así apoyar la creación de los informes.

Los resultados de las subcontratistas de creación de presupuestos y cronogramas son acordes a las necesidades especificadas del proyecto, son coherentes con los planos arquitectónicos y estructurales suministrados, pero tienen la problemática de ser rígidos y específicos a esa obra puntual, lo que obliga a realizar una plantilla nueva para cada proyecto además impide anexar información como ampliaciones o modificaciones, lo que conlleva a cambios de cantidades y tiempos de ejecución.

6.2 Métodos de actividades de control de obra

Los diferentes métodos de control de obra, específicamente el presupuesto y cronograma se pueden ver a continuación, en la Tabla 1, el listado de los métodos relacionados:

Tabla 1

Métodos relacionados con el control de obra

Descripción	
Diagrama de flechas	Es la representación gráfica de las actividades (nodos) y su orden estipulado la cual se representa mediante la conexión de estos nodos con otros mediante flechas indicando la cronología.

Diagrama de Gantt	Es una herramienta de control fácil de interpretar, es la interposición de la duración de las actividades, en el grafico se escriben a la izquierda las actividades con su fecha de inicio y finalización, a la derecha las secuencias de días subrayados, la cual será tan larga como la duración del proyecto.
Curva S	La curva S es el resultado de los valores de ejecución acumulados con respecto a las fechas proporcionadas por el cronograma de obra.

Nota. Adaptado de (González & Mattos, 2014).

Los métodos proporcionados por el autor, tal como lo indica en su libro Métodos de planificación y control de obras del diagrama de barras al BIM, han sido de utilidad para diversas empresas a lo largo del mundo, ya que han demostrado la fiabilidad de sus procesos y la buena interpretación que se puede obtener de ellos debido a lo intuitivo que pueden llegar a ser.

Estos métodos representan una base de trabajo actualmente para la empresa PROTUCOL S.A.S, ya que son métodos con los cuales se encuentran relacionados al haber desarrollado proyectos con ellos.

La empresa usa por facilidad de sus colaboradores y usuarios el programa de Microsoft Excel, ya que es un programa que usualmente todos los usuarios lo tienen o se adquiere con facilidad por ser tan comercial y visible para todos, pero esto ha representado una limitante con el método usado para realizar los cronogramas de obra, ya que los contratistas que desarrollan el cronograma lo hacen en Microsoft Project, programa que no es de uso libre y se debe de pagar su suscripción, lo que convierte ese servicio poco útil para la empresa ya que no pueden realizar modificaciones o adaptaciones a los demás proyectos, creando dependencia al contratista.

Las plantillas usadas por parte del profesional para la realización del presupuesto y cronograma son rígidas y se deben de adaptar a cada proyecto a realizar, objeto que implica gastos recurrentes para la empresa en esa adaptación de formato.

Por lo anterior, se establece la necesidad de adaptar estas plantillas usadas, y volverlas flexibles a diferentes tipos de obra, implementar las fórmulas adecuadas para que se vuelva un trabajo fluido e interoperable entre las diversas casillas y disposición en la interfaz, para con esto realizar formatos dinámicos e intuitivos, con el objetivo de minimizar los gastos implícitos de la renovación constante de plantillas rígidas.

Las premisas para que este archivo estandarice los métodos son:

- La planilla debe de responder a la necesidad de estandarizar la información necesaria a introducir.
- El tratamiento de la información será a través de fórmulas, evitando siempre datos rígidos que impliquen su cambio continuo.
- La implementación de las macros deberá evitar ejecuciones repetitivas para optimizar el uso del archivo.
- La información suministrada será usada repetitivamente en diferentes hojas de cálculo para mejorar el rendimiento del control de obra.

6.3 Desarrollo del archivo en Excel

Inicialmente fue necesario tener suficiente claridad de las hojas de cálculo necesarias a crear, por lo que del análisis de actividades realizado se obtuvo la siguiente lista plasmada en la Tabla 2, donde se redactó de acuerdo con las necesidades de PROTUCOL S.A.S en su forma de construir proyectos con tipología de construcción convencional (aporticado).

Tabla 2

Lista de libros y hojas para la elaboración del archivo

Nombre Libro	Hoja
Trabajo-Hierro total	Zapatas
	Viga fundación
	Columnas
	Escaleras

	Losa
	Vigas techo
	Total
	Zapatas
	Vigas fundación
	Llenos
	Solado
Trabajo- Excavaciones, llenos y concreto	Concreto zapata
	Concreto VF
	Concreto columnas
	Escalera concreto
	Losa
	Concreto V. AMARRE
	Concreto losa contrapiso
	Resumen
	Presupuesto
	APU'S PTO etapa n° 2
Subanálisis	
Mampostería p1	
Mampostería p2	
Dintel y sillar p1	
Dintel y sillar p2	
Lagrimalos LT y áticos	
Revoque interior p1	
Revoque interior p2	
Revoque exterior	
Estuco p1	
Estuco p2	
Estuco exterior	
Enchape pared p1	
Enchape pared p2	
Pintura interior p1	
Pintura interior p2	
Pintura exterior	
Placa primer nivel	
Morteros	
Cielo falso	
Enchape piso 1	
Enchape piso 2	
Guarda escoba p1	
Guarda escoba p2	
Puertas-ventanas p1	

	<u>Puertas-ventanas p2</u>
	<u>Muebles sanitarios p1</u>
	<u>Muebles sanitarios p2</u>
	<u>Divisiones de baños</u>
	<u>Muebles de habitación</u>
	<u>Escalas enchape</u>
	<u>Cubierta</u>
	<u>bitácora</u>
Trabajo-Cronograma-ejemplo sereno	<u>Cronograma</u>
	<u>Cronograma inversión</u>
	<u>Días no Lab.</u>

Nota. Hojas necesarias para cubrir las necesidades de construcción de una edificación con sistemas de construcción tradicional apoticado con un sistema de fundaciones en zapatas.

Esta lista de libros se compone fundamentalmente de hojas en las cuales se debe de indicar las cantidades de obra, las cuales se obtienen de los planos arquitectónicos y estructurales con los que fue licenciado el proyecto, en estos planos se encuentran las especificaciones necesarias para obtener las cantidades de cada actividad, como ejemplo, el espesor de las barras de hierro, las longitudes, profundidad, en general, las dimensiones de los componentes estructurales y arquitectónicos.

6.3.1 Tablas elaboradas para el libro denominado Trabajo-Hierro total

Se diseñaron para que el ingreso de información sea intuitivo y se acomode a las necesidades del proyecto, donde se especifica por actividad las particularidades que puede tener la elaboración de la tarea.

6.3.1.1 Zapatas. En la Tabla 3 se observa la tabla de la hoja Zapatas, sus encabezados están diseñados para indicar las dimensiones que tendrá el emparrillado de esta, los datos suministrados se pueden acomodar de la manera más útil para el usuario, ya sea zapata por zapata si es el caso, o tipificadas, la casilla para multiplicar el número de zapatas simétricas es de mucha ayuda mantener las cantidades de cada zapata clara y no repetir procesos, además el dato más relevante a obtener en esta sección será el peso del hierro a usar.

Tabla 3*Tabla de cantidades para zapatas*

Parrilla De Zapatas												
										Total	170,33184	170,33184
Tipo Zapata	Cant	N° Barra Long.	N° Barra Tran.	Varillas Long.	Varillas Tran.	Peso Barra	Peso Barra2	Medida Varillas Long.	Medida Varillas Tran.	Peso 1	Peso 2	
Z1	6	4	4	12	12	0,994	0,994	2,38	2,38	170,33184	170,33184	
						0	0			0	0	

Nota. En la primera fila de la tabla un ejemplo de cómo introducir los datos.

En las tablas de Trabajo-Hierro total, el peso por metro lineal de cada barra dependiendo su calibre se rellena de manera automática, así como las multiplicaciones necesarias para obtener en el peso total del hierro en esta actividad, seguido de esta se presenta una tabla adicional en la cual se puede visualizar el peso por calibre de barra y el peso total, así como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4*Formato de peso por diámetro*

N° BARRA	CALIBRE	PESO (kg)
2	ML BARRA 1/4	0
3	ML BARRA 3/8	0
4	ML BARRA 1/2	340.664
5	ML BARRA 5/8	0
6	ML BARRA 3/4	0
7	ML BARRA 7/8	0
8	ML BARRA 1"	0
9	ML BARRA 1" 1/8	0
10	ML BARRA 1" 1/4	0
TOTAL		340.664

Nota. Datos de ejemplo de las cantidades visualizadas en la Ilustración 1.

6.3.1.2 Vigas de fundación. Para las Vigas Fundación, tal como se evidencia en la Tabla 5 sigue un formato similar en el que se pide las dimensiones de las varillas a usar, en este caso es importante tener en cuenta los estribos a que se piden en el plano.

Tabla 5*Formato de ingreso de material de hierro para las vigas de fundación*

HIERRO DE VIGAS DE FUNDACION					TOTAL	573,978
UBICACIÓN	# BARRAS	ML	N° BARRA	ML TOTAL	PESO	PESO TOTAL
VIGA LONGITUDINALES A	6	8,65	5	51,9	1,56	80,964
VIGA ESTRIBOS A	48	0,85	3	40,8	0,56	22,848
VIGA LONGITUDINALES B	6	8,65	5	51,9	1,56	80,964
VIGA ESTRIBOS B	45	0,85	3	38,25	0,56	21,42
VIGA LONGITUDINALES C	6	8,7	5	52,2	1,56	81,432
VIGA ESTRIBOS C	46	0,85	3	39,1	0,56	21,896
VIGA LONGITUDINALES 1	3	7,9	5	23,7	1,56	36,972
VIGA LONGITUDINALES 1	3	3,9	5	11,7	1,56	18,252
VIGA LONGITUDINALES 1	3	6,05	5	18,15	1,56	28,314
VIGA LONGITUDINALES 1	3	5,75	5	17,25	1,56	26,91
VIGA ESTRIBOS 1	46	0,85	3	39,1	0,56	21,896
VIGA LONGITUDINALES 2	3	7,85	5	23,55	1,56	36,738
VIGA LONGITUDINALES 2	3	3,9	5	11,7	1,56	18,252
VIGA LONGITUDINALES 2	3	6,05	5	18,15	1,56	28,314
VIGA LONGITUDINALES 2	3	5,75	5	17,25	1,56	26,91
VIGA ESTRIBOS 2	46	0,85	3	39,1	0,56	21,896

6.3.1.3 Hierro columnas. Para este apartado se toma de base el formato anterior para disponer la tabla de el hierro de las columnas, Tabla 6, y adicionalmente se agrega una columna a la tabla extra donde se puede indicar la cantidad de columnas que cuentan con las mismas cuantías.

Tabla 6*Formato del hierro de columnas a usar*

HIERRO DE COLUMNAS							TOTAL	2558,1672
UBICACIÓN	BARRAS	ML	N° BARRA	ML TOTAL	PESO BARRA	PESO	CANT COLUMNAS	PESO TOTAL
LONG. COLUMNAS	6	5,5	6	33	2,23	73,59	6	441,54
LONG. COLUMNAS	6	8,15	5	48,9	1,56	76,284	6	457,704
LONG. COLUMNAS	6	5	6	30	2,23	66,9	6	401,4
LONG. COLUMNAS	6	2,3	5	13,8	1,56	21,528	6	129,168
ESTRIBOS COLUMNAS (PEDESTAL)	28	1,8	3	50,4	0,56	28,224	6	169,344

ESTRIBOS	58	1,33	3	77,14	0,56	43,1984	6	259,1904
COLUMNAS								
GANCHOS	84	0,62	3	52,08	0,56	29,1648	6	174,9888
COLUMNAS								
(PEDESTAL)								
GANCHOS	84	0,52	3	43,68	0,56	24,4608	6	146,7648
COLUMNAS								
(PEDESTAL)								
GANCHOS	174	0,52	3	90,48	0,56	50,6688	6	304,0128
COLUMNAS								
GANCHOS	58	0,38	3	22,04	0,56	12,3424	6	74,0544
COLUMNAS								

El formato empleado en la Tabla 6 se sigue usando para las hojas donde se ingresa la información de las Escaleras, Losa y vigas de techo, donde se puede ingresar el número de elementos simétricos para así contemplar edificios de múltiples niveles con plantas típicas sin necesidad de realizar listas enormes o verse en la necesidad de escalar las cantidades al número de plantas, lo que puede no ser tan cómodo al ingresar la información ya que implica operaciones previas a la utilización del formato.

6.3.1.4 Resumen de hierro. Finalmente, en la Tabla 7 nos hace un resumen de los kilogramos de hierro usados para la estructura de la edificación teniendo en cuenta las tablas anteriormente diligenciadas.

Tabla 7

Cantidades totales

					TOTAL	6428,75238
	ZAPATAS	VIGAS DE FUNDACION	COLUMNAS	LOSA Y VIGAS	ESCALERAS	TOTAL
NIVEL 1	340,66368	573,978	2558,1672	0	168,0455	3640,85438
NIVEL 2				1469,214		1469,214
CUBIERTA				1318,684		1318,684

Nota. La información se presenta en cantidades totales por actividad en kilogramo.

6.3.2 Tablas elaboradas para el libro denominado Trabajo-Excavaciones, llenos y concreto

En este libro se buscó especificar la cantidad de metros cúbicos a excavar, vaciar y llenar, además de medir los metros cuadrados de la superficie de las vigas fundación para realizar el solado del terreno.

6.3.2.1 Zapatas. La Tabla 8 muestra el formato en el que se pide la información al usuario, donde se especifica el tipo de excavación con la localización por sus ejes, también es posible solo mencionar un tipo de zapata para el ejemplo mostrado ya que todas cuentan con las mismas medidas y multiplicar con la cantidad de zapatas, pero se realizó el ejemplo de esta manera para mostrar una manera alterna de nombrarlas con sus ejes.

Tabla 8

Cantidad de m³ en la excavación de zapatas

EXCAVACION DE ZAPATAS						
					TOTAL	130,712
TIPO	CANTIDAD	ANCHO	LARGO	ALTO	M3	
A1	1	2,1	2,1	3,8	16,758	
A2	1	2,1	2,1	3,8	16,758	
B1	1	2,1	2,1	3,8	16,758	
B2	1	2,1	2,1	3,8	16,758	
C1	1	2,1	2,1	3,8	16,758	
C2	1	2,1	2,1	3,8	16,758	

Nota. La sumatoria de los metros cúbicos contempla el 30% de expansión que tiene el material.

6.3.2.2 Vigas de fundación. En la Tabla 9 se especifica la cantidad de metros cúbicos necesarios para realizar las vigas de fundación, el formato cuenta con las mismas características a la tabla anterior, la cual solo pide introducir sus 3 dimensiones.

Tabla 9

Cantidad de m³ en la excavación de las vigas de fundación

EXCAVACIÓN VIGAS DE FUNDACIÓN				
TOTAL	42,55	4,9784		
UBICACIÓN	LARGO	ANCHO	ALTO	M3
EJE A	7,63	0,3	0,3	0,6867
EJE B	7,63	0,3	0,3	0,6867
EJE C	7,63	0,3	0,3	0,6867
EJE 1	9,83	0,3	0,3	0,8847
EJE 2	9,83	0,3	0,3	0,8847

Nota. La sumatoria de los metros cúbicos contempla el 30% de expansión que tiene el material.

6.3.2.3 llenos. La hoja de *llenos* visualizada en la Tabla 10, atiende a la necesidad de calcular los metros cúbicos que se deben de llenar en la excavación realizada para las zapatas después de vaciar los pedestales teniendo en cuenta el 30% de material extra que se debe de usar por el resultado de compactar el material.

Tabla 10*Cantidad de m³ en el lleno de zapatas*

M3 DE LLENO EN ZAPATAS								TOTAL	124,043
TIPO	CANTIDAD	ANCHO EXC.	LARGO EXC.	ALTO EXC.	ANCHO PED.	LARGO PED.	ALTO PED.	M3 PED.	TOTAL LLENO
A1	1	2,1	2,1	3,8	0,5	0,6	2,85	0,855	15,903
A2	1	2,1	2,1	3,8	0,5	0,6	2,85	0,855	15,903
B1	1	2,1	2,1	3,8	0,5	0,6	2,85	0,855	15,903
B2	1	2,1	2,1	3,8	0,5	0,6	2,85	0,855	15,903
C1	1	2,1	2,1	3,8	0,5	0,6	2,85	0,855	15,903
C2	1	2,1	2,1	3,8	0,5	0,6	2,85	0,855	15,903

Nota. EXC = Excavación. PED = Pedestales.

6.3.2.4 Solado. El área necesaria para verter el solado especificado en la Tabla 11 corresponde a la superficie inferior de las actividades que entran en contacto con el terreno natural que corresponden a las vigas de fundación y a las zapatas.

Tabla 11*Área de solado*

SOLADO VIGAS DE FUNDACIÓN				
			TOTAL	39,225
UBICACIÓN	LARGO	ANCHO	M2	
VIGA EJE A	7,63	0,3	2,289	
VIGA EJE B	7,63	0,3	2,289	
VIGA EJE C	7,63	0,3	2,289	
VIGA EJE 1	9,83	0,3	2,949	
VIGA EJE 2	9,83	0,3	2,949	
ZAPATA A1	2,1	2,1	4,41	
ZAPATA A2	2,1	2,1	4,41	
ZAPATA B1	2,1	2,1	4,41	
ZAPATA B2	2,1	2,1	4,41	

ZAPATA C1	2,1	2,1	4,41
ZAPATA C2	2,1	2,1	4,41

6.3.2.5 Concreto para zapatas. Para calcular el concreto a usar en las zapatas se remite al mismo formato que se usó en la Tabla 8, usando la columna de *altura* no como la profundidad de la excavación, si no como el espesor del concreto, así como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12

Concreto para zapatas

CONCRETO ZAPATAS					
TOTAL					9,261
TIPO	CANTIDAD	ANCHO	LARGO	ESPESOR	M3
<i>A1</i>	<i>1</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>	<i>0,35</i>	<i>1,5435</i>
<i>A2</i>	<i>1</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>	<i>0,35</i>	<i>1,5435</i>
<i>B1</i>	<i>1</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>	<i>0,35</i>	<i>1,5435</i>
<i>B2</i>	<i>1</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>	<i>0,35</i>	<i>1,5435</i>
<i>C1</i>	<i>1</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>	<i>0,35</i>	<i>1,5435</i>
<i>C2</i>	<i>1</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>	<i>0,35</i>	<i>1,5435</i>

6.3.2.6 Concreto vigas de fundación. En el concreto necesario para las vigas de fundación Tabla 13 se solicitas igualmente las 3 dimensiones para obtener su volumen, a diferencia de la tabla anterior, no se incluye la columna de cantidad por no ser necesario en esta actividad ya que no se repetirá en otro nivel.

Tabla 13

Concreto para vigas de fundación

CONCRETO VIGAS DE FUNDACIÓN				
TOTAL				3,8295
UBICACIÓN	LARGO	ANCHO	ALTO	M3
<i>EJE A</i>	<i>7,63</i>	<i>0,3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,6867</i>
<i>EJE B</i>	<i>7,63</i>	<i>0,3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,6867</i>
<i>EJE C</i>	<i>7,63</i>	<i>0,3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,6867</i>
<i>EJE 1</i>	<i>9,83</i>	<i>0,3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,8847</i>
<i>EJE 2</i>	<i>9,83</i>	<i>0,3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,8847</i>

Siguiendo la secuencia vista en la Tabla 2, el formato para las siguientes actividades, concreto en columnas, losas y vigas de amarre, cuentan con el mismo formato que se usó en la Tabla 13, donde se indican las tres dimensiones en las cuales se encofra el concreto para hallar el volumen a usar.

6.3.2.7 Concreto para escaleras. En la Tabla 14 se observa el formato para el ingreso de las dimensiones de las escaleras, en esta se usa el espesor del alma para calcular el volumen que ocupara cada escalón como lo muestra la Ilustración 3 además se debe de ingresar la dimensión de cada descanso, esta tabla a diferencia del formato de la Tabla 13 donde solo se multiplica sus tres medidas, en esta cambia su fórmula tal como se observa en la Ilustración 2 debido a que la forma geométrica de cada escalón es un trapecio si se observa de manera transversal.

Tabla 14

Concreto para escaleras

<i>Espesor del alma de las escaleras</i>		<i>0,12</i>			
ESCALERAS NIVEL 1					
TOTAL					2,0412
UBICACIÓN	CANTIDAD	ANCHO	LARGO	ESPESOR	M3
<i>LOSETA 1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>2,88</i>	<i>0,12</i>	<i>0,3456</i>
<i>PELDAÑOS 1</i>	<i>7</i>	<i>0,3</i>	<i>1</i>	<i>0,18</i>	<i>0,441</i>
<i>LOSETA 2</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>2,04</i>	<i>0,12</i>	<i>0,2448</i>
<i>PELDAÑOS 2</i>	<i>6</i>	<i>0,3</i>	<i>2,1</i>	<i>0,18</i>	<i>0,7938</i>
<i>LOSETA DESCANSO</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>0,9</i>	<i>0,12</i>	<i>0,216</i>

Nota. El volumen de las losetas se obtiene de solo multiplicar sus dimensiones con la cantidad.

Ilustración 2

Calculo empleado para volumen de peldaños

Espesor del alma de las escaleras		0,12			
ESCALERAS NIVEL 1					
TOTAL					2,0412
UBICACIÓN	CANTIDAD	ANCHO	LARGO	ESPESOR	M3
LOSETA 1	1	1	2,88	0,12	0,3456
PELDAÑOS 1	7	0,3	1	0,18	=(K9+2*I4)/2*I9*J9*H9

Nota. Para los peldaños, la columna ESPESOR indica la contrahuella, el ANCHO la huella.

Para el cálculo del volumen del escalón junto con su alma se haya el área del trapecio formado y se multiplica con el largo y la cantidad de peldaños simétricos a éste.

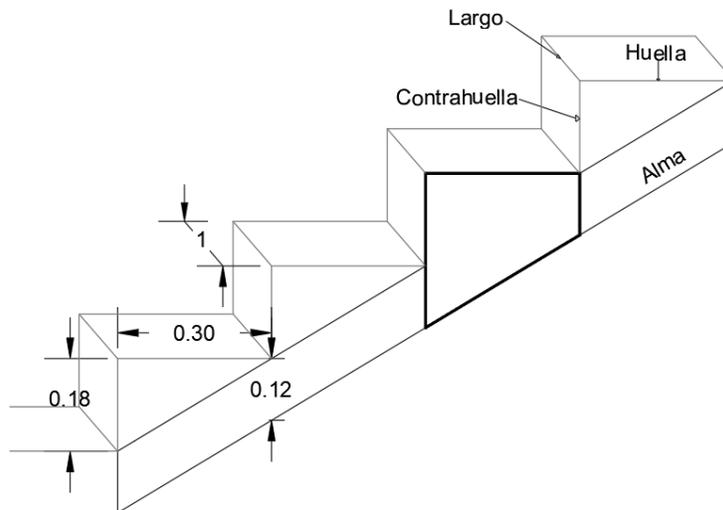
La fórmula parte de la siguiente base:

$$\begin{aligned} \text{Area del trapecio:} &= \frac{\text{lado mayor} + \text{lado menor}}{2} * \text{ancho} \\ &= \frac{(\text{contrahuella} + \text{alma}) + \text{alma}}{2} * \text{ancho} \\ &= \frac{\text{contrahuella} + 2(\text{alma})}{2} * \text{ancho} \end{aligned}$$

El área encontrada se multiplica por el largo y la cantidad de peldaños simétricos, en la Ilustración 3 se encuentra representado a que corresponde cada valor.

Ilustración 3

Dimensiones transversales de peldaño



6.3.2.8 Concreto de losa de contrapiso. Para la losa de contra piso, como se muestra en la Tabla 15, es necesario medir la geometría de la huella de la edificación, para el ejemplo con el que se está trabajando, al ser una casa rectangular solo era necesario ingresar los datos en una sola fila, pero es posible encontrar fachadas con diferentes movimientos que otorgan volúmenes en los cuales hay que medir su área de contacto en la superficie para agregar a la losa de contra piso, o por el contrario, si se encuentran fosas para ascensores, es necesario ingresar las dimensiones de

ellos y colocar una de sus medidas en negativo para realizar la resta en el total del área de la losa de contra piso.

Tabla 15

Área y volumen de losa de contrapiso

<i>LOSA DE CONTRAPISO</i>				
<i>TOTAL</i>			<i>8,184</i>	<i>81,84</i>
<i>ANCHO</i>	<i>LARGO</i>	<i>ESPESOR</i>	<i>M3</i>	<i>M2</i>
<i>8</i>	<i>10,23</i>	<i>0,1</i>	<i>8,184</i>	<i>81,84</i>

6.3.3 Tablas elaboradas para el libro denominado Trabajo-Presupuesto

Este libro está compuesto por diferentes tablas en las cuales se calcula las cantidades de los materiales estructurales y no estructurales faltantes del proyecto, como lo son: la mampostería, revoque, estuco, pintura, puertas, ventanas, dinteles, lagrimales, enchapes, entre otros; por otra parte en estas tablas se encuentra el análisis de precios unitarios (APU) de las actividades a realizar y el presupuesto que reúne la información en todas las tablas empleadas anteriormente, junto con los precios unitarios obtenidos del APU para definir los valores de las actividades a realizar y así obtener el valor de la construcción.

6.3.3.1 Mampostería. En las tablas empleadas para el cálculo de la mampostería, se busca obtener la cantidad de metros cuadrados a instalar en 3 tipos de mampostería; siendo así: el bloque de concreto de 15 cm usado para el sobrecimiento, adobe de 15 cm y adobe de 10 cm. Para la toma de estas medidas solo se requiere el largo y alto del muro como se muestra en la Tabla 16, sin tener en cuenta los vacíos causados por las puertas y ventanas, ya que en el total de metros cuadrados de mampostería se restará el área total encontrada en los cuadros de puertas y ventanas.

Tabla 16*Tabla de mampostería*

MAMPOSTERIA MURO 15 PRIMER NIVEL				
			TOTAL	67,45
UBICACIÓN	LARGO (m)	ALTURA (m)	M2	
HAB. AUXILIAR	6,67	2,35	15,67	
	3,76	2,35	8,84	
	0,70	2,35	1,65	
SALA/COMEDOR	2,00	2,35	4,70	
	5,35	2,35	12,57	
	3,00	2,35	7,05	
	5,35	2,35	12,57	
	4,53	2,35	10,65	
CUERTO ROPAS	4,73	2,35	11,12	
	0,55	2,35	1,29	
	4,65	2,35	10,93	
ESCALAS	3,10	2,35	7,29	

Este ejercicio se repite de igual forma en cada una de las plantas asimétricas; para el ejemplo usado a lo largo del escrito, que cuenta solo con 2 niveles y ambos con una distribución diferente se empleó dos veces el ejercicio anterior.

6.3.3.2 Puertas y ventanas. Las tablas empleadas para el área de las puertas y ventanas se discriminan en número de piso, adicional a esto se debe de indicar el ancho del marco como lo indica la Tabla 17 para así restar el área de las ventanas y puertas correspondiente al muro en el que esté instalado.

Tabla 17*Área de vanos correspondientes a puertas y puertas vidrieras*

PUERTAS - PUERTAS VIDIRERAS					
				TOTAL	19,1
UBICACIÓN	ESPELOR MURO	ANCHO	ALTO	M2	
P1 - M15	15	0,70	2,10	1,47	
P1 - M10	10	0,70	2,10	1,47	
P2 - M15	15	0,80	2,10	1,68	
P3 - M15	15	0,85	2,10	1,79	
PV1 - M10	10	1,20	2,10	2,52	

PV3 - M15	15	4,33	2,35	10,18
-----------	----	------	------	-------

Nota. Para cruzar la información con las tablas de mampostería, se discrimina la medida del vano especificado en esta tabla con el espesor del muro, así realizar la resta al muro con la medida correspondiente.

6.3.3.3 Dinteles y sillares. para el cálculo de los dinteles, se empleó el formato mostrado en la Tabla 18 donde se usa de referencia la medida del ancho de las puertas y ventanas, a esto se suma 30 cm adicionales, los cuales corresponden a los 15 cm que se deben de empotrar estas estructuras a cada lado del muro, y para los sillares solo se aplica esta secuencia a las ventanas ya que las puertas no cuentan con muro en su base, tal como se muestra en la Ilustración 4.

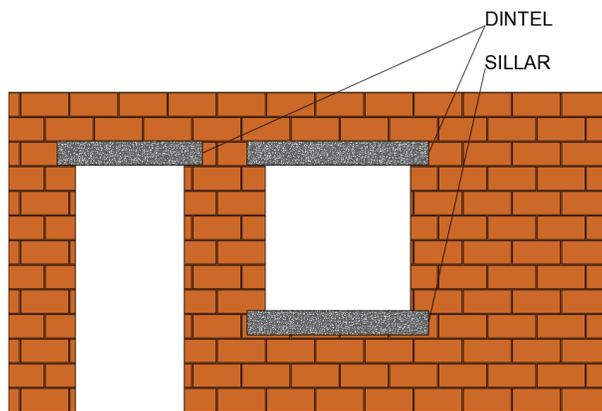
Tabla 18

Tabla para dinteles y sillares

DINTEL Y SILLAR PRIMER NIVEL					
PUERTAS			VENTANAS		
TOTAL	10,38			TOTAL	6,18
UBICACIÓN	ANCHO			UBICACIÓN	ANCHO
P1 - M15	1,00	ML DINTEL	16,56	V1 - M15	1,37
P1 - M10	1,00	ML SILLAR	6,18	V2 - M15	1,74
P2 - M15	1,10			V3 - M15	1,27
P3 - M15	1,15			V4 - M15	1,80
PV1 - M10	1,50				
PV3 - M15	4,63				

Ilustración 4

Ubicación de dintel y sillar



6.3.3.4 Lagrimales. Los lagrimales de este proyecto fueron usados en los muros áticos ya que son los últimos adobes que son instalados, debido a esto queda expuesto su canto superior al aire, para ello se protegen con el lagrimal para evitar que el agua caiga sobre él y se derrame por la superficie del muro, con el lagrimal busca que la gota que caiga separada del muro y también evitar estancamiento en su canto superior para prevenir humedades.

6.3.3.5 Revoque, estuco y pintura interna. Para la medida de estas actividades, se toma como base la sumatoria de los metros cuadrados de toda la mampostería, sin restar los vanos debido a que la realización de los filetes de las puertas y ventanas también tienen un costo adicional, el que se compensa son los metros cuadrados que se dejan de hacer por los vanos. En el revoque y pintura para exterior se toma como punto de partida la sumatoria de los metros cuadrados de mampostería de 15 en este caso, ya que este tipo de muro solo fue usado en el perímetro de la casa, para este caso sí se resta los vanos de las ventanas y de la puerta principal ya que en el revoque interno ya fue pagado el valor de los dinteles.

6.3.3.6 Enchapes. En las tablas para los enchapes se usa el formato usado en la Tabla 19 donde se especifica la localización del enchape y las dimensiones a instalar para calcular sus metros cuadrados.

Tabla 19

Tabla para cálculo de enchape

ENCHAPE			
		TOTAL	16,80
UBICACIÓN	ANCHO (m)	ALTURA (m)	M2
BAÑO AUXI	2,26	1,90	4,29
BAÑO AUXI	0,47	0,60	0,28
CUARTO ROPAS	0,70	0,70	0,49
TURCO	5,23	1,90	9,94
COCINA	3,00	0,60	1,80

6.3.3.7 Mortero. Para el cálculo de los morteros solo es necesario sumar el área encontrada en la losa de contra piso y las losas.

6.3.3.8 En el cálculo del cielo raso solo es necesario agregar las medidas que se instalara en cada piso tal como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20

Tabla de cielos rasos

CIELO FALSO			
	TOTAL	120,00	
	ANCHO	LARGO	AREA
PISO 1	8	13	104,00
PISO 2	8	2	16

6.3.3.9 Guarda escobas. Las tablas para el ingreso de guarda escobas solo tienen dos columnas, una donde ingresan la ubicación, y la otra para el perímetro, estas medidas se obtienen del archivo DWG suministrado por el proyecto, esta medida se mide con una polilínea que cubre los lugares de su instalación, para esta medida no se usó ninguna fórmula adicional.

6.3.3.10 Madera. Los muebles de madera para la cocina, los closets, vestidor y muebles de baño se mide su largo y ancho para obtener los metros cuadrados a fabricar, para los muebles sanitarias como lavamanos, lavadero, duchas y sanitario, se realiza el conteo de cada uno de ellos y se almacena la información.

6.3.3.11 Cubierta. Finalmente, la cubierta del proyecto es medida con respecto a las indicaciones de los planos, donde regularmente es superior a la losa de contrapiso del último nivel para poder cubrir los muros unos centímetros, pero en este caso donde se realizaron muros áticos que traducen en que el muro cubre la cara de la cubierta, quedando retrasada, así usando un sistema de canoa retrasada y las medidas de la actividad de toman largo por ancho del cerramiento del muro ático.

6.3.3.12 Subanálisis. En esta hoja se realiza el cálculo de la mano de obra del proyecto y el valor del concreto, acá se encuentra el valor por día de los trabajadores teniendo en cuenta su salario mensual y todas sus prestaciones sociales correspondientes mensuales y anuales, dividiendo

el costo por el valor de un solo día para sintetizar el precio en un solo valor donde se integra cada uno de sus derechos en un pago diario. Para el caso del concreto, se tiene presente la resistencia del material especificado, con el fin de asignar la cantidad de cemento y material de playa correspondiente, además las herramientas y objetos necesarios para hacer un metro cubico de concreto. En la Tabla 21 vemos el análisis realizado a un ayudante de construcción y en la Tabla 22 el valor por metro cubico de concreto.

Tabla 21

Tabla de subanálisis del ayudante de construcción

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - SUBPRODUCTOS				
DESCRIPCIÓN DEL ITEM			ITEM	UNIDAD
AYUDANTE (Incl. prestaciones)				Día
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT/ REND	VR UNITARIO	VR PARCIAL
AYUDANTE	Mes	0,033333	\$ 1.300.000,00	\$ 43.332,90
AUXILIO DE TRANSPORTE	Mes	0,033333	\$ 162.000,00	\$ 5.399,95
			Subtotal =	\$ 48.732,85
SEGURIDAD SOCIAL:				
SALUD	%S	0,125	\$ 43.332,90	\$ 5.416,61
PENSIÓN	%S	0,16	\$ 43.332,90	\$ 6.933,26
RIESGOS PROFESIONALES	%S	0,0696	\$ 43.332,90	\$ 3.015,97
			Subtotal =	\$ 15.365,85
PRESTACIONES SOCIALES:				
CESANTÍAS	%	0,083333	\$ 48.732,85	\$ 4.061,05
INTERESES DE CESANTÍAS	%	0,0333	\$ 2.819,35	\$ 93,88
VACACIONES	%	0,041667	\$ 43.332,90	\$ 1.805,55
PRIMA LEGAL	%	0,083333	\$ 43.332,90	\$ 3.611,06
			Subtotal =	\$ 9.571,55
APORTES PARAFISCALES:				
CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR	%S	0,04	\$ 43.332,90	\$ 1.733,32
ICBF	%S	0,03	\$ 43.332,90	\$ 1.299,99
SENA	%S	0,02	\$ 43.332,90	\$ 866,66
FIC (Fondo Nacional de Formación Profesional de la Industria de la Construcción)	%S	0,025	\$ 43.332,90	\$ 1.083,32
			Subtotal =	\$ 4.983,28
OTROS:				
DOTACIÓN	Un	0,008333	\$ 156.846,00	\$ 1.307,00
SEGURIDAD INDUSTRIAL	Un	0,008333	\$ 80.584,00	\$ 671,51
			Subtotal =	\$ 1.978,51

**VR COSTO
DIRECTO = \$ 80.632,00**

Tabla 22*Tabla de subanálisis del valor por m³ de concreto con 20.7Mpa*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - SUBPRODUCTOS				
DESCRIPCIÓN DEL ITEM			ITEM	UNIDAD
CONCRETO 20.7 MPa				UNIDAD: m ³
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT/ REND	VR UNITARIO	VR PARCIAL
MATERIALES:				
CEMENTO GRIS	Kg	353,67	\$ 680,00	\$ 240.495,60
ARENA	m ³	0,64	\$ 140.000,00	\$ 89.600,00
TRITURADO DE 3/4"	m ³	0,7	\$ 120.000,00	\$ 84.000,00
AGUA	L	210,43	\$ 46,00	\$ 9.679,78
			Subtotal =	\$ 423.775,38
EQUIPO y HERRAMIENTAS:				
CANECA METÁLICA DE 55 Gal	Un	0,001	\$ 41.074,00	\$ 41,07
MANGUERA PARA AGUA Ø= 1/2" x 50 m	Un	0,001	\$ 46.942,00	\$ 46,94
PALA REDONDA CON CABO	Un	0,0039	\$ 31.685,00	\$ 123,57
BALDE CONSTRUCCIÓN	Un	0,0078	\$ 4.132,00	\$ 32,23
EXTENSIÓN ELÉCTRICA ENCAUCHETADA 3x12 x 10 m	Un	0,001	\$ 46.316,00	\$ 46,32
CONCRETADORA ELÉCTRICA DE 1 SACO	Día	0,22	\$ 57.501,00	\$ 12.650,22
HERRAMIENTA MENOR %	%MO	0,02	\$ 43.786,86	\$ 875,74
			Subtotal =	\$ 13.816,09
MANO de OBRA:				
CUADRILLA 1 OF + 3 AY	Día	0,176	\$ 361.679,00	\$ 63.655,50
			Subtotal =	\$ 63.655,50
			VR UNITARIO =	\$ 501.246,97

6.3.3.13 APU'S PTO. En esta hoja se desarrolla el análisis de precios unitarios del presupuesto de obra, el cual es un análisis que se realiza para estimar los costos de la ejecución de la obra a desarrollar, donde se tiene en cuenta la mano de obra a usar, el rendimiento de la mano de obra, los materiales, las herramientas y la maquinaria (Cuesta & Patiño, 2022).

Este APU se realizó por medio del generador de precios de la construcción de Colombia CYPE, ya que permite obtener los costos de construcción ajustados a los valores del mercado,

adicionalmente facilita la elaboración de documentos de calidad, útil para las distintas fases del ciclo de vida de la construcción (CYPE Ingenieros, s.f.).

Apoyado en esta herramienta y las necesidades de la obra a ejecutar se debe de realizar el análisis de precio de cada actividad planteada anteriormente, como la mampostería, vaciado de zapatas, excavación, etc.

Por otra parte, la plataforma tiene una interfase que permite seleccionar la actividad concreta, separa entre capítulos y subcapítulos, posterior a la elección de la actividad presenta observaciones puntuales de la actividad que se deben de seleccionar para realizar una estimación más precisa a la obra a ejecutar, tal como se observa en la Ilustración 5.

Ilustración 5

Selección de actividad de obra y precisión de dimensiones

The screenshot displays the 'Análisis de precios unitarios' (Unit Price Analysis) software interface. On the left is a navigation tree with categories like 'Obra nueva', 'Rehabilitación', and 'Espacios urbanos'. Under 'Cimentaciones' (Foundations), 'CHH Concretos' (Concrete) is expanded to show 'm³ Concreto para armar en zapatas' (Concrete for reinforcement in foundations). The main panel, titled 'Revisión independiente' (Independent Review), shows configuration options for this activity. It includes a 3D model of a foundation with reinforcement. The configuration options are:

- En zapatas de cimentación** (Selected)
- En zapatas corridas de cimentación
- En zapatas corridas de cimentación de sección en "T" invertida
- Tipo de concreto**:
 - Concreto preparado en obra (Selected)
 - Concreto fabricado en planta
- Fundido** (Casting method):
 - Con medios manuales (Selected)
 - Con balde de pluma grúa
- Clase de exposición ambiental** (Environmental exposure class):
 - Ciclos de congelamiento y deshielo: F0 (Selected)
 - En contacto con suelos o aguas con sulfatos solubles: S0 (Selected)
 - Requiere baja permeabilidad: P0 (Selected)
 - Protección adicional contra la corrosión: C0 (Selected)
- Resistencia (kg/cm²)**:
 - 170
 - 210 (Selected)
 - 240
 - 280
- Tamaño máximo del agregado (mm)**:
 - 12,5 (Selected)
 - 19
 - 25
- Manejabilidad**:
 - Blanda (Selected)
 - Plástica
- Con aditivo hidrófugo**:
 - No (Selected)
 - Sí
- Excesos sobre volumen teórico de concreto (%)**: 10

Nota. Imagen tomada de la página web del Generador de Precios. Colombia CYPE.

Posterior a estas precisiones, la página ofrece un formato descargable en Excel, el cual es utilizado para este subcapítulo, donde contiene el APU de las demás actividades, esta es ajustable en valores y formas, tal como se observa en la Tabla 23.

Tabla 23

Tabla resumen de presupuesto

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM		ÍTEM	UNIDAD	
SOLADO DE LIMPIEZA. Suministro, transporte y colocación de concreto de limpieza de 14 MPa, E=5 cm. Hecho en obra que se aplica al fondo de las excavaciones con el fin de proteger, emparejar y mantener limpias las superficies del piso de cimentación de cualquier tipo de contaminación o la alteración de las condiciones iniciales del terreno.		3,1	m2	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT/ REND	VR UNITARIO	VR PARCIAL
MATERIALES:				
CONCRETO 17.2 MPa	m3	0,06	\$ 470.980,65	\$ 28.258,84
			Subtotal =	\$ 28.258,84
EQUIPO y HERRAMIENTAS:				
CARRETA BUGGIE	Un	0,0006	\$ 164.295,00	\$ 98,58
PALA REDONDA CON CABO	Un	0,0006	\$ 31.685,00	\$ 19,01
PALUSTRE	Un	0,0006	\$ 10.562,00	\$ 6,34
HERRAMIENTA MENOR %	%MO	0,02	\$ 8.431,41	\$ 168,63
			Subtotal =	\$ 292,55
TRANSPORTES:				
			Subtotal =	\$ 0,00
MANO de OBRA:				
CUADRILLA 1 OF + 2 AY	Día	0,03	\$ 281.047,00	\$ 8.431,41
			Subtotal =	\$ 8.431,41
			VR COSTO DIRECTO =	\$ 36.983,00

Nota. Ejemplo de formato de tabla usada en el desarrollo del trabajo.

Cada una de las tablas son agregadas una tras otra en secuencia cronológica de la ejecución de la obra, otorgándole una nomenclatura en la casilla de ítem, donde el número entero representa el número del capítulo y el decimal el subcapítulo.

6.3.3.14 Presupuesto. Esta hoja es el aglomerado de todas las demás hojas realizadas hasta el momento, en esta, se realiza una tabla donde se desglosa cada capítulo necesario para tener el proyecto final, y en cada uno de estos capítulos se desprende el subcapítulo necesario para realizar la actividad completa, estas actividades se describen y se les da una unidad de medida y se multiplica la cantidad de la actividad o material por su valor unitario, donde vinculan a los cálculos previos como se observa en la Ilustración 6.

Ilustración 6

Presupuesto de obra

PRESUPUESTO CASA UNIFAMILIAR URBANIZACION EL SERENO LOTE 22					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNIT	V/TOTAL
3	ESTRUCTURA				
3,1	SOLADO DE LIMPIEZA. Suministro, transporte y colocación de concreto de limpieza de 14 MPa, E=5 cm. Hecho en obra que se aplica al fondo de las excavaciones con el fin de proteger, emparejar y mantener limpias las superficies del piso de cimentación de cualquier tipo de contaminación ó la alteración de las condiciones iniciales del terreno.	m ²	0,00	\$ 36.983,00	\$ -
3,2	CONCRETO ZAPATAS. Concreto de 21 MPa para zapatas de fundación. Incluye mano de obra, vibrado, formaleta. No incluye refuerzo. Según especificaciones	m ³	9,26	\$ 666.809,00	\$ 6.175.318,15
3,3	CONCRETO de concr: dimension="C:\Users\USUARIO\OneDrive\Escritorio\trabajo de grado\[Trabajo-EXCAVACIONES, LLENOS Y CONCRETO.xlsx]CONCRETO VF"!\$H\$3 preparac encofrad				
3,4	CONCRETO COLUMNAS. Concreto de 21 MPa para columnas de 40x40 cm, acabado a la vista. Incluye mano de obra, vibrado, formaleta, transporte y colocación de concreto y andamiaje donde sea necesario. No incluye refuerzo. Según especificaciones	ml	45,30	\$ 160.508,00	\$ 7.271.012,40

Nota. La ilustración muestra cómo se relaciona la casilla con el archivo correspondiente al que tiene el valor buscado, en este caso se ejemplifica con la cantidad de concreto necesario para las vigas de fundación, de igual manera se realiza la interrelación de la casilla correspondiente al V/UNIT (valor unitario) el cual se obtiene desde la hoja de APU'S.

6.3.3.15 Resumen. Esta hoja muestra el presupuesto de forma sintetizada donde los subcapítulos son ocultos, dejando a la vista solo los capítulos principales y al finalizar se adiciona al valor total un 15% por gastos administrativos, y se aplica el IVA del 19% al 5% de la utilidad correspondiente, luego el valor total del presupuesto es la suma de cada uno de estos parámetros tal como se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24*Tabla resumen de presupuesto*

PRESUPUESTO GENERAL			
1	PRELIMINARES	\$	4.202.689,46
2	CIMENTACIONES	\$	8.275.034,71
3	ESTRUCTURA	\$	67.670.392,33
4	ACERO DE REFUERZO	\$	1.950.034,24
5	MAMPOSTERIA	\$	42.027.340,40
6	PINTURAS Y ENCHAPES	\$	35.188.267,34
7	PISOS	\$	47.813.363,27
8	CARPINTERIA	\$	93.540.600,00
9	MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS	\$	7.421.024,00
10	CUBIERTA	\$	22.121.106,40
11	RED HIDROSANITARIA	\$	15.000.000,00
12	RED ELECTRICA	\$	18.300.000,00
13	RED DE GAS	\$	3.000.000,00
TOTAL		\$	366.509.852,14
ADMINISTRACION 15%		\$	57.301.477,82
UTILIDADES 5%		\$	19.100.492,61
IVA 19% SOBRE UTILIDADES		\$	3.629.093,60
TOTAL, PRESUPUESTO		\$	462.040.916,16
AREA DE CONSTRUCCION M2			199,10
VALOR POR M2		\$	2.320.391,10

6.3.4 Tablas elaboradas para el libro denominado Trabajo-CRONOGRAMA-ejemplo sereno

Este libro se enfoca en el componente final del trabajo, crear la interoperabilidad del cronograma realizado bajo el formato de diagrama de Gantt y la alimentación diaria de una bitácora escrita por medios electrónicos, para poder representar los avances plasmados en la bitácora en la interfaz del cronograma, para así evaluar de manera fácil y directa el avance de obra con los tiempos

dispuestos en un inicio y tener un panorama amplio para la toma de decisiones para corregir los retrasos.

6.3.4.1 Cronograma. Esta hoja está basada en el formato de Gantt para disponer en orden cronológico las actividades a realizar, proporcionándoles una duración en días, un predecesor y un porcentaje de avance del predecesor para iniciar a cada actividad.

Para iniciar con su elaboración solo es necesario darle la fecha de inicio a la primera actividad y la duración correspondiente a cada una, ya que, con el orden de precedencia y porcentaje de avance de esta, se autocompletará la fecha de inicio y finalización de cada una de ellas, en el conteo de estas fechas no se tendrá en cuenta los fines de semana y festivos para así proporcionar un cronograma ajustado a las condiciones temporales y contar los días que tarda la actividad como día hábil.

En la Ilustración 77 se observa el formato del cronograma donde las casillas coloreadas indican los días para los cuales está planeado realizar la tarea, el color rojo marca la duración completa del proyecto, mientras el color verde la duración del capítulo y finalmente el color naranja muestra la duración de cada subcapítulo.

Ilustración 7

Cronograma de obra

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES FINCA LOTE 22 PARC. SERENO							23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	29-mar	30-mar	31-mar	1-abr	2-abr	3-abr	4-abr	5-abr	6-abr	7-abr	8-abr	9-abr	10-abr
TYPE	NOMBRE	DURACIÓN (días)	F. INICIO	F. FIN	PRECEDENCIA																				
PRY	FINCA LOTE 22	70	23-mar	15-jul																					
CAP-1	PRELIMINARES	2	23-mar	27-mar	CAP/SUB %																				
SUB-1,1	Remarcar	1	23-mar	26-mar	N/A																				
SUB-1,2	Descapote	1	26-mar	27-mar	SUB-1,1 100%																				
CAP-2	CIMENTACIONES	9	27-mar	10-abr																					
SUB-2,1	Excavaciones	5	27-mar	5-abr	SUB-1,2 100%																				
SUB-2,2	Parrillas	3	3-abr	8-abr	SUB-2,1 70%																				
SUB-2,3	Encofrado	2	4-abr	8-abr	SUB-2,2 40%																				
SUB-2,4	Vaciado	2	8-abr	10-abr	SUB-2,3 100%																				
CAP-3	VIGAS DE FUNDACIÓN	5	9-abr	15-abr																					
SUB-3,1	Excavación	2	9-abr	11-abr	SUB-2,4 50%																				
SUB-3,2	Acero	3	10-abr	15-abr	SUB-3,1 50%																				
SUB-3,3	Vaciado	2	11-abr	15-abr	SUB-3,2 50%																				

6.3.4.2 Bitácora. Finalizando con el ultimo archivo creado, se encuentra la bitácora por medio magnético, esta hoja consiste en realizar las anotaciones diarias de los avances en la

actividad correspondiente, siguiendo el orden de los subcapítulos planteados en el cronograma además de otorgar casillas de observaciones para proporcionar información más detallada de su realización.

El funcionamiento de la bitácora consiste en ingresar las cantidades avanzadas en cada una de las tareas presentadas, la fecha se pone automáticamente y además se hace un resumen de la bitácora con las cantidades acumuladas de cada tarea, así como se observa en la Ilustración 8.

Ilustración 8

Formato de introducción de información de la bitácora diaria

GUARDAR DATOS		LIMPIAR HOJA		CANT.ACUM.	FECHA INI.	FECHA FIN.
FECHA	CAP-1	FINCA LOTE 22 PRELIMINARES	CANT	OBSERVACIÓN	PROYECTO	0/01/1900
18/05/2024	SUB-1,1	Remarcar			0	0/01/1900
18/05/2024	SUB-1,2	Descapote			0	
					0	
18/05/2024	CAP-2	CIMENTACIONES			0	0/01/1900
18/05/2024	SUB-2,1	Excavaciones CIMENTACIONES			0	
18/05/2024	SUB-2,2	Parrillas CIMENTACIONES			0	
18/05/2024	SUB-2,3	Encofrado CIMENTACIONES			0	
18/05/2024	SUB-2,4	Vaciado CIMENTACIONES			0	
					0	
18/05/2024	CAP-3	VIGAS DE FUNDACIÓN			0	0/01/1900
18/05/2024	SUB-3,1	Excavación VIGAS DE FUNDACIÓN			0	
18/05/2024	SUB-3,2	Acero VIGAS DE FUNDACIÓN			0	
18/05/2024	SUB-3,3	Vaciado VIGAS DE FUNDACIÓN			0	
					0	
18/05/2024	CAP-4	LOSA DE CONTRAPISO			0	0/01/1900
18/05/2024	SUB-4,1	Nivelación			0	
18/05/2024	SUB-4,2	Encofrado y amarre de acero			0	
18/05/2024	SUB-4,3	Vaciado			0	
					0	
18/05/2024	CAP-5	COLUMNAS 1ER TRAMO			0	0/01/1900
18/05/2024	SUB-5,1	Acero			0	

Nota. El formato cuenta con 2 macros asignadas a los botones visibles de color gris ubicado en la cabecera de la tabla, estos botones funcionan para guardar la información suministrada en una lista que recopila toda la información y el segundo botón para dejar la hoja de ingreso de información en blanco.

Esta tabla brinda la posibilidad de representar la información suministrada de avance de obra directamente en el cronograma, consiste en representar en el diagrama de Gantt los días en los que realmente se ejecutó la actividad planeada, debido a que la planeación de las actividades por más rigurosas que sean puede existir incidentes que ocasionan retrasos, o los trabajadores presentar un mayor rendimiento esperado y así ir por delante de los tiempos estipulados siendo

estos los datos que se buscan visualizar con facilidad en el cronograma para ayudar en la toma de decisiones y mejorar los avances.

Finalmente, en la Tabla 25 se almacenan todos los datos suministrados en la plantilla anterior para tener el control y la posibilidad de dar un seguimiento con líneas de tiempo a las tareas realizadas.

Tabla 25

Registro de bitácora

FECHA	CAP/SUB	NOMBRE	CANT	OBSERVACIÓN
1/01/2024	SUB-1,1	Remarcar	15	Se iniciaron labores sin percances
2/01/2024	SUB-1,2	Descapote	15	Finalizando el día se rompió una pala
2/01/2024	SUB-1,1	Remarcar	15	
3/01/2024	SUB-2,1	Excavaciones CIMENTACIONES	50	
3/01/2024	SUB-1,2	Descapote	15	
8/01/2024	SUB-2,2	Parrillas CIMENTACIONES	1	No llegó el suficiente alambre para continuar amarrando las parrillas
9/01/2024	SUB-2,1	Excavaciones CIMENTACIONES	50	
9/01/2024	SUB-2,2	Parrillas CIMENTACIONES	4	
10/01/2024	SUB-2,3	Encofrado CIMENTACIONES	4	
12/01/2024	SUB-2,4	Vaciado CIMENTACIONES	4	
15/01/2024	SUB-2,3	Encofrado CIMENTACIONES	4	
16/01/2024	SUB-2,4	Vaciado CIMENTACIONES	4	

Nota. Ejemplo de datos suministrados en bitácora

El ejemplo anterior alimentaría los campos de cantidades acumuladas y fechas de inicio y final, tal como se observa en la Ilustración 9, estos son los datos que servirán de base para alimentar el sombreado de las casillas en el cronograma para visualizar cual fue el tiempo empleado para realizar por completo las actividades, tal como lo ejemplifica la Ilustración 1010.

7 Discusión

Los resultados del presente trabajo permiten tener el formato con el cual es posible desarrollar el presupuesto para diferentes tipos de obra, ya que se abordó desde etapas preliminares de una construcción hasta su finalización en obra blanca.

Estos resultados fueron diseñados específicamente para las necesidades de PROTUCOL S.A.S resolviendo la dependencia de un tercero que realizara estas tareas, además de que, al poderlo realizar bajo este formato expuesto, les facilita la interacción, adaptación a diferentes escenarios y magnitudes de obra por la versatilidad que presta la plataforma de Excel.

Estas plantillas realizadas para la elaboración del presupuesto tienen como condición actualizar los vínculos de las casillas de los APU'S con la hoja de presupuesto, debido a que, en la elaboración del análisis de precios unitarios del nuevo proyecto, las posiciones de las casillas anteriormente seleccionadas pueden variar y será necesario hacer las correcciones.

Loa resultados obtenidos cuentan con una larga lista de archivos en Excel los cuales ayudan a formular el proyecto a ejecutar, para proporcionar la información solicitada es imprescindible tener los planos con los que se va a realizar el trabajo, ya que cualquier cambio que no esté contemplado en los planos previo a sus medidas puede alterar le precisión de los resultados.

Para el caso de la bitácora tenemos un condicionante que puede afectar su versatilidad en obra, y es la dependencia de un equipo, ya que tradicionalmente se lleva los reportes diarios en una agenda, donde es fácil de transportar por todo el lugar de trabajo y no tiene problemas con la necesidad de estar conectada a una fuente de energía lo ha convertido en el registro por excelencia, este problema podría ser subsanado con el uso del archivo con la app Excel para móviles, pero tenemos aun la limitante que en celulares no se pueden ejecutar las macros creadas en la hoja, por lo que exige al usuario introducir la información en un computador, lo que lo vuelve un poco menos versátil en obra.

8 Conclusiones

En el diagnóstico general se encuentra que la empresa estaba realizando un seguimiento con su bitácora diaria de buena manera, apoyados en sus colaboradores encargados de su área específica, la dificultad principal que se logra identificar es el error antrópico implícito en este transporte de información a través del personal, actividad que se puede solucionar realizando la recopilación de la información directamente en el formato propuesto.

El aglomerado de archivos propuestos hacia la empresa son una herramienta clave para la elaboración autónoma de presupuestos y cronogramas, lo cual demuestra que puede aumentar la eficacia en su ejecución lo que ayuda a la optimización en la gestión de proyectos inmobiliarios. La interoperabilidad del cronograma y bitácora permite a la empresa mejorar su eficiencia, productividad y competitividad. Esta iniciativa es un ejemplo de cómo la adopción de soluciones innovadoras puede transformar positivamente el sector de la construcción, para este caso a una MiPymes.

El programa al estar elaborado con macros limita su fácil uso en dispositivos móviles, por restricciones que tiene Microsoft Excel, lo que impide una mayor maniobrabilidad en la obra, pero puede ser algo corregido a futuro para lograr realizar de esta aplicación un sustituto ideal del lápiz y papel en la obra.

Referencias

- Acosta, N. (2021). Estrategias de control y seguimiento técnico en obra bajo la metodología pmi y la filosofía lean construcción; caso de estudio: compañía d.r. construcciones. Bogotá d.c. Universidad Católica de Colombia.
- Ardila, J. Arias, Y. (2017) Estudio de prefactibilidad para la creación de una sucursal de la inmobiliaria Ardila Gómez propiedad raíz en el oriente antioqueño cercano [Tesis de grado de especialización en gerencia de proyectos, Institución Universitaria Esumer facultad de estudios empresariales y de mercadeo]. Repositorio Institucional – Instituto Universitario Esumer.
- Arias Romero, D. A. (2023). Definición e implementación de dashboard para el seguimiento y control de las obras civiles viales en la ciudad de Bogotá [Pasantías de grado para optar al título de Ingeniero Civil]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad La Gran Colombia:
https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/7854/Arias_Diego_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barajas, M. & Villamizar, J. (16 de julio de 2013). Repositorio UPB. Obtenido de Manual para la elaboración de informes de interventoría: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/655>.
- Beltrán, N. & Suárez, Y. (2015). Instructivo técnico para la reparación de zapatas en concreto con acero de refuerzo expuesto. Repositorio Universidad distrital Francisco Jose de Caldas.
- Cámara chilena de la construcción. (julio de 2018). Comité de contratistas generales grupo de trabajo tecnología y gestión. Obtenido de:
<https://es.scribd.com/document/404177386/Buenas-Practicas-Planificacion>
- Calderón, R. (1 de Junio de 1995). El control de costos y sus ventajas en una empresa constructora. Ciencia E Ingeniería Neogranadina, 3, 73–78. Obtenido de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1569/1321>
- Cuesta, L. & Patiño, H. (23 de Junio de 2022). ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE UNA OBRA CIVIL. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCaC: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/04f85f51-a24f-4751-b3f4-11609485e1d2/content>
- CYPE Ingenieros, S. (s.f.). Generador de Precios. Colombia. Obtenido de Generador de precios de la construcción. Colombia. CYPE Ingenieros, S.A.: <http://www.colombia.generadordeprecios.info/>
- Decreto 1510 de 2013. (17 de julio de 2013). Por el cual se reglamenta el sistema de compras y contratación pública. D.O. No. 48849.
- Decreto 1077 de 2015. (26 de mayo de 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. D.O. No. 49541.
- Decreto 1082 de 2015. (26 de mayo de 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Planeación Nacional. D.O. No. 49542.

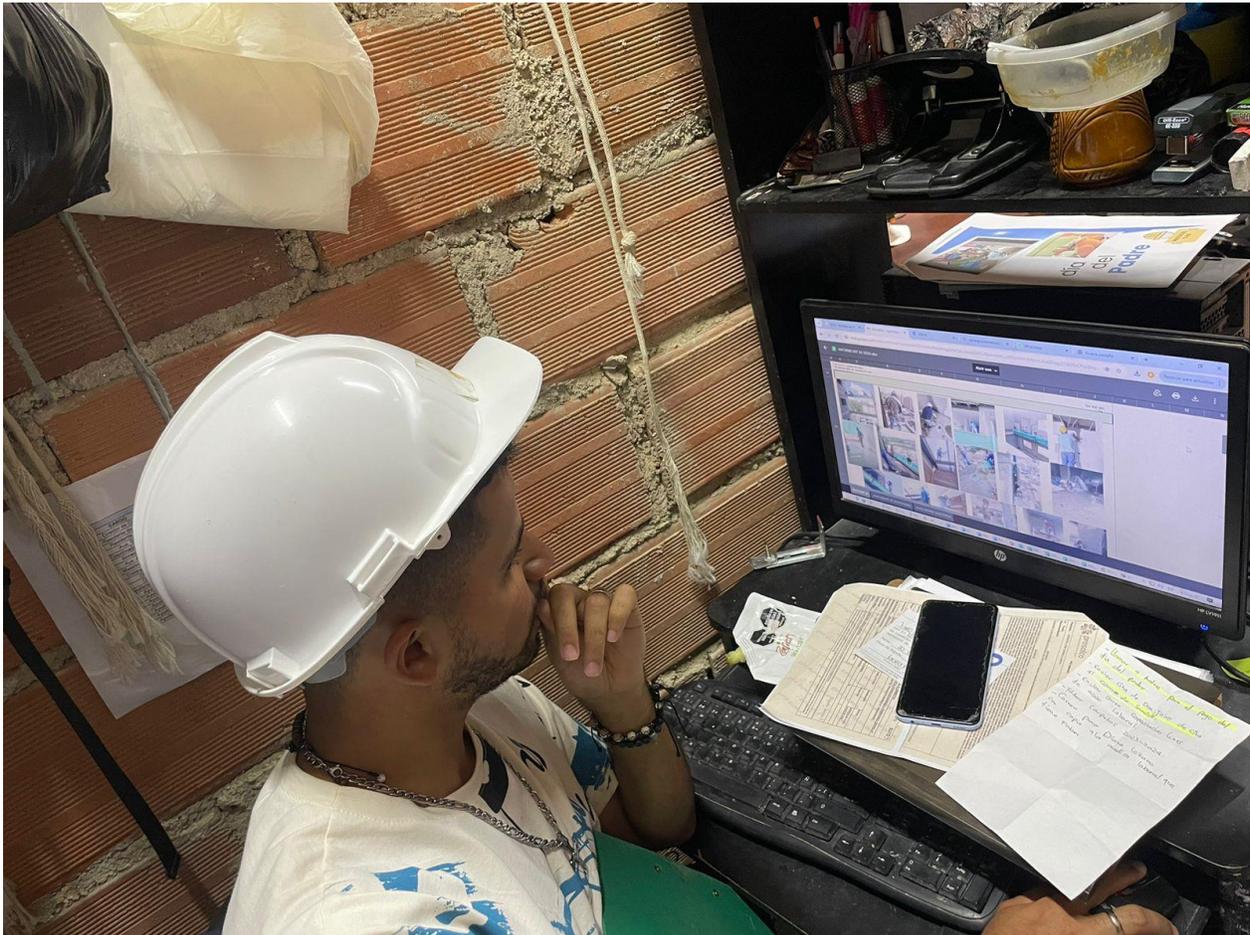
- Decreto 1083 de 2015. (26 de mayo de 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de Función Pública. D.O. No. 49543.
- Esteban, V. M. (2015). Programación, planificación y control de obras de infraestructura civil, en la república de Guatemala. Obtenido de: <https://core.ac.uk/reader/35294070>
- Gómez, L. (2016). Propuesta de un modelo de gestión de proyectos de construcción basado en el PMBOK y la norma ISO 21500. En Tesis de maestría. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- Gutiérrez, L. Salamanca, J. Munévar, D. (2022). Diseño de un modelo integrado en gestión de proyectos basado en estándares internacionales para la empresa Columbus y CIA S.A. Bogotá, Colombia: Universidad EAN.
- Mendoza, S. (agosto de 2023). Diseño de módulo interactivo para la gestión de actas e informes de obra, a partir de datos de las actividades ejecutadas diarias, para el Consorcio Interdiseños Troncal Caracas. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad La Gran Colombia: <https://onx.la/c5d89>
- NAPCAP. (S.F.). Programación de Partidas de obra. Programación de Obras. Universidad Tecnológica de Chile.
- Ley 80 de 1993. (28 de octubre de 1993). Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. D.O. No. 41079.
- Ley 1150 de 2007. (16 de diciembre de 2007). Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos. D.O. No. 46877.
- PROINGED S.A.S. (2024). Quienes somos, Profesionales en Ingeniería y Desarrollo S.A.S. <http://proinged.com/index.php/quienes-somos>
- Roque, G. (2005). Control del portafolio de proyectos: Control de cartera de proyectos. Trabajo presentado en el Congreso Global PMI® 2005—América Latina, Ciudad de Panamá, Panamá. Newtown Square, PA: Instituto de Gestión de Proyectos.
- Ruiz, J. (1995). Presupuesto: enfoque moderno de planeación y control de recursos. Colombia. McGraw Hill. Obtenido de: <https://catedrafinancierags.files.wordpress.com/2015/03/burbano-presupuestos-enfoque-de-gestic3b3n.pdf>
- SoftwareTNS. (2019). Manual de presupuesto de obra. Cúcuta. Recuperado de <https://tns-software.co/manuales/ManualPresupuestodeObra.pdf>
- Taha, G. Badawy, M. El-Nawawi, O. (March de 2016). A Model for Evaluation of Delays in Construction Projects. International Journal of Innovative Research in Science.
- Vargas Villamizar, K. T. (2020). Supervisión y seguimiento a las actividades de acabados y estructura siguiendo la programación de obra del proyecto residencial smart clarisas. Repositorio Institucional de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Zambrano, M. (2021). Programación, Presupuesto y control de obra. Tunja: Universidad Santo Tomas seccional Tunja.

Anexos

Anexo 1

Recopilación de información por parte de los encargados del SST



Nota. En la foto vemos el encargado de la seguridad industrial y seguridad en el trabajo, se encuentra organizando las fotografías tomas para elaborar los informes diarios del seguimiento dado a los colaboradores.

Anexo 2

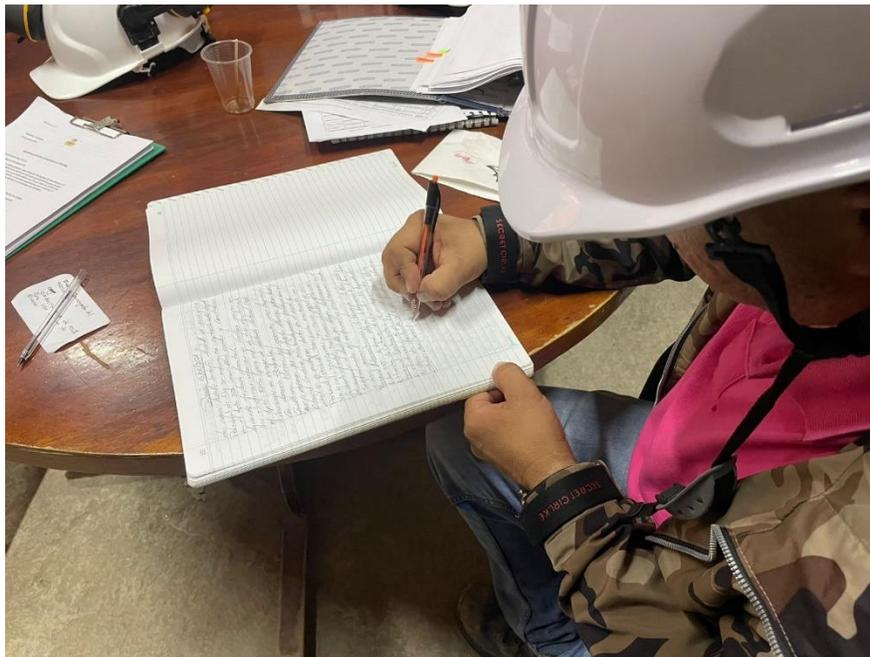
Maestro de obra recopilando información



Nota. Maestro de obra recopilando información de actividades pendientes en cada apartamento, además de estar al tanto de particularidades con los colaboradores.

Anexo 3

Residente de obra ingresando la información en la bitácora



Nota. El residente de obra se encuentra llenando la información recopilada durante el día, apoyado de la información suministrada por el maestro de obra en la bitácora.

Anexo 4

Director de obra desarrollando informe semanal



Nota. Director de obra en Orquídeas del Hato, se encuentra reuniendo la información necesaria para los informes semanales solicitados apoyado por el residente de obra, el maestro y los encargados de la seguridad industrial y seguridad en el trabajo. Estos informes relatan los avances de obra semanales, novedades con los trabajadores y materiales y próximas inversiones.