

# **Diseño de una herramienta de presupuestación de costos de materiales para la Constructora Sáenz.**

# ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

## CONSTANCIA DE PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

### Diseño de una herramienta de presupuestación de costos de materiales para la Constructora Sáenz

Llevado a cabo por el estudiante:

Zúñiga Araya David

Carné: 2014088053

Trabajo Final de Graduación presentado públicamente ante el Tribunal Evaluador el viernes 01 de noviembre de 2024 como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

En fe de lo anterior firman los siguientes integrantes del Tribunal evaluador:

MAURICIO  
ESTEBAN ARAYA  
RODRIGUEZ  
(FIRMA)

Firmado digitalmente por  
MAURICIO ESTEBAN ARAYA  
RODRIGUEZ (FIRMA)  
Fecha: 2024.11.05 00:46:08  
-06'00'

Ing. Mauricio Araya Rodríguez  
Representante Director de Escuela

MILTON ANTONIO  
SANDOVAL QUIROS (FIRMA)

Firmado digitalmente por MILTON  
ANTONIO SANDOVAL QUIROS  
(FIRMA)  
Fecha: 2024.11.01 10:49:24 -06'00'

Ing. Milton Sandoval Quirós, MAE  
Profesor Guía

MIGUEL FRANCISCO  
ARTAVIA  
ALVARADO (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
MIGUEL FRANCISCO ARTAVIA  
ALVARADO (FIRMA)  
Fecha: 2024.11.01 11:08:31  
-06'00'

Ing. Miguel Artavia Alvarado, MAP  
Profesor Lector

MANUEL  
ANTONIO ALLAN  
ZUÑIGA (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
MANUEL ANTONIO ALLAN  
ZUÑIGA (FIRMA)  
Fecha: 2024.11.04 07:35:15  
-06'00'

Ing. Manuel Alán Zúñiga, MBA, MGP  
Profesor Observador

# Resumen

El principal propósito de este proyecto es diseñar una herramienta que permita calcular cantidades de materiales, además de sumar costos de mano de obra y otros gastos de forma global, de manera ágil y eficiente para aumentar la eficiencia en el proceso de presupuestación en la empresa. Para ello, se utiliza el programa de cálculo MS Excel, en el que se desarrollan los cálculos necesarios y se emplea como base de datos para los precios unitarios de materiales según el mercado actual en Costa Rica.

Este sistema se desarrolló por interés de la empresa con el fin de solucionar problemas frecuentes en el proceso de presupuestación, tales como la necesidad de estimaciones rápidas que, de no hacerse por falta de tiempo, conllevan a la pérdida de clientes u oportunidades de negocio.

La herramienta desarrollada busca resultados rápidos, eficientes y precisos. Para verificar su efectividad, se compararon los resultados obtenidos con actividades propias de un proyecto realizado por la empresa, evaluando los métodos actualmente utilizados y comparándolo con el método propuesto. Los resultados demostraron una mejora en la precisión y rapidez de las estimaciones, logrando así cumplir con los objetivos específicos planteados.

Para el desarrollo de la herramienta se identificaron las necesidades específicas de la empresa mediante entrevistas y observaciones, lo que permitió una comprensión detallada del proceso actual. Se estudiaron teorías y prácticas recomendadas por expertos en el campo, integrándolas en la herramienta para asegurar la adopción de métodos efectivos y probados.

Se desarrolló una herramienta en MS Excel con funciones automatizadas, es decir, ya programadas, que agilizan el cálculo de costos y utilizando datos actualizados y estandarizados. Se realizó una validación mediante la aplicación en un proyecto piloto, comprobando su efectividad y precisión comparada con los métodos tradicionales.

Esta herramienta no solo mejora la precisión y rapidez en la elaboración de presupuestos, sino que también pretende estandarizar el proceso, facilitando la colaboración entre los diferentes departamentos y optimizando la gestión de costos en la empresa.

**Palabras clave:**

*Presupuestos, estimación de costos, costos directos, costos indirectos.*

# Abstract

The main purpose of this project is to design a tool that allows calculating quantities of materials, in addition to adding labor costs and other expenses in a global way, in an agile and efficient way to increase the efficiency of the budgeting process in the company. For this purpose, the MS Excel calculation program is used, in which the necessary calculations are developed and used as a database for the unit prices of materials according to the current market in Costa Rica.

This system was developed in the interest of the company in order to solve frequent problems in the budgeting process, such as the need for quick estimates that, if not done due to lack of time, lead to the loss of customers or business opportunities.

The tool developed seeks fast, efficient and accurate results. To verify its effectiveness, the results obtained were compared with activities of a project carried out by the company, evaluating the methods currently used and comparing it with the proposed method. The results showed an improvement in the accuracy and speed of the estimates, thus achieving the specific objectives set.

For the development of the tool, the specific needs of the company were identified through interviews and observations, which allowed a detailed understanding of the current process. Theories and practices recommended by experts in the field were studied and integrated into the tool to ensure the adoption of effective and proven methods.

A tool was developed in MS Excel with automated functions, i.e., already programmed, that streamline the cost calculation and using updated and standardized data. A validation was carried out through the application in a pilot project, proving its effectiveness and accuracy compared to traditional methods.

This tool not only improves accuracy and speed in the preparation of budgets, but also aims to standardize the process, facilitating collaboration between different departments and optimizing cost management in the company.

**Keywords:**

Budgets, cost estimation, direct costs, indirect costs.

# **Diseño de una herramienta de presupuestación de costos de materiales para la Constructora Sáenz.**

DAVID ZÚÑIGA ARAYA

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Noviembre del 2024

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Contenido

|   |    |
|---|----|
| Resumen .....   | 3  |
| Abstract .....  | 4  |
| Resumen ejecutivo .....   | 6  |
| Introducción .....  | 8  |
| Objetivo general .....  | 8  |
| Objetivos específicos.....  | 9  |
| Alcances y limitaciones .....                                     | 9  |
| Capítulo 1: Marco teórico.....                                    | 10 |
| 1.1. Los proyectos y sus procesos .....                           | 10 |
| 1.1.1. Estructura de Desglose del Trabajo (EDT).....              | 12 |
| 1.2. Los presupuestos .....                                       | 13 |
| 1.2.1. Gestión de presupuestos .....                              | 13 |
| 1.2.2. La eficiencia en los presupuestos .....                    | 14 |
| 1.2.3. El presupuestador .....                                    | 14 |
| 1.2.4. Costos indirectos.....                                     | 15 |
| 1.2.5. Costos directos .....                                      | 15 |
| 1.2.6. Costos adicionales .....                                   | 16 |
| 1.2.7. Uso de la herramienta basado en la web .....               | 16 |
| Capítulo 2: Metodología.....                                      | 18 |
| Capítulo 3: Resultados y Análisis .....                           | 22 |
| 3.1. Proceso actual de presupuestación .....                      | 22 |
| 3.1.1. Síntesis de encuestas .....                                | 22 |
| 3.1.2. Análisis del proceso actual.....                           | 23 |
| 3.2. Buenas prácticas de presupuestación.....                     | 25 |
| 3.2.1. Principios clave .....                                     | 25 |
| 3.2.2. Prácticas del PMBOK.....                                   | 25 |
| 3.2.3. Prácticas de presupuestación .....                         | 26 |
| 3.2.4. Comparación con las prácticas actuales de la empresa ..... | 27 |
| 3.2.5. Análisis de las buenas prácticas .....                     | 28 |
| 3.3. Desarrollo de la herramienta de presupuestación .....        | 28 |
| 3.3.1. Estructura general de la herramienta .....                 | 28 |
| 3.3.2. Estructura de la hoja "Materiales" .....                   | 29 |
| 3.3.3. Estructura de la hoja "Cálculo de Materiales" .....        | 32 |
| 3.3.4. Estructura de la hoja "Resultados" .....                   | 34 |
| 3.3.5. Estructura de la hoja "Resumen".....                       | 37 |
| 3.4. Validación de la herramienta.....                            | 38 |
| Conclusiones.....   | 43 |

Recomendaciones ..... 44

Referencias bibliográficas..... 45

Apéndices ..... 47

    Apéndice 1: Entrevista ..... 47

    Apéndice 2: Guía de Usuario ..... 52

        Introducción ..... 52

        Base de Datos ..... 52

        Cálculo de Materiales ..... 55

        Exportación de Datos ..... 58

        Generación y Cierre de Presupuesto ..... 60

        Resumen de Materiales..... 62

# Resumen ejecutivo

Durante los últimos tres años, la Constructora Sáenz ha enfrentado desafíos en la gestión de presupuestos debido a la ausencia de un enfoque estandarizado y eficiente. Cada encargado de presupuestos ha seguido un método individualizado, resultando en una falta de uniformidad y dificultando la comparación y el análisis de la información.

La falta de un proceso efectivo de retroalimentación y la ausencia de una base de datos centralizada para la obtención de cotizaciones han duplicado los esfuerzos y reduciendo así la eficiencia.

El objetivo principal de este proyecto es diseñar una herramienta que permita calcular cantidades de materiales y sus precios de manera ágil y eficiente, mejorando así la eficiencia en el proceso de presupuestación de la empresa.

Este proyecto es relevante tanto para la Escuela de Ingeniería en Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica como para la Constructora Sáenz. Ya que, para la Escuela, el proyecto representa una aplicación práctica de los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera, contribuyendo al desarrollo de herramientas que ayuden a mejorar la gestión de proyectos en la industria de la construcción. Y para la Constructora Sáenz, la herramienta desarrollada optimiza el uso de recursos, facilita la toma de decisiones informadas y mejora la colaboración entre departamentos, beneficiando tanto a la empresa como a sus clientes.

Además, se contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Respecto al ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), fomenta la innovación en los procesos de presupuestación y gestión de proyectos, mejorando la precisión y rapidez en la elaboración de presupuestos, y promoviendo infraestructuras más efectivas y sostenibles.

En cuanto al ODS 12 (Producción y Consumo Responsables), la herramienta optimiza la planificación y control de costos, reduciendo el desperdicio de materiales y recursos, lo que beneficia tanto económicamente como en sostenibilidad ambiental.

Finalmente, para el ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos), facilita la comunicación y colaboración entre departamentos, promoviendo un enfoque integrado y coordinado que mejora la eficiencia interna y la capacidad de colaboración con otras organizaciones, esencial para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible.

La metodología empleada en este proyecto incluyó entrevistas para recolectar datos cualitativos, una revisión bibliográfica para investigar buenas prácticas en la estimación de presupuestos y el desarrollo de la herramienta utilizando MS Excel y VBA.

La validación de la herramienta se realizó mediante la comparación de resultados obtenidos con un presupuesto real de la empresa, evaluando su efectividad y precisión.

Para comprender el proceso actual de estimación de presupuestos en la Constructora Sáenz, se llevaron a cabo entrevistas con los responsables de esta tarea. Se identificaron varias deficiencias clave, como la falta de estandarización en los formatos de presupuestos, la ausencia de un sistema centralizado para la obtención de cotizaciones y la carencia de un proceso efectivo de retroalimentación. Estas situaciones generaban ineficiencias y errores que afectaban la precisión y consistencia de los presupuestos.

Se revisaron teorías y prácticas recomendadas por expertos en el campo de la presupuestación. Las buenas prácticas identificadas incluyen la planificación de la gestión de costos, la estimación precisa mediante técnicas como la estimación análoga y paramétrica, la consolidación de costos en una línea base autorizada y el control continuo de costos utilizando herramientas como el análisis de valor ganado (EVA).

Adoptar estas prácticas mejorará la precisión y eficiencia en la gestión de costos en la Constructora Sáenz.

Se desarrolló una herramienta computacional en MS Excel utilizando Visual Basic para Aplicaciones (VBA), diseñada para automatizar los cálculos de costos y facilitar la elaboración de presupuestos.

La herramienta se compone de varias hojas interconectadas, cada una con un propósito específico: la hoja de Materiales actúa como base de datos centralizada, proporcionando información actualizada sobre precios unitarios, unidades de medida y proveedores; la hoja de Cálculo de Materiales realiza cálculos detallados para determinar las cantidades y costos de los materiales necesarios; y la hoja de Presupuesto consolida toda la información y presenta el presupuesto final de manera clara y organizada.

La herramienta permite una actualización dinámica de datos, estandarización de formatos y una reducción significativa de errores humanos. La interfaz es intuitiva, facilitando su uso incluso para aquellos con conocimientos limitados en software avanzado.

Para validar la efectividad de la herramienta, se aplicó en un proyecto piloto y se compararon los resultados con los presupuestos generados por métodos tradicionales. Los resultados mostraron una mejora significativa en la precisión y rapidez de las estimaciones, logrando una mayor estandarización y eficiencia en el proceso de presupuestación.

La comparación reveló que la nueva herramienta reduce el tiempo necesario para la elaboración de presupuestos y disminuye la probabilidad de errores humanos, facilitando la colaboración entre departamentos. La herramienta no solo optimizó el proceso de presupuestación, sino que también facilitó la colaboración entre departamentos al proporcionar un formato estándar y centralizado.

La implementación de esta herramienta computacional permite a la Constructora Sáenz abordar los problemas identificados en su proceso de presupuestación, mejorando significativamente la eficiencia y precisión en la gestión de presupuestos.

La estandarización del proceso y la centralización de datos optimizan el uso de recursos, proporcionando una base sólida para la mejora continua y la toma de decisiones informadas. Este proyecto contribuye al desarrollo de prácticas más efectivas en la estimación de costos, beneficiando tanto a la empresa como a sus clientes.

La adopción de buenas prácticas y la implementación de una herramienta automatizada en MS Excel con VBA han demostrado ser soluciones efectivas para mejorar la gestión de presupuestos en la Constructora Sáenz.

Los resultados del proyecto piloto validan la eficacia de la herramienta, subrayando su potencial para ser aplicada en futuros proyectos y así optimizar los procesos de estimación de costos en la empresa.

# Introducción

Durante los últimos tres años, la empresa ha enfrentado desafíos en la gestión de presupuestos, ya que cada encargado ha seguido un enfoque individual en la elaboración de presupuestos. Este enfoque se caracteriza por la ausencia de estandarización, donde cada encargado tiene la libertad de diseñar sus presupuestos según sus preferencias, utilizando nomenclaturas y parámetros personales. Esta falta de uniformidad ha llevado a una diversidad considerable en la presentación y estructura de los presupuestos, dificultando la comparación y el análisis coherente de la información.

Adicionalmente, se observa la ausencia de un proceso efectivo de retroalimentación en el manejo de presupuestos. La falta de revisión y análisis de presupuestos anteriores ha creado un vacío en la identificación de causas de fallas y dificulta la oportunidad de aprender lecciones valiosas de proyectos pasados. Esta carencia de retroalimentación impide la mejora continua y la optimización de los procesos presupuestarios.

En cuanto a la obtención de cotizaciones, cada encargado se ve obligado a buscar información en las ferreterías de forma individual. La inexistencia de una base de datos centralizada provoca la duplicación de esfuerzos, ya que cada encargado realiza la misma tarea de búsqueda de cotizaciones, resultando en una utilización ineficiente de recursos y tiempo.

Otro aspecto que contribuye a la complejidad del proceso es la diversidad de formatos utilizados por cada encargado. La falta de estandarización en la presentación y nomenclatura dificulta la búsqueda y recuperación de datos, ya que los términos y categorías se utilizan de manera dispar. Esta falta de homogeneidad en la documentación representa un obstáculo considerable para la eficiencia y la colaboración entre los miembros del equipo.

En resumen, la empresa ha experimentado durante los últimos tres años una gestión descentralizada y poco estructurada de presupuestos, caracterizada por la falta de estandarización, ausencia de retroalimentación, la duplicación de esfuerzos en la búsqueda de cotizaciones y la diversidad en los formatos de presentación. Estos desafíos resaltan la necesidad de implementar una solución que proporcione uniformidad, eficiencia y colaboración en el proceso de elaboración de presupuestos.

Por ello, el autor Arango (2014) menciona que los presupuestos son esenciales en la gestión financiera empresarial, proporcionando un plan detallado de ingresos y gastos para un período definido, lo que permite una visión clara de los recursos disponibles y las áreas prioritarias de inversión.

López (2015) advierte que son cruciales para prevenir gastos excesivos y mitigar riesgos potenciales, como aumentos en los costos de materiales.

En proyectos de construcción, González (2019) destacan dos objetivos fundamentales: anticipar el valor total del proyecto y establecer un sistema de seguimiento eficiente. Para lograr estos objetivos, el presupuesto debe ser sectorizado, preciso, dinámico y ágil, además de permitir un control efectivo en todas las etapas del proyecto.

La herramienta propuesta busca abordar estas limitaciones, ofreciendo una solución eficiente y personalizable que se adapte a las necesidades específicas de la empresa, con ayuda de la herramienta MS Excel, debido a su amplia disponibilidad y capacidad para manejar cálculos complejos.

De seguido se presentan los objetivos de esta investigación:

## Objetivo general

Diseñar un sistema destinado a la optimización de los procesos de presupuestación de costos de materiales, para los proyectos en los que se desarrolla la Constructora Sáenz.

## Objetivos específicos

- Estudiar el proceso actual de presupuestación de costos de materiales, para la comprensión de las necesidades de la empresa.
- Investigar las buenas prácticas en la presupuestación de costos de materiales, para su implementación en el proceso de cálculo.
- Elaborar una herramienta de presupuestación de costos de materiales, para agilizar el proceso de cálculo de presupuestos.
- Validar la herramienta propuesta por medio de la comparación de un proyecto piloto para la verificación de su efectividad.

## Alcances y limitaciones

Este trabajo se enfocó en comprender el proceso actual de estimación de costos de materiales en la empresa, con el fin de identificar sus necesidades específicas.

Se analizaron las buenas prácticas en la estimación de costos de materiales para su aplicación en el proceso de cálculo. Una vez adquirido el conocimiento necesario, se procedió a desarrollar una herramienta de estimación de costos, enfocado en el cálculo de los costos de los materiales, el cual agilizará el proceso de cálculo de presupuestos. Finalmente, se buscó validar la efectividad de la herramienta propuesta mediante su comparación en un proyecto piloto.

El proyecto no incluyó la implementación de la herramienta en múltiples proyectos de la empresa ni la capacitación del personal en su uso, ya que se centró en la creación y validación inicial de la herramienta.

Durante el proyecto, surgieron dificultades para obtener información precisa sobre las condiciones actuales de la empresa por parte de esta y sus colaboradores. Para abordar este desafío, se llevaron a cabo reuniones presenciales, adaptadas a la disponibilidad de los colaboradores.

La recopilación de información aplicable a la empresa también fue limitada. Para superar esta limitación, se buscó apoyo en proyectos de graduación relacionados y se realizó una revisión de libros especializados en presupuestación.

Establecer los requisitos precisos y necesarios para la creación de la herramienta planteó desafíos adicionales. Para mitigar este riesgo, se llevaron a cabo reuniones con los encargados de presupuestos y se definió claramente la herramienta.

Para garantizar la precisión de los resultados, se realizó un análisis de posibles desviaciones entre la herramienta desarrollada y el proyecto piloto y se procuró igualar las condiciones entre ambos sistemas.

# Capítulo 1: Marco teórico

El presente trabajo de investigación comienza con la exposición de los conceptos esenciales que se vinculan estrechamente con los temas centrales de este proyecto. En esta etapa inicial, se establecen los cimientos conceptuales que sustentan la investigación, proporcionando una visión general de los elementos clave que intervienen en el proyecto.

La comprensión de estos fundamentos es crucial para contextualizar adecuadamente los aspectos específicos que serán analizados y discutidos en las secciones subsiguientes.

A través de esta sección, se pretende establecer una base sólida que permita a los lectores adentrarse con confianza en los temas relacionados con el cálculo de costos de materiales, explorando así los aspectos fundamentales en el contexto de nuestro proyecto de investigación.

## 1.1. Los proyectos y sus procesos

La comprensión del concepto de *proyecto* es fundamental para el desarrollo de esta investigación. Según Sarmiento, Correa y Jiménez (2020), un proyecto se define como "un esfuerzo único temporal y creado progresivamente para establecer un producto, servicio o resultado único, el cual se espera que satisfaga los requisitos o beneficios esperados por un grupo de interesados" (p. 22).

Por otro lado, Sánchez, Rodríguez y Rodríguez (2016) sostienen que un proyecto implica un conjunto de acciones y procesos planificados y coordinados con el propósito de alcanzar un objetivo específico.

En el contexto de la construcción, los proyectos se concentran en la construcción de infraestructuras y edificaciones, y requieren la aplicación de conocimientos técnicos y una gestión eficiente de los recursos disponibles.

Los proyectos de construcción pueden dividirse en diversas fases, como la planificación, el diseño, la construcción y el mantenimiento de las infraestructuras. Cada una de estas etapas conlleva procesos específicos y la utilización de herramientas y técnicas particulares para su ejecución.

El Project Management Institute (2018) proporciona una perspectiva más detallada sobre los elementos que componen un proyecto de construcción. Estos elementos abarcan, pero no se limitan a:

- **Objetivos y alcance:** Definición clara de los objetivos y metas del proyecto, así como los límites y alcance del proyecto.
- **Planificación:** Desarrollo de un plan detallado que incluye las fases del proyecto, los recursos necesarios, los plazos, los costos y los riesgos.
- **Diseño:** Desarrollo de diseños técnicos y planos de construcción para la infraestructura a construir.
- **Construcción:** Ejecución de la construcción de la infraestructura de acuerdo con los planos y diseños técnicos.
- **Pruebas y puesta en marcha:** Verificación del correcto funcionamiento de la infraestructura y la realización de las pruebas necesarias antes de la puesta en marcha.
- **Mantenimiento:** Realización de labores de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar la continuidad del correcto funcionamiento de la infraestructura.

Estos elementos representan algunos de los aspectos más destacados que configuran un proyecto en el ámbito de la construcción. Es importante señalar que la naturaleza y la complejidad de estos elementos pueden variar según el tipo de proyecto en cuestión.

En el ámbito de la gestión de proyectos, cada elemento que lo compone se encuentra conformado por una serie de procesos interconectados. Según el Project Management Institute (2018), un proceso se define como "un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas que se llevan a cabo para lograr un objetivo específico dentro del proyecto" (p. 11).

Estos procesos pueden abarcar desde la planificación y diseño hasta la ejecución y supervisión de tareas, todo con el propósito de alcanzar los objetivos establecidos.

En el contexto de la construcción, los procesos pueden variar según el tipo de proyecto, la ubicación geográfica y los recursos disponibles. Sin embargo, es fundamental que estos procesos se planifiquen y ejecuten de manera eficiente y efectiva para alcanzar los objetivos del proyecto. La identificación de procesos es esencial para una gestión eficaz de proyectos.

La gestión de procesos, según Carrasco (2011), implica un enfoque sistemático destinado a identificar, comprender y mejorar el valor agregado de los procesos de la empresa. El propósito principal es alinear los procesos con la estrategia de la organización y mejorar la satisfacción de los clientes. Este enfoque se basa en una visión sistémica que busca aumentar la productividad y ejercer un control efectivo de la gestión, mejorando aspectos clave como el tiempo, la calidad y los costos.

En la práctica, la gestión de procesos abarca la descripción, mejora y, en ocasiones, el rediseño de los procesos organizativos. Estos enfoques no son mutuamente excluyentes, lo que significa que incluso pequeños cambios pueden surgir a través del rediseño, mientras que proyectos de aseguramiento de calidad pueden impulsar cambios más significativos. La documentación y la mejora constante de los procesos son esenciales para mantenerlos actualizados, coherentes y conformes con estándares que aseguren su eficacia.

La documentación de procesos es un objetivo deseable que permite capitalizar el conocimiento organizacional. Esta documentación presenta múltiples ventajas, como la posibilidad de comunicar y enseñar procesos, facilitar la capacitación, proporcionar una visión completa de las actividades, mejorar el control de costos y fortalecer la comunicación y la participación dentro de la organización. También contribuye al trabajo de auditoría de procedimientos, promueve la estandarización y normalización, y aumenta la motivación y la colaboración en equipo.

La mejora continua de procesos es un objetivo constante en organizaciones que fomentan la participación. Una estrategia común para lograr mejoras es el benchmarking, que implica comparar prácticas internas con las mejores del sector para aprender y aplicar mejoras. Aunque esto puede dar lugar a cambios significativos, la mejora de procesos suele centrarse en perfeccionar aspectos bien estudiados, como costos, eficiencia, resultados, tiempo y calidad de atención. Esto suele llevar a cuestionamientos sobre por qué se realizan ciertas actividades y, sobre todo, para qué se hacen. La mejora de procesos a menudo implica la creación de equipos de trabajo y grupos dedicados a la mejora continua, como círculos o comités de calidad.

Por otro lado, el rediseño de procesos tiene como objetivo principal lograr un mayor beneficio, lo que puede implicar cambios significativos en el proceso existente. A menudo, es recomendable no centrarse excesivamente en los detalles del funcionamiento anterior del proceso, sino tener una visión general. Hammer y Champy (1994, citado en Carrasco 2011) sugieren que el equipo encargado del rediseño debe tener una comprensión general del proceso existente, sin necesidad de analizarlo en detalle.

Carrasco (2011) define el rediseño de procesos como la identificación de procesos, variables críticas y valores idealizados que interesan a los clientes, con el objetivo de crear propuestas consistentes, socialmente responsables y alineadas con la misión de la organización.

En resumen, la identificación, gestión, descripción, mejora y rediseño de procesos son elementos cruciales en la gestión eficaz de proyectos y en la búsqueda constante de mejorar la eficiencia, la calidad y la satisfacción del cliente en una organización.

### 1.1.1. Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)

Según Kerzner (2017), la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) es una herramienta fundamental en la gestión de proyectos que descompone un proyecto en componentes más pequeños y manejables, facilitando así su planificación, seguimiento y control. Consiste en una representación jerárquica de las actividades, tareas y entregables que componen un proyecto, organizados en niveles sucesivos de detalle.

La EDT se compone de varios niveles, que van desde el nivel más general hasta el más detallado, reflejando la descomposición gradual del proyecto. Los principales componentes de una EDT incluyen:

- **Fases del Proyecto:** Representan las etapas principales del proyecto, como la planificación, ejecución y cierre.
- **Entregables:** Son los productos tangibles o resultados esperados al final de cada fase o actividad del proyecto.
- **Actividades y Tareas:** Constituyen las acciones específicas necesarias para completar los entregables del proyecto.
- **Subtareas:** Representan las acciones más detalladas y específicas que forman parte de las actividades principales.

La EDT es crucial para el éxito de un proyecto por varias razones:

1. **Claridad en la Planificación:** Permite una comprensión clara de las actividades y entregables del proyecto, facilitando la planificación de recursos y tiempos.
2. **Seguimiento y Control:** Facilita el seguimiento del progreso del proyecto y la identificación temprana de desviaciones, lo que permite tomar acciones correctivas oportunas.
3. **Asignación de Responsabilidades:** Define claramente quién es responsable de qué tarea dentro del proyecto, lo que promueve la rendición de cuentas y la coordinación del equipo.
4. **Comunicación Efectiva:** Proporciona un lenguaje común y una representación visual del proyecto que facilita la comunicación entre los miembros del equipo y partes interesadas.

Según Lledó y Rivarola (2007), la creación de una EDT sigue un proceso sistemático que involucra la colaboración entre los miembros del equipo del proyecto y la utilización de herramientas especializadas de gestión de proyectos, como software de EDT. Algunos de los métodos comunes para desarrollar una EDT incluyen la técnica de descomposición, lluvia de ideas y la revisión de documentos y entregables anteriores.

Una vez que se ha establecido el alcance del proyecto, es esencial definir los elementos o actividades necesarios para alcanzar dicho alcance. Mediante la utilización de la EDT, se fragmentará el proyecto en unidades más pequeñas con el fin de especificar las acciones requeridas, asignar responsabilidades, determinar la duración y estimar los costos asociados.

La EDT descompone el proyecto en entregables más manejables, lo que facilita la identificación de todas las tareas críticas necesarias para cumplir con el alcance del proyecto. Esta subdivisión se realiza de manera progresiva hasta alcanzar el nivel de detalle necesario para respaldar las actividades de planificación, ejecución, control y cierre del proyecto.

## 1.2. Los presupuestos

Los presupuestos constituyen una herramienta esencial en la gestión financiera de cualquier empresa, ya que ofrecen un plan detallado que estipula las estimaciones de ingresos y gastos para un período definido. En este contexto, los presupuestos otorgan a las empresas una visión clara de sus recursos disponibles y las áreas prioritarias de inversión, al mismo tiempo que proporcionan un medio para supervisar el progreso hacia los objetivos en proyectos específicos.

Del Río (2009, citado en Ramírez 2011) explica que la palabra presupuesto se compone de dos palabras latinas: PRE, que significa “antes de” y SUPUESTO, que indica “hecho, formado”, por consiguiente, presupuesto significa “Antes de hecho”.

Como menciona Arango (2014), un presupuesto bien elaborado capacita a las empresas constructoras, para estimar cuánto capital se requerirá en la ejecución de proyectos, es decir, cuándo se necesitará y cómo se utilizará. Esto contribuye a prevenir gastos excesivos y garantizar suficiente capital para la finalización exitosa del proyecto.

Por otro lado, como señala López (2015), los presupuestos también sirven como herramienta para la identificación de riesgos potenciales y la creación de estrategias para mitigarlos. Por ejemplo, si se prevé un aumento en los costos de materiales de construcción, el presupuesto puede incluir una reserva para cubrir estos gastos adicionales.

### 1.2.1. Gestión de presupuestos

En el contexto de proyectos de construcción, es esencial abordar exhaustivamente los elementos financieros y conceptos que conllevan una carga económica significativa. Estos aspectos representan una parte integral del presupuesto.

González (2019) plantea dos objetivos fundamentales en la elaboración de un presupuesto para proyectos de construcción. En primer lugar, el presupuesto tiene la función de anticipar y proporcionar una estimación precisa del valor total del proyecto. Este objetivo permite a las partes interesadas obtener una visión clara de la inversión necesaria desde una fase temprana.

El segundo objetivo, que a menudo se subestima, es el más importante: se trata de planificar un sistema de seguimiento del presupuesto. Este sistema cumple un papel crucial como herramienta de control, ya que proporciona a las partes interesadas información oportuna y eficiente en cada etapa del proceso, permitiéndoles conocer la ubicación precisa del valor del proyecto en cualquier momento.

Para cumplir con los objetivos mencionados, González (2019) destaca que un presupuesto debe poseer ciertas características esenciales:

- **Sectorización:** El presupuesto debe estar sectorizado, lo que significa que debe ser desarrollado en función de las etapas o segmentos del proyecto. Esto permite adaptarse al progreso del proyecto y a las necesidades de control. En el caso de proyectos no sectorizados, se pueden clasificar por etapas de construcción o especialidades.
- **Exactitud:** El presupuesto debe ser preciso, con estimaciones confiables para cada etapa del proyecto. Esta precisión es vital para una gestión efectiva.
- **Dinamismo y Agilidad:** El presupuesto debe ser dinámico y ágil, lo que implica la capacidad de realizar cambios y ajustes de manera rápida y sencilla a medida que surgen nuevas necesidades o cambios en las especificaciones, diseño, programas de obra u otros aspectos.
- **Controlabilidad:** Una de las características más críticas del presupuesto es su capacidad para el control presupuestal. Debe permitir un seguimiento y control efectivos tanto antes como durante el desarrollo del proyecto y hasta su conclusión.

El desarrollo de un presupuesto de construcción implica una serie de etapas, cada una con un enfoque específico en función de la viabilidad del proyecto y su nivel de detalle, según González (2019):

- **Estimativo Preliminar:** En esta primera etapa, se realiza una estimación aproximada del costo del proyecto basada en conocimientos previos y en la naturaleza del terreno. Estas estimaciones pueden ser por metro cuadrado de construcción o según el tipo de edificación propuesta.
- **Presupuesto Preliminar:** Esta etapa se centra en explorar las diferentes pre-factibilidades, especialmente las de índole económica. Para desarrollar este presupuesto preliminar, es necesario detallar el esquema básico arquitectónico, comprender el contexto del proyecto, el mercado, conceptos y valores que afectarán el diseño, así como las especificaciones de materiales y recursos técnicos y económicos.
- **Presupuesto a Nivel de Anteproyecto:** En esta fase, se cuentan con los planos arquitectónicos generales del proyecto, y se elabora el presupuesto con un grado de aproximación aceptable, generalmente no mayor al 10% con relación al presupuesto definitivo de la obra. Es esencial contar con estudios profesionales en áreas como suelos, estructuras, electricidad, hidráulica, mecánica, impacto ambiental, entre otros.
- **Presupuesto Definitivo:** El presupuesto definitivo se establece en base a los planos definitivos y la información técnica precisa. Este es el presupuesto que guiará la ejecución del proyecto.
- **Ajustes Posteriores:** Se pueden realizar ajustes en el presupuesto debido a cambios en el proyecto o a imprevistos que surjan durante la ejecución.
- **Actualizaciones:** Es fundamental mantener el presupuesto actualizado a lo largo del proyecto para controlar los costos y garantizar su viabilidad financiera.

Este enfoque detallado y estructurado en etapas es esencial para la gestión efectiva de los recursos financieros y la viabilidad de los proyectos de construcción.

## 1.2.2. La eficiencia en los presupuestos

La eficiencia, según las Normas ISO-9000 (2007, citado en Alvarado 2023), se define como la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

Para Alvarado (2023), lograr un máximo aprovechamiento de los recursos es crucial para reducir el gasto energético en cualquier proyecto, así como para alcanzar el menor plazo y costo, minimizar el impacto ambiental y mejorar la calidad final. La eficiencia es una capacidad que debe estar presente en todos los niveles del proyecto, involucrando a las personas, los procedimientos administrativos y la maquinaria. Se puede visualizar como el funcionamiento de una banda transportadora de velocidad constante, donde cada tarea debe realizarse en el momento preciso para evitar retrasos o afectaciones en los procesos.

La eficiencia se incrementa con la automatización, el control ambiental, los procedimientos administrativos eficientes, la capacitación del personal y una comunicación clara y oportuna.

En los presupuestos de obras de construcción, se suele aplicar un factor que representa la eficiencia perdida por el personal, aumentando el costo de la mano de obra. Sin embargo, medir la eficiencia es complejo y subjetivo, ya que depende de la correcta implementación de procedimientos administrativos y del personal. Se debe tener cuidado de no duplicar o aumentar este factor con otros factores de corrección, como los imprevistos.

## 1.2.3. El presupuestador

Para Alvarado (2023), el rol del presupuestador es fundamental para la elaboración de un presupuesto de proyecto efectivo. Aunque no necesariamente sea el director del proyecto, debe tener un profundo entendimiento del proceso involucrado, al igual que el director. Su responsabilidad incluye supervisar la estimación presupuestaria y determinar si está completa o si faltan elementos por incluir, además de identificar posibles duplicaciones.

Las empresas constructoras pueden mejorar la precisión de sus presupuestos al contrastar los resultados de estimaciones previas con los costos finales de proyectos similares realizados en la misma zona geográfica. Este análisis permite ajustar los trabajos presupuestarios para obtener resultados más precisos, contribuyendo así a la rentabilidad del proyecto y la competitividad en concursos de licitación.

## 1.2.4. Costos indirectos

Los costos indirectos, según la definición de Burbano Ruiz y Ortiz Gómez (1995, citado en Alvarado 2023), comprenden todos aquellos gastos distintos al consumo de materias primas y la remuneración de la mano de obra directa. Este concepto engloba aspectos como la supervisión, el control de calidad, los repuestos, el mantenimiento, la mano de obra directa implícita en la producción (costos administrativos) y el uso de recursos energéticos.

Alvarado (2023) explica que los costos de la administración central deben abarcar todos los gastos generados por los centros de costos, incluyendo hasta el departamento de presupuestos. Esta suma de gastos se denomina costo indirecto de oficinas centrales (IOC). Los elementos incluidos en el IOC abarcan salarios, cargas sociales, viáticos, suministros de oficina, servicios como electricidad, agua, telefonía, radio frecuencias, alquileres de terrenos, vehículos, oficinas, equipos de cómputo, equipo de fotocopiado, gastos de internet de las oficinas centrales y gastos por participaciones fallidas en contratos.

Es crucial tener cuidado de no incluir al personal contratado temporalmente para cubrir las necesidades administrativas inducidas por el aumento de proyectos en la empresa. Una vez finalizado el proyecto, este personal debe ser retirado de la nómina y sus costos serán considerados dentro de los costos indirectos del proyecto que motivó su contratación. No se incorpora el costo del capital, ya que este se recupera mediante la utilidad aplicada a los proyectos.

Los costos indirectos propios de la obra (IPO) se pueden subdividir en:

- Costos ocasionados por los gastos del personal administrativo que laborará directamente en la obra.
- Costos ocasionados por los gastos administrativos por obras provisionales o relacionados.
- Costos ocasionados por los gastos financieros propios del contrato.
- Costos ocasionados por los gastos de movilización si no existe como renglón de pago.
- Costo por los gastos del equipo de uso misceláneo en obra (tiempo de permanencia en obra, mantenimiento y gastos de operación).
- Gastos relacionados con servicios externos.
- Gastos varios.

## 1.2.5. Costos directos

Burbano Ruiz y Ortiz Gómez (1995, citado en Alvarado 2023) definen los costos directos como: aquellos identificados claramente con una actividad un nivel organizacional o un producto.

Alvarado (2023) explica que el costo directo del proyecto se ve afectado por varios aspectos, como la distribución espacial de la obra, la ubicación de las instalaciones provisionales dentro y fuera del área del proyecto, la proximidad de las fuentes de materiales, las condiciones ambientales (incluyendo suelos, humedad y temperatura), así como por las disposiciones legales y contractuales.

El punto inicial para calcular el costo directo de cualquier proyecto de construcción es definir el plan de distribución de las obras provisionales. Este plan debe seguir una logística que minimice los costos asociados con los movimientos internos de materiales, equipos y mano de obra. Aunque esta tarea puede no abordar todos los aspectos del proyecto de manera óptima, se sugiere aplicar un análisis de Pareto para identificar las actividades más influyentes en los resultados finales del proyecto.

Para Alvarado (2023), el cálculo del costo directo de cualquier elemento se compone de tres partes esenciales: materiales, equipo y mano de obra (MEMO). Es crucial seguir un orden específico al realizar estos cálculos: primero, calcular los materiales, luego el equipo y, por último, la mano de obra necesaria. Al calcular los materiales, se considera la cantidad y el tipo de equipo requerido, así como el personal necesario para manipularlos. Los presupuestos incluyen descripciones detalladas y diagramas explicativos para garantizar una implementación efectiva en el campo. Además, los cálculos deben ser claros y dimensionados correctamente, utilizando unidades físicas y aplicando una metodología "a prueba de errores".

El costo directo se determina según las modalidades de contratación propuestas por el cliente. En contratos de monto alzado, la empresa constructora incluye su utilidad en el precio total, mientras que, en

contratos por precios unitarios, los gastos se dividen en actividades unitarias establecidas por el cliente para facilitar los pagos por avances en las obras.

Otras variantes incluyen contratos por administración, donde el cliente asume los riesgos, y contratos a costo más porcentaje, donde la empresa constructora añade un porcentaje acordado sobre los gastos totales. En ambos casos, el riesgo recae principalmente en el propietario.

## 1.2.6. Costos adicionales

Según Chamoun (2002, citado en Ortega 2020), se identifican tres costos clave adicionales a los costos directos e indirectos en la elaboración de un presupuesto.

En primer lugar, se encuentran los costos por imprevistos, que representan un porcentaje del presupuesto total destinado a cubrir posibles errores, omisiones o situaciones imprevistas durante la ejecución del proyecto. Este componente se revela como vital para hacer frente a condiciones inesperadas inherentes a la complejidad del trabajo.

En segundo lugar, la utilidad, la cual se refiere al beneficio obtenido al culminar el proyecto, determinado como un porcentaje previamente establecido por la empresa constructora.

Por último, los gastos administrativos, que comprenden los costos asociados con la gestión integral del proyecto. Estos gastos, también expresados como un porcentaje, conforman una parte fundamental de los costos directos del presupuesto y son meticulosamente definidos por la empresa constructora.

## 1.2.7. Uso de la herramienta basado en la web

El uso de Microsoft Excel basado en la web a través de plataformas como OneDrive o SharePoint permite que varios usuarios trabajen simultáneamente en un mismo archivo, lo que es fundamental para lograr la estandarización en los procesos de cálculo de costos. Esto es especialmente relevante para una empresa de construcción, donde múltiples colaboradores pueden estar involucrados en la estimación de costos, la actualización de precios de materiales y la generación de presupuestos.

### Funcionalidades clave de Excel basado en la web:

1. **Colaboración en tiempo real:** Al utilizar Excel basado en la web, varios usuarios pueden acceder y trabajar en el mismo documento al mismo tiempo. Esto elimina los problemas de versión duplicada y permite que los cambios sean visibles para todos de manera inmediata, mejorando la precisión y la coordinación entre los departamentos (Microsoft, 2020).
2. **Control de versiones:** Excel basado en la web guarda automáticamente las versiones anteriores del documento, lo que facilita la revisión y restauración de información en caso de que se necesite. Esto asegura que se mantenga un historial de cambios y se pueda rastrear cualquier modificación realizada al presupuesto (Microsoft, 2020).
3. **Accesibilidad desde cualquier lugar:** Los usuarios pueden acceder al documento desde cualquier dispositivo con conexión a internet, ya sea desde la oficina, el sitio de construcción o incluso desde un dispositivo móvil. Esto permite que las actualizaciones de precios y materiales se realicen de manera inmediata, manteniendo siempre la información actualizada (Microsoft, 2021).
4. **Seguridad y permisos:** A través de la configuración de permisos, se puede controlar quién tiene acceso para visualizar o editar el documento. Esto es clave para mantener la integridad del archivo, garantizando que solo las personas autorizadas puedan realizar modificaciones (Microsoft, 2021).

### **Ventajas para la estandarización:**

- 1. Centralización de datos:** Al trabajar con un documento de Excel basado en la web, todos los colaboradores acceden a la misma base de datos de precios de materiales, lo que garantiza que todos los presupuestos se basen en la misma información actualizada y precisa, evitando errores y duplicación de esfuerzos.
- 2. Reducción de errores:** La colaboración en tiempo real evita la confusión de trabajar con múltiples versiones de un archivo. Cada actualización es visible para todos los colaboradores, lo que reduce los errores humanos y asegura que todos trabajen con la misma información.
- 3. Aumento de la eficiencia:** Al tener un solo archivo en la web, se facilita la revisión y aprobación de presupuestos. Los gerentes o supervisores pueden ver los cambios al momento, eliminando la necesidad de intercambiar archivos por correo y agilizando el flujo de trabajo.
- 4. Mejora de la coordinación entre equipos:** Al utilizar una plataforma común, los equipos de presupuestos, compras y gestión pueden colaborar de manera más eficiente. La estandarización de los formatos y nomenclaturas, junto con la accesibilidad en la web, garantiza que todos sigan los mismos procedimientos, mejorando la consistencia y la calidad de los presupuestos.

# Capítulo 2: Metodología

Este Proyecto de Graduación se enfoca en la investigación cualitativa, siguiendo el enfoque propuesto por Hernández y Mendoza (2018). Este enfoque busca comprender los fenómenos desde la perspectiva de los participantes en su ambiente y en relación con el contexto de estudio.

En este proceso, el investigador inicia examinando los hechos y revisando los estudios previos de manera simultánea para generar teorías consistentes con las observaciones.

Recordando siempre que: “la investigación es el descubrimiento y la clasificación cuidadosos de los hechos. Al investigar, se buscan y examinan los aspectos particulares de algo en un intento por aprender sobre los hechos, especialmente en un intento por encontrar una causa.” (Hubbard, 2001, p. 662).

Cada objetivo específico propuesto incluye su propio alcance, fuentes de información, técnicas e instrumentos de recolección de datos. Hernández y Mendoza (2018) señalan que, en la investigación cualitativa, la muestra, la recolección y el análisis se realizan de manera prácticamente simultánea y se influyen mutuamente.

## **Objetivo específico 1: Estudiar el proceso actual de presupuestación de costos de materiales, para la comprensión de las necesidades de la empresa.**

El primer objetivo específico busca analizar el modelo actual de estimación de presupuestos en la empresa. Según Hernández y Mendoza (2018), este objetivo se basa en una inmersión inicial en el campo, donde implica sensibilizarse con el entorno en el cual se lleva a cabo el estudio, identificar informantes que aporten datos y guíen al investigador por el lugar, adentrarse y compenetrarse con la situación de investigación, además de verificar la factibilidad del estudio.

Su alcance se basa en un estudio descriptivo, lo que implica detallar cómo son y se manifiestan los fenómenos. Para Hernández et al. (2010, citado en Ulate & Vargas 2012), el objetivo es describir un fenómeno, situación o contexto, especificando sus propiedades y características.

Sus fuentes de información incluyen: registros internos de la empresa, consultas y testimonios de los colaboradores y encargados.

La técnica e instrumento de recolección utilizadas son las entrevistas, con ayuda de guías de entrevista como método principal para recopilar información. Estas guías se encuentran adjuntas en el apartado de Apéndice 1 de este documento, donde se encuentran tanto las preguntas como las respuestas.

Siguiendo la metodología de Eyssautier de la Mora (2006), se realizaron entrevistas con el objetivo de:

- Identificar y comprender los recursos disponibles en la empresa, incluyendo las herramientas utilizadas para la gestión de presupuestos.
- Analizar las técnicas y métodos empleados actualmente en la gestión de presupuestos, evaluando su rigurosidad y detectando cualquier proceso que haya evolucionado o desaparecido con el tiempo.
- Descubrir las debilidades y oportunidades de mejora percibidas por los responsables del área de presupuestos. Asimismo, se exploraron las recomendaciones y métodos propuestos para mejorar la eficiencia en dichos aspectos.

Las entrevistas, según Eyssautier de la Mora (2006), deben ser estructuradas o dirigidas y deben buscar la obtención de información de primera mano sobre el problema a investigar. Las entrevistas se llevan a cabo mediante reuniones privadas con el encargado de presupuestos de la empresa constructora, buscando conocer el proceso actual de estimación de presupuestos, el nivel de estandarización y retroalimentación con el que cuentan los procesos, entender el proceso de obtención de cotizaciones y conocer los efectos que conlleva la diversidad de formatos y la colaboración entre múltiples encargados.

Para eso se organizan las respuestas de los participantes en tablas para resumir y comparar las diferentes percepciones y opiniones. Se incluirán citas o extractos relevantes de las respuestas para respaldar los hallazgos y enriquecer la presentación de datos. Se realiza un análisis temático para identificar patrones y tendencias emergentes en las respuestas, presentando los hallazgos de manera narrativa con ejemplos específicos.

En el caso de los sujetos de información, se utiliza una muestra dirigida o no probabilística, utilizando como criterio de selección la relevancia del rol y la experiencia, permitiendo perspectivas informadas y detalladas sobre los procesos de presupuestación; por lo que se emplea la muestra por conveniencia, que según Battaglia (2008a, citado en Hernández & Mendoza 2018), estas muestras están formadas por los casos disponibles a los cuales tenemos acceso. En este caso la muestra consiste principalmente por el encargado de los presupuestos dentro de la empresa.

Para este objetivo, se identifica la siguiente categoría:

- **Proceso de estimación de presupuestos:** Se analiza el procedimiento actual empleado por la Constructora Sáenz para estimar los presupuestos de sus proyectos. Las variables que se consideran incluyen el tiempo requerido para la estimación, los recursos humanos involucrados, las herramientas utilizadas y los desafíos identificados en el proceso actual.

Para el análisis de datos se utiliza la técnica de análisis genérico común, descrito por Hernández y Mendoza (2018), donde este proceso recibe datos no estructurados, que van desde observaciones y entrevistas, hasta materiales visuales y auditivos. Sin olvidar que los propósitos de un análisis cualitativo incluyen explorar los datos, imponerles una estructura, describir las experiencias de los participantes, descubrir conceptos y patrones, comprender el contexto, reconstruir historias, vincular resultados con conocimiento previo y generar teorías fundamentadas en los datos.

## **Objetivo específico 2: Investigar las buenas prácticas en la presupuestación de costos de materiales, para su implementación en el proceso de cálculo.**

El segundo objetivo específico se enfoca en investigar las buenas prácticas en la estimación de presupuestos. Esto implica analizar y organizar teorías, investigaciones previas y antecedentes para contextualizar el estudio.

Para Hernández et al. (2010, citado en Ulate & Vargas 2012), el alcance es explicativo, ya que busca establecer las causas de los eventos o fenómenos estudiados, así como las relaciones entre variables.

Las fuentes de información incluyen fuentes primarias como libros, tesis, monografías, artículos de revistas científicas, y fuentes secundarias como libros recopilatorios.

Para las técnicas e instrumentos de recopilación de datos, se utiliza la técnica de investigación documental. Por medio de la revisión bibliográfica, que consiste en examinar y analizar libros, revistas, artículos académicos, tesis, informes técnicos y otros materiales impresos o electrónicos relevantes para el tema de investigación. Dado que este objetivo se centra en un enfoque documental, no implica la selección de sujetos de estudio.

Para eso se resumen los principales hallazgos y conclusiones de cada fuente revisada y se identifican y describen los temas, tendencias y debates clave que emergen de la literatura revisada.

Para este objetivo, se identifica la siguiente categoría:

- **Buenas prácticas en la estimación de presupuestos:** Se investigan los métodos, técnicas y herramientas recomendadas por expertos en la estimación de costos. Las variables incluyen los métodos y técnicas utilizados, las herramientas y software recomendados, y ejemplos de casos de éxito en la implementación de buenas prácticas.

Para el análisis se utiliza la técnica de análisis de contenido, que implica la identificación y examen sistemático del contenido de los documentos. Los productos esperados incluyen la recopilación de información relevante sobre la presupuestación de proyectos constructivos y un análisis de los principales sistemas de presupuestación utilizados en la construcción.

### **Objetivo específico 3: Elaborar una herramienta de presupuestación de costos de materiales, para agilizar el proceso de cálculo de presupuestos.**

El tercer objetivo específico se enfoca en la elaboración de una herramienta de estimación de costos de materiales que permita agilizar el proceso de cálculo de presupuestos en la empresa. La herramienta se desarrolla en MS Excel, utilizando sus capacidades para realizar cálculos automáticos y manejar datos actualizados, con el fin de optimizar el tiempo y la precisión en la presupuestación.

Las fuentes de información incluyen estudios teóricos sobre buenas prácticas en la estimación de costos, libros especializados en la gestión de proyectos, guías de presupuestación y artículos académicos que aportan conocimientos sobre metodologías efectivas en la estimación de costos en el sector de la construcción. Además, se consultan las experiencias internas de la empresa para asegurar que la herramienta sea práctica y aplicable a sus procesos actuales.

En cuanto a las técnicas e instrumentos de recolección de datos, se utilizaron revisiones documentales de fuentes bibliográficas, así como entrevistas estructuradas con los usuarios clave dentro de la empresa. Estos métodos permitieron definir claramente las funcionalidades necesarias para la herramienta, asegurar su facilidad de uso y adaptabilidad, y garantizar que responda a las expectativas de la empresa en cuanto a estandarización y eficiencia.

Este objetivo tiene como resultado una herramienta computacional, de preferencia en el programa MS Excel, debido a que se encuentra en la mayoría de los ordenadores; además de un manual de usuario de dicha herramienta.

Para este objetivo, se identifica la siguiente categoría:

- **Herramienta de estimación de presupuestos:** Se diseña una herramienta específica para optimizar el proceso de estimación de presupuestos en la Constructora Sáenz. Las variables que se miden incluyen las funcionalidades necesarias, como el cálculo automático de costos y la actualización de precios de materiales; la interfaz de usuario, que debe ser sencilla e intuitiva; y la capacidad de la herramienta para adaptarse a diferentes tipos de proyectos.

### **Objetivo específico 4: Validar la herramienta propuesta por medio de la aplicación en un proyecto piloto para la verificación de su efectividad.**

El cuarto y último objetivo se centra en la validación de la herramienta, esto por medio de la comparación con un proyecto ya ejecutado, esperando llegar a un resultado similar.

Para la validación de la herramienta se hacen comparaciones entre el presupuesto realizado en la etapa inicial de estudio y los presupuestos obtenidos con el programa. Esta comparación tiene como objetivo identificar posibles errores del programa y captar las diferencias que puede llegar a tener el sistema antiguo con el nuevo.

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos incluyen la comparación directa entre los presupuestos generados con la herramienta y los métodos tradicionales y la medición del tiempo necesario para generar los presupuestos con ambos métodos.

Para este objetivo, se identifica la siguiente categoría:

- **Validación de la herramienta de estimación de presupuestos:** Se verificará la efectividad de la herramienta propuesta mediante su aplicación en un proyecto piloto, prestando atención a la eficiencia en el proceso de estimación de costos y a la identificación de posibles mejoras o errores. Las variables por medir incluyen la diferencia entre los costos estimados y los costos reales, el tiempo de elaboración de los presupuestos y los errores encontrados en las estimaciones.

Para evitar caer en los mismos errores en ambos sistemas, se procede a comparar con los resultados al finalizar el proyecto, con la finalidad de comparar ambos métodos con los costos reales, permitiendo realizar correcciones en los métodos de cálculo. Sin embargo, esta última comparación está sujeta a que existan registros detallados en la empresa, de no ser así se deberá omitir este último.

# Capítulo 3: Resultados y Análisis

La presente sección tiene como finalidad presentar y analizar los resultados obtenidos en función de cada objetivo específico establecido en la investigación. Cada objetivo específico se abordará de manera individual, detallando los resultados alcanzados y proporcionando un análisis de estos.

## 3.1. Proceso actual de presupuestación

El objetivo busca entender en profundidad cómo se lleva a cabo el proceso de estimación de presupuestos en la Constructora Sáenz. Para ello, se utilizaron entrevistas con cuestionarios estructurados como técnica principal de recolección de datos.

Las entrevistas permiten identificar recursos disponibles, evaluar métodos y detectar áreas de mejora percibidas por los responsables del área de presupuestos.

El análisis de estos datos permite comprender las necesidades específicas de la empresa en términos de estimación de presupuestos, lo que sirve como base para futuras mejoras y optimizaciones en el proceso de gestión de presupuestos.

### 3.1.1. Síntesis de encuestas

Esta encuesta fue realizada el 20 de marzo del 2023, al encargado de Presupuestos y Ejecución de Proyectos, Diego Arauz Badilla, trabajador de la empresa por más de 3 años.

- **Proceso actual de estimación de presupuestos:** el proceso de estimación de presupuestos en la empresa inicia con la revisión de los carteles y las especificaciones técnicas de los proyectos para determinar si la empresa cumple los requisitos. Luego, el señor Diego Arauz inicia la elaboración del presupuesto basándose en listas recientes de materiales y estimaciones de mano de obra y maquinaria. El presupuesto se desglosa por etapas, desde las obras preliminares hasta los acabados y las instalaciones mecánicas y eléctricas.
- **Responsables de la estimación de presupuestos:** los responsables de estimar presupuestos son el señor Diego Arauz y su compañero Ariel Gutiérrez Marín, quien se encarga del Departamento de Ingeniería.
- **Pasos del proceso de estimación:**
  1. Revisión del alcance del proyecto, incluyendo aspectos técnicos, administrativos y legales.
  2. Determinación de la zona del proyecto.
  3. Lectura y análisis de las especificaciones técnicas y planos.
  4. Elaboración del presupuesto utilizando una tabla de referencia.
  5. Obtención de cotizaciones para productos específicos y consolidación de precios.
- **Principales dificultades:** las principales dificultades se centran en la desinformación, como planos mal elaborados o especificaciones técnicas incompletas. Esto puede llevar a la subestimación de costos y a problemas durante la ejecución del proyecto.
- **Oportunidades de mejora:** el señor Diego Arauz destaca la necesidad de agilizar y estandarizar los procesos de estimación. Propone el desarrollo de programas u hojas de cálculo automatizadas que

integren las variaciones de diseño automáticamente, facilitando la elaboración de presupuestos más precisos y consistentes.

- **Estandarización en la elaboración de presupuestos:** no existe una estandarización formal en la empresa. Cada encargado utiliza su propio formato, lo que dificulta la integración y comparación de presupuestos. Sin embargo, se busca una mayor estandarización para facilitar la presentación y el control de costos.
- **Documentación y verificación:** la empresa suele presentar presupuestos detallados, lo que permite el control durante la ejecución del proyecto. Este detalle es fundamental para la verificación y depuración de costos.
- **Causas recurrentes de errores:** los errores recurrentes incluyen descoordinación en las visitas al sitio, mala interpretación de planos, y errores humanos en la transcripción de datos. Estos errores pueden llevar a déficits en los presupuestos.
- **Obtención de cotizaciones:** la empresa tiene proveedores específicos para diferentes materiales, como ferretería Boston para materiales de construcción y IESA para productos eléctricos. Las cotizaciones se gestionan a través del Departamento de Proveeduría, a cargo del colaborador Jorge Vargas Jiménez.
- **Base de datos de proveedores y precios:** actualmente, no existe una base de datos centralizada para almacenar información de proveedores y precios. El señor Diego Arauz sugiere que una base de datos sería útil para todos los encargados de presupuesto, permitiendo una actualización y consulta eficiente de precios.
- **Tiempo y esfuerzo en la búsqueda de cotizaciones:** el tiempo invertido en la búsqueda de cotizaciones depende del plazo disponible para presentar el presupuesto. Para proyectos con plazos cortos, se utilizan cotizaciones antiguas. En proyectos con más tiempo, se cotizan todos los materiales para obtener un escenario real del proyecto.
- **Diversidad de formatos en la presentación de presupuestos:** la diversidad de formatos utilizados por los encargados de presupuesto genera pérdida de tiempo en la unificación y presentación de los datos. Aunque cada encargado tiene su propio formato, se hace un esfuerzo por estandarizar los formatos dentro de la empresa para facilitar la colaboración y eficiencia en la presentación.
- **Estandarización y nomenclatura:** se realizan esfuerzos para estandarizar la presentación y nomenclatura de los presupuestos, especialmente para proyectos de la CCSS. Sin embargo, la diversidad de formatos exigidos por diferentes clientes dificulta una estandarización completa.
- **Impacto en la colaboración:** El señor Diego Arauz indica que la falta de estandarización en los formatos afecta la colaboración entre los miembros del equipo, generando una fase de unificación y por consiguiente pérdida de tiempo. Y sugiere que es necesario coordinarse para utilizar formatos compatibles y eficientes para facilitar la integración de datos.

### 3.1.2. Análisis del proceso actual

Durante la investigación y entrevistas realizadas con el encargado de Presupuestos y Ejecución de Proyectos, Diego Arauz Badilla, se identificaron varias necesidades críticas en el proceso de estimación de presupuestos de la empresa constructora. Estas necesidades se resumen a continuación:

- **Agilización del proceso de presupuestación:** la empresa enfrenta retrasos significativos debido a la naturaleza manual y variada de los métodos de presupuestación utilizados por diferentes encargados. Existe una necesidad urgente de encontrar formas de agilizar este proceso, reduciendo el tiempo necesario para completar las estimaciones.
- **Estandarización de hojas de cálculo:** actualmente, los encargados de presupuestos utilizan diferentes formatos y métodos, lo que dificulta la colaboración y aumenta la probabilidad de errores. Se recomienda que la empresa establezca una política formal que obligue a todos los involucrados en la estimación de presupuestos a utilizar las mismas herramientas y procedimientos. Esto no solo facilitará la colaboración

y comunicación entre los miembros del equipo, sino que también reducirá la posibilidad de errores y garantizará la consistencia en las estimaciones.

- **Automatización de cálculos:** la empresa podría beneficiarse enormemente de un programa que permita ingresar datos específicos de los proyectos y que realice los cálculos de costos de manera automática. Esto reduciría los errores manuales y aseguraría consistencia en las estimaciones.
- **Centralización de información de proveedores y precios:** existe una necesidad de desarrollar una base de datos centralizada que almacene información de proveedores y precios de materiales. Esto facilitaría la búsqueda de cotizaciones y permitiría mantener los precios actualizados, mejorando la precisión de las estimaciones de costos.
- **Reducción de errores humanos:** la empresa necesita reducir los errores humanos en la estimación de presupuestos. Mejorar la precisión de las mediciones y las visitas al sitio es crucial para evitar subestimar o sobrestimar los costos y requerimientos de los proyectos.
- **Documentación y control:** es importante mantener una documentación detallada de los presupuestos para verificar los costos y materiales utilizados durante la ejecución del proyecto. Esto no solo ayuda a llevar un control adecuado, sino que también facilita la revisión y ajustes al finalizar la obra.

El análisis reveló varias debilidades en el proceso existente. Entre las más destacadas se encuentran la falta de estandarización en los formatos de presupuestos, la ausencia de un sistema centralizado para la obtención de cotizaciones y la carencia de un proceso efectivo de retroalimentación que permita aprender de proyectos anteriores.

Las entrevistas permitieron comprender que el proceso actual inicia con la revisión de carteles y especificaciones técnicas de los proyectos. Posteriormente, se elabora el presupuesto basado en listas recientes de materiales y estimaciones de mano de obra y maquinaria. Sin embargo, se detectaron problemas significativos relacionados con la desinformación en planos y especificaciones técnicas incompletas, lo que lleva a subestimaciones de costos y complicaciones durante la ejecución del proyecto.

Para solucionar este problema, se sugiere implementar un proceso de revisión y validación de planos y especificaciones técnicas antes de iniciar la estimación de presupuestos. Esto podría incluir la formación de un equipo de revisión especializado que verifique la exactitud y completitud de la información técnica proporcionada.

El Project Management Body of Knowledge (PMBOK) resalta la importancia de contar con procesos estandarizados y centralizados para mejorar la eficiencia y precisión en la gestión de proyectos. El proceso recomendado para la estimación de presupuestos se describe a continuación:

1. El proceso comienza con la revisión y validación de planos y especificaciones técnicas por un equipo especializado. Esta etapa es crucial para garantizar que toda la información técnica necesaria esté completa y precisa antes de proceder con la estimación del presupuesto.
2. Una vez validados los planos y las especificaciones técnicas, se procede a la recepción de los carteles y demás especificaciones técnicas que han sido aprobadas. Este paso asegura que solo la información verificada se utilice en las siguientes fases del proceso.
3. Los encargados de llevar a cabo este proceso son los miembros del equipo de presupuestos, junto con un equipo de revisión de planos y especificaciones técnicas que participa para asegurar la precisión de la información utilizada.
4. Pasos por seguir:
  - a) Revisión del alcance del proyecto: en esta etapa, se revisan todos los aspectos técnicos, administrativos y legales del proyecto para asegurar una comprensión completa de lo que se requiere.
  - b) Determinación de la zona del proyecto: se identifica la ubicación y las condiciones del sitio donde se llevará a cabo el proyecto. Esto incluye la evaluación de cualquier factor que pueda afectar los costos y la ejecución del proyecto.
  - c) Lectura y análisis de las especificaciones técnicas y planos validados: el equipo se asegura de comprender completamente todas las especificaciones y los planos del proyecto, garantizando que no haya errores o malentendidos que puedan afectar la estimación del presupuesto.
  - d) Elaboración del presupuesto: utilizando una tabla de referencia estandarizada que incluye todos los materiales y costos unitarios, se procede a la elaboración detallada del presupuesto. Este paso

- asegura que todos los componentes del proyecto sean considerados de manera coherente y uniforme.
- e) Obtención de cotizaciones: se obtienen cotizaciones para productos específicos y se consolidan los precios en una base de datos centralizada. Este proceso es gestionado por el Departamento de Proveeduría, lo que garantiza que todas las cotizaciones sean precisas y estén actualizadas.
5. Al final del proceso, se obtiene un presupuesto detallado y validado, listo para ser presentado y utilizado en la gestión del proyecto. Este presupuesto incluye todos los costos estimados y está basado en información precisa y validada.

Este proceso garantiza la estandarización y centralización de la información, alineándose con las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK. Al seguir este enfoque, la Constructora Sáenz puede mejorar significativamente la precisión y la eficiencia en la estimación de presupuestos, asegurando que todos los proyectos se gestionen de manera coherente y efectiva.

## 3.2. Buenas prácticas de presupuestación

El segundo objetivo específico se centra en investigar las buenas prácticas en la estimación de presupuestos. Este análisis implica revisar y organizar teorías e investigaciones previas para contextualizar el estudio de manera integral.

### 3.2.1. Principios clave

Según Solano Brenes (2002), las buenas prácticas en la estimación de costos dentro de un presupuesto incluyen los siguientes principios clave:

1. **Programación adecuada:** El presupuesto debe estar claramente vinculado a los objetivos y actividades del proyecto. Los recursos seleccionados deben ser programados correctamente para garantizar que los costos reflejen de manera precisa las necesidades del proyecto.
2. **Equilibrio presupuestario:** Es fundamental que los ingresos y los gastos estén equilibrados, asegurando que los gastos no excedan los ingresos previstos, lo que permite un control financiero sólido durante todo el ciclo del proyecto.
3. **Universalidad:** El presupuesto debe incluir todos los elementos esenciales del proyecto. Esto asegura que no se omitan componentes relevantes, lo que podría resultar en sobrecostos imprevistos.
4. **Unidad:** Los presupuestos deben elaborarse y ejecutarse utilizando un método uniforme, lo que facilita el control y la comparación de los costos a lo largo del tiempo.
5. **Especificidad:** Cada ingreso y gasto debe estar claramente identificado y detallado, de modo que no existan ambigüedades que puedan afectar la precisión del presupuesto y el control de costos.

Estas prácticas, cuando se aplican correctamente, aseguran que el presupuesto sea una herramienta eficaz de planificación y control, proporcionando una previsión precisa de los costos y ayudando a mantener un equilibrio financiero adecuado durante el proyecto.

### 3.2.2. Prácticas del PMBOK

El Project Management Body of Knowledge (PMBOK), es un estándar reconocido internacionalmente que proporciona directrices, mejores prácticas y herramientas para la gestión de proyectos.

En relación con la creación de presupuestos, el PMBOK ofrece un conjunto de prácticas y procesos diseñados para asegurar una estimación precisa y una gestión efectiva de los costos del proyecto. A

continuación, se presenta un resumen de las prácticas recomendadas por el PMBOK para la creación de presupuestos en una empresa:

- 1. Planificación de la gestión de los costos:** esta sección implica definir cómo se planificarán, estructurarán y controlarán los costos del proyecto. Esto incluye la creación de un plan de gestión de costos que establece políticas, procedimientos y documentación para planificar, gestionar, gastar y controlar los costos del proyecto. Este plan se convierte en una guía que asegura que todas las partes interesadas comprendan cómo se gestionarán los costos y cómo se alinearán con los objetivos del proyecto.
- 2. Estimación de costos:** la estimación de costos es un proceso crítico que involucra el desarrollo de una aproximación a los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. Se recomienda utilizar varias técnicas de estimación, tales como:
  - Estimación Análoga: utiliza datos históricos de proyectos similares para estimar costos.
  - Estimación Paramétrica: usa algoritmos para calcular costos basados en relaciones estadísticas entre datos históricos y otras variables.
  - Estimación Ascendente: calcula los costos de los paquetes de trabajo más pequeños y los suma para obtener una estimación total.
  - Estimación por Tres Valores (PERT): calcula los costos esperados utilizando tres valores estimados (optimista, pesimista y más probable).Es fundamental documentar todas las suposiciones y bases de las estimaciones para futuras referencias y análisis.
- 3. Determinación del presupuesto:** la determinación del presupuesto implica consolidar las estimaciones de costos de las distintas actividades o paquetes de trabajo en una línea base de costos autorizada. Esto incluye la asignación de costos a los elementos del cronograma del proyecto, asegurando que haya fondos disponibles cuando se necesiten. Es esencial incluir reservas de gestión para cubrir riesgos y contingencias imprevistas. La línea base de costos es un componente crucial del plan de gestión del proyecto y se utiliza para monitorear y controlar el desempeño del proyecto.
- 4. Control de costos:** el control de costos es un proceso continuo que asegura que los costos del proyecto se mantengan alineados con el presupuesto aprobado. Las actividades clave incluyen:
  - Monitoreo de los costos del proyecto: comparar el gasto real con la línea base de costos para identificar variaciones.
  - Gestión de cambios en el presupuesto: asegurar que cualquier cambio en el presupuesto se gestione a través de un proceso formal de control de cambios.
  - Análisis de desempeño: utilizar técnicas como el análisis de valor ganado (EVA) para medir el desempeño del proyecto en términos de costo y tiempo.
  - Informes de desempeño: generar informes regulares que proporcionen una visión clara del estado financiero del proyecto a las partes interesadas.
- 5. Herramientas y técnicas adicionales:** el PMBOK también recomienda el uso de diversas herramientas y técnicas para mejorar la precisión y la eficacia en la gestión de los costos del proyecto. Estas incluyen software de gestión de proyectos, hojas de cálculo avanzadas, bases de datos de costos históricos, y simulaciones y análisis de escenarios para evaluar el impacto de posibles riesgos y cambios en el proyecto.

### 3.2.3. Prácticas de presupuestación

Según Sepúlveda Ponce (2006), se pueden extraer varias buenas prácticas en la estimación de costos enfocadas a proyectos de construcción:

- 1. Definición precisa del alcance del proyecto:** El autor subraya la importancia de definir claramente todas las actividades y fases del proyecto antes de iniciar la estimación de costos, lo cual permite obtener un presupuesto detallado y evitar omisiones de elementos clave.

2. **Cubicaciones detalladas:** Una de las mejores prácticas consiste en realizar cubicaciones precisas para determinar las cantidades de obra involucradas en cada partida. Esto permite que las estimaciones de costo sean más exactas, ya que se basa en unidades físicas como metros cuadrados, metros cúbicos, entre otras.
3. **Método de estimación por análisis de costos:** Sepúlveda recomienda desglosar el proyecto en actividades o partidas individuales, medir cada una de ellas y luego calcular los recursos necesarios, como materiales y mano de obra. Este método asegura un mayor nivel de exactitud en la estimación de costos.
4. **Actualización de precios:** El autor hace énfasis en la importancia de mantener actualizados los precios de materiales y mano de obra, basándose en cotizaciones recientes para asegurar que el presupuesto refleje las condiciones actuales del mercado.
5. **Evaluación de subcontratos y cotizaciones:** Se recomienda obtener varias cotizaciones por especialidad, especialmente en subcontratos, y comparar cuidadosamente para asegurar que los costos estén dentro de los márgenes aceptables.
6. **Consideración de gastos generales:** Sepúlveda también sugiere incluir gastos generales directos e indirectos en la estimación, ya que estos no están ligados directamente a partidas específicas, pero son esenciales para la ejecución del proyecto.

Estas prácticas, cuando se aplican correctamente, ayudan a asegurar que los presupuestos sean más precisos y reflejen de manera realista los costos totales de un proyecto de construcción, reduciendo el riesgo de errores significativos que podrían afectar la viabilidad financiera del proyecto.

### 3.2.4. Comparación con las prácticas actuales de la empresa

Las prácticas actuales de la empresa en la creación de presupuestos muestran áreas clave donde se puede mejorar en relación con las recomendaciones del PMBOK:

#### 1. Planificación de la Gestión de Costos:

- Práctica actual: la empresa no parece tener un método formalizado de gestión de costos.
- Mejora sugerida: implementar el método de gestión de costos recomendado por el PMBOK para mejorar la consistencia y claridad en la estimación y control de costos.

#### 2. Estimación de Costos:

- Práctica actual: la empresa utiliza estimaciones basadas en proyectos anteriores y listas de precios recientes.
- Mejora sugerida: implementar técnicas más formales como la estimación paramétrica o la estimación por tres valores para mejorar la precisión.

#### 3. Determinación del Presupuesto:

- Práctica actual: la empresa podría beneficiarse de una mayor estandarización en la consolidación de los costos.
- Mejora sugerida: estandarizar la consolidación de costos y la inclusión de reservas de gestión.

#### 4. Control de Costos:

- Práctica actual: la empresa practica la revisión continua y ajustes según la ejecución del proyecto.
- Mejora sugerida: mejorar mediante el uso de herramientas más sofisticadas como el análisis de valor ganado.

#### 5. Herramientas y Técnicas:

- Práctica actual: la empresa no utiliza una base de datos centralizada para precios y proveedores.
- Mejora sugerida: implementar una base de datos centralizada para mejorar la eficiencia y precisión.

Adoptar las buenas prácticas del PMBOK podría ayudar a la empresa a optimizar sus procesos de estimación y gestión de presupuestos, llevando a una mayor eficiencia y precisión en la gestión financiera de sus proyectos.

### 3.2.5. Análisis de las buenas prácticas

El análisis de las buenas prácticas en la estimación de presupuestos, tomando como referencia principal el PMBOK, revela una serie de técnicas y procesos que, al ser implementados, pueden mejorar significativamente la precisión y eficiencia en la gestión de costos en proyectos de construcción.

La planificación de la gestión de los costos implica definir cómo se planificarán, estructurarán y controlarán los costos del proyecto, lo que proporciona una estructura clara y coherente para todos los aspectos financieros del proyecto. La estimación de costos, utilizando técnicas como la estimación análoga, paramétrica, ascendente y por tres valores (PERT), permite obtener aproximaciones de costos precisas y realistas, considerando diferentes niveles de detalle y variabilidad.

La consolidación de costos en una línea base autorizada asegura que los fondos necesarios estén disponibles en el momento adecuado, permitiendo una planificación financiera robusta y la capacidad de manejar contingencias imprevistas. El control de costos, mediante el monitoreo constante, la gestión de cambios y el análisis de desempeño, asegura que el proyecto se mantenga dentro del presupuesto aprobado, proporcionando herramientas para la toma de decisiones informada y oportuna. La implementación de estas prácticas en la Constructora Sáenz podría mejorar significativamente la precisión y eficiencia en la estimación y gestión de costos de proyectos. Adoptar las buenas prácticas del PMBOK ayudaría a la empresa a optimizar sus procesos, reducir errores y asegurar que los presupuestos reflejen los costos actuales del mercado. Esto no solo mejoraría la gestión financiera, sino que también aumentaría la transparencia y la previsibilidad en la ejecución de los proyectos, contribuyendo al éxito global de la empresa.

## 3.3. Desarrollo de la herramienta de presupuestación

El tercer objetivo específico se enfoca en elaborar una herramienta de estimación de presupuestos, para mejorar y agilizar los procesos que implican el cálculo de los costos de un proyecto.

Este objetivo tiene como resultado una herramienta computacional en el programa MS Excel, utilizando las funciones de Visual Basic para Aplicaciones (VBA). La herramienta ha sido diseñada para ser intuitiva y accesible, permitiendo a los usuarios realizar estimaciones precisas y eficientes sin necesidad de conocimientos avanzados en programación o en el uso de software especializado.

Para una comprensión detallada del funcionamiento y uso de la herramienta desarrollada, se recomienda consultar la Guía de Usuario ubicada en el Apéndice 2 de este documento. Esta guía proporciona instrucciones paso a paso sobre cómo operar la herramienta, incluyendo la configuración de la base de datos, el cálculo de materiales, la exportación de datos y la generación de presupuestos finales. La guía está diseñada para facilitar la adopción y el uso eficiente de la herramienta por parte de los usuarios.

### 3.3.1. Estructura general de la herramienta

La herramienta de estimación de presupuestos está estructurada en varias hojas interconectadas, cada una con un propósito específico para facilitar el proceso de creación y gestión de presupuestos. Las hojas principales son:

- **Hoja de Materiales:** esta hoja cumple la función de base de datos centralizada de materiales, proporcionando información actualizada sobre los precios unitarios, las unidades de medida y el proveedor. Es fundamental mantener actualizados los datos para asegurar que los datos utilizados en los cálculos sean precisos. La actualización de los precios se realiza de forma continua, ya que cada colaborador es responsable de ingresar los precios más recientes que obtiene de los proveedores. Al estar el documento en un banco de datos compartido, cualquier cambio realizado se refleja automáticamente, garantizando que todos los usuarios accedan siempre a la información más actualizada para la elaboración de presupuestos.

- **Hoja de Cálculo de Materiales:** aquí se realizan los cálculos detallados necesarios para determinar las cantidades y costos de los materiales. Esto para las actividades programadas y si no se encuentran programadas, la hoja permite ingresar los materiales y sus cantidades manualmente. Permitiendo la asignación de especificaciones técnicas y agrupa los materiales según su uso en el proyecto
- **Hoja de Presupuesto:** esta hoja actúa como el núcleo de la herramienta, donde se consolida toda la información y se presenta el costo final de materiales de manera clara y organizada. Incluye detalles como la descripción del material, cantidades, unidades, precios unitarios y totales.

La herramienta de estimación de materiales presenta varias funcionalidades clave que mejoran significativamente la eficiencia y precisión del proceso de presupuestación. Una de las características más destacadas es la automatización de cálculos. Gracias a las capacidades de VBA, la herramienta realiza automáticamente todos los cálculos de costos, lo que reduce de manera notable el tiempo necesario para preparar un presupuesto y minimiza los errores humanos. Esto asegura que los datos sean precisos y que el proceso sea más rápido y eficiente.

Además, la herramienta ha sido diseñada con una interfaz de usuario amigable. Su diseño intuitivo facilita la navegación y el uso, incluso para aquellos que no están familiarizados con software avanzado. Las macros y formularios de VBA permiten una interacción fluida y eficiente, haciendo que la experiencia del usuario sea más agradable y productiva.

Otro beneficio importante es la actualización dinámica de datos. Los precios y la información de los materiales se pueden actualizar directamente en la hoja de Materiales. Estos cambios se reflejan automáticamente en todas las estimaciones y cálculos, asegurando que los presupuestos siempre reflejen los costos actuales del mercado.

La estandarización y consistencia son también aspectos clave de la herramienta. Al centralizar y estandarizar los datos y formatos, se garantiza que todos los presupuestos sean consistentes y comparables. Esto no solo mejora la calidad del análisis y la toma de decisiones, sino que también facilita la colaboración entre diferentes departamentos y proyectos.

Finalmente, la herramienta proporciona una sólida capacidad de documentación y control. Genera reportes detallados que documentan todas las etapas del proceso de presupuestación, lo que facilita la auditoría y el control de los proyectos. Esta funcionalidad es crucial para mantener la transparencia y precisión en la gestión de los presupuestos, permitiendo una supervisión efectiva y la capacidad de realizar ajustes precisos basados en los resultados reales del proyecto.

### 3.3.2. Estructura de la hoja "Materiales"

La hoja "Materiales" en la herramienta de estimación de presupuestos está diseñada como una base de datos centralizada que proporciona toda la información relevante sobre los materiales necesarios para los proyectos de construcción. Esta hoja es fundamental para la estructura y funcionalidad de la herramienta, ya que suministra los datos esenciales que se utilizan en otras hojas para calcular y estimar los costos del proyecto. La hoja "Materiales" está compuesta por tres áreas principales, cada una con un propósito específico y funcionalidades distintas que contribuyen al eficiente manejo de la información de los materiales.

1. **Área de ingreso de nuevos materiales:** la primera área de la hoja "Materiales" se dedica al ingreso de nuevos materiales. Esta sección es crucial para la incorporación de materiales que aún no han sido registrados en la base de datos. Aquí, los usuarios pueden introducir el código del material, su nombre y especificación técnica, las unidades de compra, el precio unitario, el proveedor y la fecha en que se actualizó el precio. Este proceso de ingreso asegura que cada nuevo material esté detalladamente documentado con toda la información necesaria para su futura utilización en estimaciones de costos.

El código lo define la empresa, por lo que es importante que los encargados de introducir los materiales tengan un acuerdo previo con los demás encargados de presupuestos. Lo ideal es que utilicen una palabra general que contemple otros materiales con características o uso similar.

En especificaciones técnicas se debe poner el nombre del material con su marca y especificaciones técnicas que permitan ubicarlo con precisión con el proveedor. Diferenciando por este medio los materiales similares, por lo que dimensiones, color, resistencias, condiciones de uso, etc., será importante agregarlas.

En la Tabla 1 se muestra la interfaz para el ingreso de materiales, aquí los usuarios pueden introducir el código del material, su nombre y especificación técnica, las unidades de compra, el precio unitario, el proveedor y la fecha en que se actualizó el precio.

**Tabla 1: Área de ingreso de nuevos materiales.**

The image shows a web form titled "Ingreso de Nuevos Materiales". It consists of six horizontal input fields, each with a blue label on the left and a light gray input area on the right. The labels are: "Código", "Especificación Técnicas:", "Unidad:", "Precio/Unidad:", "Proveedor:", and "Fecha de Actualización:". At the bottom right of the form, there is a gray button with the text "Agregar Material".

Fuente: elaboración propia.

- 2. Base de datos de materiales:** una vez que los materiales han sido ingresados, la información se transfiere a la segunda área, que constituye la base de datos principal. En esta sección, todos los materiales agregados se registran con sus respectivas especificaciones. La base de datos permite la edición de cualquier dato de los materiales, proporcionando una gran flexibilidad para mantener la información actualizada. Además, esta sección facilita la filtración de datos y la búsqueda por texto, permitiendo a los usuarios encontrar rápidamente materiales específicos y revisar o modificar sus detalles según sea necesario. En la Tabla 2 se muestra la interfaz de la base de datos y cómo van ordenados los datos, facilitando así la visualización y administración de la información.

**Tabla 2: Área de base de datos de materiales**

| Código | Especificaciones Técnicas   | Unidad | Precio/Unitario | Proveedor | Fecha de Actualización |
|--------|---|--------|-----------------|-----------|------------------------|
| Acero  | Angular 100x100x6.4mm   | un     | €33 800,00      |           | 30/05/2024             |
| Acero  | Angular 50x50x3.2mm   | un     | €320,00         |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Angular 50X50X6.4mm   | un     | €22 500,00      |           | 30/05/2024             |
| Acero  | Lámina Desplegada Sobre Puesta #1 (3,00mm) x 1.22m x 2.44m Rombo de 25x50mm | un     | €28 000,00      |           | 30/05/2024             |
| Acero  | Lámina Hierro Negro 1/2" (12.7mm) x 1.22x2.44m                              | un     | €180 000,00     |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Lámina Hierro Negro 1/8" (13.2mm) x 1.22x2.44m                              | un     | €45 000,00      |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Lámina Hierro Negro 3/16" (4.8mm) x 1.22x2.44m                              | un     | €70 000,00      |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Lámina Hierro Pulido #18 (1.20mm) x 1.22m x 2.44m                           | un     | €26 000,00      |           | 30/05/2024             |
| Acero  | Perfil C 2x3" RT116 (50x75x1.5mm) x 6m                                      | un     | €9 100,00       |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Perfil C Galvanizado RTG0-16 2x3" (50x70x1.5mm) x 6m                        | un     | €13 100,00      |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Perfil RT 75x50x1.8mm HG  | un     | €13 100,00      |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Tubo Estructural 3x3" (75x75x2.38mm) x 6m                                   | un     | €38 200,00      |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Tubo Estructural 4x4" (100x100x2.38mm) x 6m                                 | un     | €40 500,00      |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Tubo Hierro Galvanizado 1x2" (25x50x1.5mm) x 6m                             | un     | €7 691,00       |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 1x1" (25x25x1.8mm) x 6m              | un     | €11 400,00      |           | 30/05/2024             |
| Acero  | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x1.8mm) x 6m            | un     | €27 300,00      |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x2.38mm) x 6m           | un     | €39 100,00      |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x3.17mm) x 6m           | un     | €40 500,00      |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 6x6" (150x150x2.38mm) x 6m           | un     | €38 200,00      |           | 31/05/2024             |
| Acero  | Tubo Hierro Negro Estructural Rectangular 1x3" (25x75x1.8 mm) x 6 m         | un     | €11 400,00      |           | 30/05/2024             |

Fuente: elaboración propia.

3. **Área de segmentación de datos:** la tercera área de la hoja "Materiales" es un cuadro diseñado para segmentar los datos por código de material. Esta funcionalidad permite a los usuarios seleccionar uno o varios códigos simultáneamente, facilitando la visualización de información específica de los materiales según sus necesidades. Esta segmentación es especialmente útil para gestionar y analizar subconjuntos de materiales de manera eficiente, lo que puede ser crucial para proyectos específicos que requieren un enfoque más detallado en ciertos tipos de materiales. En la Tabla 3 se muestra la interfaz de segmentación de datos por código, destacando cómo los materiales pueden ser filtrados y visualizados de acuerdo con las necesidades del presupuestador.

**Tabla 3: Área de segmentación de datos**

| Código      |                |
|-------------|----------------|
| Acero       | Agregado       |
| Alambre     | Bisagra        |
| Cemento     | Cerradura      |
| Clavos      | Disco de Corte |
| GeoTextil   | Gypsum         |
| Lija        | Madera         |
| Mampostería | Mecánico       |
| Mortero     | Pintura        |
| Repello     | Sanitario      |
| Sellador    | Soldadura      |
| Tornillería | Varilla        |

Fuente: elaboración propia.

La hoja "Materiales" ofrece una serie de funcionalidades y beneficios clave que optimizan la gestión de los materiales necesarios para los proyectos de construcción. Su diseño centralizado y estandarizado reúne la

información de todos los materiales, lo que facilita su actualización y mantenimiento. Al estandarizar los datos, se asegura la consistencia en todas las estimaciones de costos y proyectos, mejorando significativamente la calidad del análisis y la toma de decisiones.

Uno de los principales beneficios es la automatización de precios. La actualización de los precios de los materiales en esta hoja se refleja automáticamente en todas las estimaciones de costos en la herramienta. Esto garantiza que los presupuestos siempre estén basados en los costos actuales del mercado, proporcionando una visión precisa y actualizada de los costos implicados en cada proyecto.

Además, la hoja "Materiales" está diseñada para ser fácil de usar. Su estructura organizada permite una navegación sencilla y una actualización eficiente de los datos. Los usuarios pueden agregar nuevos materiales, editar la información existente y buscar materiales específicos de manera rápida y sin complicaciones. Esta facilidad de uso es esencial para mantener la base de datos actualizada y precisa.

La hoja también proporciona un alto nivel de flexibilidad y control sobre la información de los materiales. La capacidad de segmentar datos por código y la opción de editar cualquier dato en la base de datos permiten a los usuarios ajustar y adaptar la información según las necesidades específicas del proyecto. Esto asegura que los datos siempre sean precisos y relevantes, lo que es crucial para la planificación y ejecución efectiva de los proyectos.

### 3.3.3. Estructura de la hoja "Cálculo de Materiales"

La hoja "Calculo de Materiales" está estructurada en cuatro áreas principales que facilitan el proceso de cálculo, asignación y almacenamiento de datos sobre los materiales necesarios para los proyectos de construcción. A continuación, se describe detalladamente cada área y sus características.

- 1. Área de Cálculo de Materiales:** Esta área permite calcular las cantidades de materiales necesarias para diferentes tipos de elementos estructurales, incluyendo columnas, vigas, placas corridas y muros. Los usuarios ingresan las características específicas de estos elementos, como dimensiones y propiedades materiales, y luego utilizan la función de cálculo para obtener los datos requeridos. Por ejemplo, para las columnas, el usuario proporciona datos como altura, sección transversal y tipo de concreto, y el sistema calcula la cantidad de concreto, acero y otros materiales necesarios. Una vez que el usuario ha ingresado los datos y ha realizado el cálculo, los resultados pasan automáticamente a la siguiente área. En la Figura 1 se muestra la interfaz de cálculo de materiales, destacando cómo los usuarios pueden ingresar la información necesaria para realizar los cálculos.

Figura 1: Área de Cálculo de Materiales

| Cálculo de Materiales               |  |
|-------------------------------------|--|
| Tipo de Elemento:                   | Muro                                     |
| Nombre del Elemento:                | Muro<br>Viga<br>Placa Corrida<br>Columna |
| Cantidad de Elementos:              |  |
| Altura (m):                         |  |
| Longitud (m):                       |  |
| Resistencia del Concreto:           |  |
| Separación de Acero Horizontal (m): |  |
| Separación de Acero Vertical (m):   |  |
| Calcular                            |  |

Fuente: elaboración propia.

2. **Área de Asignación de Especificaciones Técnicas:** en esta área, se presenta una tabla con los datos de los materiales necesarios y sus unidades correspondientes. El usuario debe especificar los materiales exactos utilizando listas desplegables que contienen todos los materiales disponibles para el Código del elemento calculado. Por ejemplo, si se ha calculado una columna, la lista desplegable incluirá todos los tipos de cemento disponibles en la base de datos. La especificación técnica se selecciona por medio de una lista desplegable, por lo que no es necesario digitarla. Una vez que se seleccionan los materiales de la lista desplegable, los datos se guardan automáticamente, facilitando el proceso de asignación y reduciendo errores. En la Tabla 4 se muestra la interfaz de asignación de especificaciones técnicas, destacando cómo se ordenan y seleccionan los datos de los materiales.

Tabla 4: Área de Asignación de Especificaciones Técnicas

| Asignación de Especificaciones Técnicas |          |           |                        |
|---|----------|-----------|------------------------|
| Grupo / Detalle                         | Cantidad | Unidades  | Especificación Técnica |
| <b>Muro Tipo M2</b>                     | <b>1</b> | <b>un</b> |                        |
| Mampostería                             | 1013     | un        |                        |
| Varilla Horizontal                      | 68       | un        |                        |
| Varilla Vertical                        | 40       | un        |                        |
| Mortero PegaBlock                       | 67,53    | sacos     |                        |
| Cemento                                 | 33,11    | sacos     |                        |
| Agregado Fino                           | 2,96     | m3        |                        |
| Agregado Grueso                         | 4,19     | m3        |                        |
| Repello Grueso                          | 8        | saco      |                        |
| Repello Fino                            | 4        | saco      |                        |

Fuente: elaboración propia.

3. **Área de Asignación de Especificaciones Técnicas de Forma Manual:** esta sección permite a los usuarios calcular elementos que no están predefinidos en el sistema. A través de listas desplegables, los usuarios pueden seleccionar el código del material, especificar las características técnicas y definir la cantidad y las unidades necesarias. Esta área ofrece una gran flexibilidad para adaptarse a diversas necesidades del proyecto, permitiendo la inclusión de cualquier material y actividad no estándar. Los usuarios pueden personalizar sus cálculos y presupuestos de manera detallada, asegurando que todos los aspectos del proyecto estén cubiertos. En la Tabla 5 se muestra la interfaz de asignación de especificaciones técnicas de forma manual, destacando cómo los usuarios pueden seleccionar y personalizar los materiales y sus características.

Tabla 5: Área de Asignación de especificaciones Técnicas de Forma Manual

| Asignación de Especificaciones Técnicas de Forma Manual |          |           |   |
|---|----------|-----------|---|
| Grupo / Detalle   | Cantidad | Unidades  | Especificación Técnica  |
| <b>Piscina</b>  | <b>1</b> | <b>un</b> |   |
| Mampostería   | 1013     | un        | Block 20x20x40 Clase A PC                                     |
| Varilla Horizontal                                      | 68       | un        | Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m                    |
| Varilla Vertical  | 40       | un        | Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m                   |
| Mortero PegaBlock                                       | 68       | saco      | Pegablok Tipo M 40kg Intaco                                   |
| Cemento   | 34       | saco      | Cemento Gris 50kg Holcim                                      |
| Agregado Fino   | 3        | m3        | Arena Fina  |
| Agregado Grueso   | 5        | m3        | Piedra Quinta 1ª pnc  |
| Repello Fino  | 4        | saco      | Repemax Repello de Muro Seco Hidrófugo W1 Blanco 25 kg Intaco |
| Repello Grueso  | 8        | saco      | Repemax Grueso 40kg Intaco                                    |

Fuente: elaboración propia

4. **Área de Resultados:** los datos calculados y asignados se almacenan en el área de Resultados, donde los usuarios pueden revisar y corregir los datos si es necesario. Esta área permite la estimación de varias actividades relacionadas, sumando los resultados finales para obtener un presupuesto global coherente. Por ejemplo, se pueden calcular por separado la pintura interior y exterior, pero los totales se suman para obtener un único costo global. La capacidad de revisar y ajustar los datos guardados asegura que todos los cálculos sean precisos y reflejen las condiciones actuales del proyecto. En la Tabla 6 se muestra la interfaz del área de Resultados, destacando cómo se presentan y organizan los datos calculados.

**Tabla 6: Área de Resultados**

| Resultados  |          |           |
|---|----------|-----------|
| Especificación Técnica  | Cantidad | Unidades  |
| <b>Muro Tipo M2</b>   | <b>1</b> | <b>un</b> |
| Block 20x20x40 Clase A PC                                     | 1013     | un        |
| Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m                    | 68       | un        |
| Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m                   | 40       | un        |
| Pegablok Tipo M 40kg Intaco                                   | 67,53    | sacos     |
| Cemento Gris 50kg Holcim                                      | 33,11    | sacos     |
| Arena Fina  | 2,96     | m3        |
| Piedra Quinta 1ª pnc  | 4,19     | m3        |
| Repemax Grueso 40kg Intaco                                    | 8        | saco      |
| Repemax Fino Gris 40kg Intaco                                 | 4        | saco      |
| <b>Piscina</b>  | <b>1</b> | <b>un</b> |
| Block 20x20x40 Clase A PC                                     | 1013     | un        |
| Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m                    | 68       | un        |
| Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m                   | 40       | un        |
| Pegablok Tipo M 40kg Intaco                                   | 68       | saco      |
| Cemento Gris 50kg Holcim                                      | 34       | saco      |
| Arena Fina  | 3        | m3        |
| Piedra Quinta 1ª pnc  | 5        | m3        |
| Repemax Repello de Muro Seco Hidrófugo W1 Blanco 25 kg Intaco | 4        | saco      |
| Repemax Grueso 40kg Intaco                                    | 8        | saco      |

Fuente: elaboración propia.

En general, la hoja "Calculo de Materiales" centraliza y estandariza la información de todos los materiales, lo que facilita su actualización y mantenimiento. Al estandarizar los datos, se asegura la consistencia en todas las estimaciones de costos y proyectos, mejorando significativamente la calidad del análisis y la toma de decisiones. La actualización de los precios de los materiales se refleja automáticamente en todas las estimaciones de costos, garantizando que los presupuestos siempre estén basados en los costos actuales del mercado.

La estructura organizada de la hoja permite una navegación sencilla y una actualización eficiente de los datos. Los usuarios pueden agregar nuevos materiales, editar la información existente y buscar materiales específicos de manera rápida y sin complicaciones. La hoja también proporciona un alto nivel de flexibilidad y control sobre la información de los materiales. La capacidad de segmentar datos por código y la opción de editar cualquier dato en la base de datos permiten a los usuarios ajustar y adaptar la información según las necesidades específicas del proyecto.

### 3.3.4. Estructura de la hoja "Resultados"

La hoja "Resultados" en la herramienta de estimación de presupuestos desempeña un papel fundamental en la consolidación y presentación de la información final sobre los materiales y costos asociados a los proyectos de construcción. Esta hoja está diseñada para unificar el detalle de cada actividad en una sola sección, proporcionando una visión integral y detallada de los costos por actividad y facilitando así una gestión financiera eficiente y precisa.

La hoja incluye un encabezado que contiene los datos esenciales del proyecto, como el nombre del proyecto, la ubicación, el propietario, la fecha de apertura y el plazo de entrega. Este encabezado proporciona un contexto importante para los datos financieros presentados en la hoja, asegurando que toda la información relevante esté fácilmente accesible y claramente identificada.

La hoja permite consolidar los costos de materiales correspondientes a cada actividad individual en un único lugar. Al integrar los detalles de múltiples actividades, esta hoja ofrece una visión holística de los costos de materiales, lo que facilita la revisión y el análisis. Esta unificación es crucial para mantener la coherencia y precisión en el seguimiento de los costos a lo largo del proyecto. Al consolidar los detalles de cada actividad en una sola hoja, facilita una revisión completa y precisa de los costos de materiales. La capacidad de asignar costos adicionales, como mano de obra y otros gastos, asegura que todos los aspectos financieros del proyecto estén considerados.

Además de los costos de materiales, la hoja permite al usuario asignar costos de mano de obra y otros gastos asociados. Esta funcionalidad es esencial para obtener una estimación completa y precisa de todos los costos involucrados en el proyecto. Los usuarios pueden ingresar datos específicos sobre los costos de mano de obra directa e indirecta, así como otros gastos relevantes, asegurando que todos los aspectos financieros del proyecto estén cubiertos. Como se ve en la Tabla 7, en la parte final de la tabla se pueden ingresar los valores de los costos de mano de obra directa e indirecta, así como otros gastos relevantes, esto para cada actividad independiente.

Los datos de mano de obra y otros gastos deben ser calculados por el usuario, quien podrá hacerlo como un porcentaje de los materiales o ingresar los datos que considere apropiados. Esto ofrece flexibilidad al usuario para adaptar las estimaciones según las condiciones específicas del proyecto y las políticas de la empresa.

**Tabla 7: Tabla de Presupuesto**

| TABLA DE PRESUPUESTO |   |          |           |                 |                      |
|----------------------|---|----------|-----------|-----------------|----------------------|
|                      | Descripción del Material                    | Cantidad | Unidad    | Precio Unitario | Precio Total         |
| <b>1</b>             | <b>Muro Tipo M1 2.8m</b>                    | <b>1</b> | <b>un</b> |                 |                      |
|                      | Block 20x20x40 Clase A PC                   | 1013     | un        | €640,00         | €648 320,00          |
|                      | Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 68       | un        | €4 305,00       | €292 740,00          |
|                      | Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m | 40       | un        | €2 214,00       | €88 560,00           |
|                      | Pegablok Tipo M 40kg Intaco                 | 67,53    | sacos     | €3 261,96       | €220 280,16          |
|                      | Cemento Gris 50kg Holcim                    | 33,11    | sacos     | €6 777,30       | €224 396,40          |
|                      | Arena Fina                                  | 2,96     | m3        | €23 541,67      | €69 683,34           |
|                      | Piedra Quinta 1ª pnc                        | 4,19     | m3        | €32 958,33      | €138 095,40          |
|                      | Repemax Fino Gris 40kg Intaco               | 8        | saco      | €3 923,70       | €31 389,60           |
|                      | Repemax Grueso 40kg Intaco                  | 4        | saco      | €3 265,65       | €13 062,60           |
|                      | <b>Total de Materiales</b>                  |          |           |                 | <b>€1 726 527,51</b> |
|                      | <b>Mano de Obra</b>                         |          |           |                 |                      |
|                      | <b>Otros Gastos</b>                         |          |           |                 |                      |
|                      | <b>Total</b>                                |          |           |                 | <b>€1 726 527,51</b> |

Fuente: elaboración propia.

Una de las características destacadas de la hoja "Resultados" es su capacidad para generar un cierre de oferta detallado. Este cierre de oferta desglosa todos los gastos, incluyendo imprevistos, utilidades, mano de obra directa e indirecta, y gastos directos. Esta descomposición detallada de los costos permite a los usuarios presentar una oferta clara y completa, facilitando la toma de decisiones y la negociación con los interesados del proyecto. Como se muestra en la Tabla 8, se pueden visualizar todos estos elementos en un formato organizado y claro, lo que asegura que todos los costos asociados al proyecto estén debidamente considerados y documentados.

**Tabla 8: Cierre de Oferta**

| Cierre de Oferta          |                      |
|---------------------------|----------------------|
| Total de Materiales       | €1 726 527,51        |
| Total de Mano de Obra     | €0,00                |
| Otros Gastos              | €0,00                |
| Total de Gastos Directos  | €1 726 527,51        |
| Materiales Indirectos     |                      |
| Mano de Obra Indirecta    |                      |
| Imprevistos               |                      |
| Utilidades                |                      |
| <b>Total de la Oferta</b> | <b>€1 726 527,51</b> |

Fuente: elaboración propia.

La generación de un cierre de oferta detallado proporciona una herramienta para la presentación y negociación de los costos del proyecto, desglosando todos los gastos y proporcionando una visión clara de los costos totales. El encabezado con los datos esenciales del proyecto asegura que toda la información relevante esté claramente presentada y fácilmente accesible.

En la Tabla 9 se muestra el encabezado y los datos del proyecto, destacando cómo se organiza y presenta toda la información general para una fácil referencia y análisis.

**Tabla 9: Presupuesto Final**

|  |  |
|--|--|
| <b>PROYECTO:</b>   | Construcción del EBAIS de Drake, perteneciente al Área de Salud de Osa                             |
| <b>UBICACIÓN:</b>  | Osa, Puntarenas  |
| <b>PROPIETARIO:</b>  | Área de Gestión de Bienes y Servicios de la Dirección Regional de Servicios de Salud Región Brunca |
| <b>FECHA APERTURA:</b>   | 05 de marzo del 2021   |
| <b>PLAZO DE ENTREGA:</b>   | 140 Días Hábiles   |

**TABLA DE PRESUPUESTO**

|          | Descripción del Material                    | Cantidad | Unidad    | Precio Unitario | Precio Total         |
|----------|---|----------|-----------|-----------------|----------------------|
| <b>1</b> | <b>Muro Tipo M1 2.8m</b>                    | <b>1</b> | <b>un</b> |                 |                      |
|          | Block 20x20x40 Clase A PC                   | 1013     | un        | €640,00         | €648 320,00          |
|          | Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 68       | un        | €4 305,00       | €292 740,00          |
|          | Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m | 40       | un        | €2 214,00       | €88 560,00           |
|          | Pegablok Tipo M 40kg Intaco                 | 67,53    | sacos     | €3 261,96       | €220 280,16          |
|          | Cemento Gris 50kg Holcim                    | 33,11    | sacos     | €6 777,30       | €224 396,40          |
|          | Arena Fina                                  | 2,96     | m3        | €23 541,67      | €69 683,34           |
|          | Piedra Quinta 1º pnc                        | 4,19     | m3        | €32 958,33      | €138 095,40          |
|          | Repemax Fino Gris 40kg Intaco               | 8        | saco      | €3 923,70       | €31 389,60           |
|          | Repemax Grueso 40kg Intaco                  | 4        | saco      | €3 265,65       | €13 062,60           |
|          | <b>Total de Materiales</b>                  |          |           |                 | <b>€1 726 527,51</b> |
|          | <b>Mano de Obra</b>                         |          |           |                 |                      |
|          | <b>Otros Gastos</b>                         |          |           |                 |                      |
|          | <b>Total</b>                                |          |           |                 | <b>€1 726 527,51</b> |

**Cierre de Oferta**

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| <b>Total de Materiales</b>      | <b>€1 726 527,51</b> |
| <b>Total de Mano de Obra</b>    | <b>€0,00</b>         |
| <b>Otros Gastos</b>             | <b>€0,00</b>         |
| <b>Total de Gastos Directos</b> | <b>€1 726 527,51</b> |
| <b>Materiales Indirectos</b>    |                      |
| <b>Mano de Obra Indirecta</b>   |                      |
| <b>Imprevistos</b>              |                      |
| <b>Utilidades</b>               |                      |
| <b>Total de la Oferta</b>       | <b>€1 726 527,51</b> |

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.5. Estructura de la hoja “Resumen”

La hoja "Resumen" desempeña un papel crucial en la consolidación de los materiales necesarios para los proyectos de construcción, permitiendo una visión global y precisa de las cantidades y costos de materiales sin redundancias. A continuación, se detalla su estructura y funcionalidades.

La hoja "Resumen" está diseñada para generar un compendio de los materiales listados en la hoja "Presupuesto". Este resumen incluye información esencial que facilita la gestión de órdenes de compra y la revisión de costos. La estructura de la hoja se divide en varias secciones clave.

La parte principal de la hoja "Resumen" es la tabla de materiales, donde se detalla el nombre del material, la cantidad total necesaria, la unidad de medida, el precio unitario y el precio total. Esta tabla permite visualizar de manera rápida y precisa los materiales requeridos en su totalidad, eliminando la necesidad de contar manualmente los materiales que se repiten por actividad y sumar las cantidades. De esta forma, se facilita saber cuánto material se necesita de manera global para todas las actividades del proyecto.

En la Tabla 10 se muestra la interfaz de la hoja "Resumen", destacando cómo se presentan y organizan estos datos.

**Tabla 10: Resumen de Resultados**

| RESUMEN DE MATERIALES                       |          |        |                 |              |
|---|----------|--------|-----------------|--------------|
| Material                                    | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
| Arena Fina                                  | 2,96     | m3     | €23 541,67      | €69 683,34   |
| Block 20x20x40 Clase A PC                   | 1013     | un     | €640,00         | €648 320,00  |
| Cemento Gris 50kg Holcim                    | 33,11    | sacos  | €6 777,30       | €224 396,40  |
| Pegablok Tipo M 40kg Intaco                 | 67,53    | sacos  | €3 261,96       | €220 280,16  |
| Piedra Quinta 1ª pnc                        | 4,19     | m3     | €32 958,33      | €138 095,40  |
| Repemax Fino Gris 40kg Intaco               | 8        | saco   | €3 923,70       | €31 389,60   |
| Repemax Grueso 40kg Intaco                  | 4        | saco   | €3 265,65       | €13 062,60   |
| Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m | 40       | un     | €2 214,00       | €88 560,00   |
| Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 68       | un     | €4 305,00       | €292 740,00  |

Fuente: elaboración propia.

La hoja "Resumen" ofrece varias funcionalidades importantes. La consolidación automática de datos permite que se extraigan y sumen automáticamente las cantidades de materiales de todas las actividades listadas en la hoja "Presupuesto", asegurando que no haya duplicaciones y proporcionando una visión clara de la cantidad total necesaria para cada material.

Otra funcionalidad clave es la facilitación de órdenes de compra. Al proporcionar una lista consolidada de materiales y sus cantidades totales, la hoja "Resumen" simplifica el proceso de generación de órdenes de compra para los proveedores, ahorrando tiempo y minimizando los errores en el pedido de materiales. Además, la hoja "Resumen" ofrece una visión integral de los costos asociados a los materiales, permitiendo una mejor planificación financiera y control de presupuestos, lo cual es fundamental para la gestión efectiva del proyecto y la negociación con proveedores.

Por último, la estructura organizada de la hoja permite un análisis detallado y control eficiente de los materiales. Los usuarios pueden identificar rápidamente cualquier discrepancia o necesidad de ajuste en los costos y cantidades de materiales.

### 3.4. Validación de la herramienta

El objetivo específico 4 se basa en validar la efectividad de la herramienta de estimación de presupuestos mediante la comparación con un proyecto piloto previamente ejecutado. Esta comparación se centra en actividades específicas que la herramienta realiza automáticamente: Muros, Vigas, Placas Corridas y Columnas.

La herramienta de estimación de presupuestos desarrollada permite ingresar las cantidades de materiales, mano de obra y costos asociados a la construcción de muros. Sin embargo, debido a que la empresa trabaja de forma global la mano de obra y otros gastos, solo se realizará la comparación de los materiales. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de estas actividades y su análisis comparativo.

- **Muros:** Los datos obtenidos de la herramienta se muestran en la Tabla 11 y fueron comparados con los del presupuesto piloto que se muestran en la Tabla 12.

**Tabla 11: Cálculo de muro con la herramienta**

| 1 Muro Tipo MR1 altura 1.5m                 | 1     | un    |            |                    |
|---|-------|-------|------------|--------------------|
| Block 20x20x40 Clase A PC                   | 521   | un    | €640,00    | €333 440,00        |
| Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m | 35    | un    | €2 214,00  | €77 490,00         |
| Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 24    | un    | €4 305,00  | €103 320,00        |
| Pegablok Tipo M 40kg Intaco                 | 34,73 | sacos | €3 261,96  | €113 287,87        |
| Cemento Gris 50kg Holcim                    | 14,46 | sacos | €6 777,30  | €97 999,76         |
| Arena Fina                                  | 1,49  | m3    | €23 541,67 | €35 077,09         |
| Piedra Quinta 1ª pnc                        | 2,1   | m3    | €32 958,33 | €69 212,49         |
| Repemax Grueso 40kg Intaco                  | 14    | saco  | €3 265,65  | €45 719,10         |
| Repemax Fino Gris 40kg Intaco               | 7     | saco  | €3 923,70  | €27 465,90         |
| <b>Total de Materiales</b>                  |       |       |            | <b>€903 012,21</b> |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 12: Cálculo de muro de presupuesto de proyecto piloto**

| Muro Tipo MR1 altura 1,5 m               | 27,75  | ml    |           |                   |
|--|--------|-------|-----------|-------------------|
| Block 20x20x40 Clase A Pc                | 521,00 | und   | 640,00    | 333 440,00        |
| Varilla Def G40 # 3_9.5mmx 6mt (3/8")    | 35,00  | und   | 2 214,00  | 77 490,00         |
| Varilla Def G60 # 4_12mmx 6mt (1/2")     | 24,00  | und   | 4 305,00  | 103 320,00        |
| Pegablok Tipo M 40 Kg_135-727 Sac Intaco | 34,73  | sacos | 3 261,96  | 113 298,74        |
| Concreto de Relleno f'c=175 kg/cm2       | 2,41   | m3    |           |                   |
| Arena Fina                               | 1,62   | m3    | 23 541,67 | 38 022,86         |
| Piedra Quinta 1ª_mt3_pnc                 | 2,29   | m3    | 32 958,33 | 75 478,22         |
| Cemento Gris 50kg_sac_holcim             | 18,08  | saco  | 6 777,30  | 122 532,36        |
| Repemax Grueso 40 Kg_intaco              | 8,00   | saco  | 3 265,65  | 26 125,20         |
| Repemax Fino Gris 40 Kg_intaco           | 4,00   | saco  | 3 923,70  | 15 694,80         |
|  |        |       |           | <b>905 402,18</b> |

Fuente: Constructora Sáenz. (2021).

La herramienta de estimación de presupuestos desarrollada permite calcular las cantidades de materiales, además de tener en cuenta costos como mano de obra y costos asociados a la construcción de muros. Sin embargo, debido a que la empresa trabaja de forma global la mano de obra y otros gastos, solo se realizará la comparación de los materiales.

Los datos obtenidos fueron comparados con los del presupuesto piloto, como se muestra en la Tabla 11 (datos de la herramienta) y la Tabla 12 (datos del presupuesto piloto).

Resultados obtenidos:

Presupuesto piloto: €905,402.18  
Herramienta de estimación: €903,012.21  
Diferencia: 0.26%

Las principales diferencias están en las dosificaciones utilizadas para calcular los agregados del concreto según su resistencia a la compresión a los 28 días ( $f'c$ ). También hubo errores en el cálculo de repellos, ya que se realizaron los cálculos para un muro de 1 metro de altura en el presupuesto piloto, en lugar de metro y medio, como se especificó en los planos.

Estos errores solo representan un 0.26% o  $\phi 2,389.97$  en cada muro de 27.75m, el cual no representa un error considerable a la hora de presupuestar.

- **Vigas:** Los datos obtenidos de la herramienta se muestran en la Tabla 13 y fueron comparados con los del presupuesto piloto que se muestran en la Tabla 14.

**Tabla 13: Cálculo de viga con la herramienta**

| 1 | Viga Corona Tipo C1                         | 1     | un    |            |                    |
|---|---|-------|-------|------------|--------------------|
|   | Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 20    | un    | €4 305,00  | €86 100,00         |
|   | Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m | 31    | un    | €2 214,00  | €68 634,00         |
|   | Arena Fina                                  | 1,06  | m3    | €23 541,67 | €24 954,17         |
|   | Piedra Quinta 1ª pnc                        | 1,56  | m3    | €32 958,33 | €51 414,99         |
|   | Cemento Gris 50kg Holcim                    | 12,82 | sacos | €6 777,30  | €86 884,99         |
|   | Alambre Negro #16 (1.58mm)                  | 3,36  | kg    | €888,68    | €2 985,96          |
|   | Tabla Formaleta Suave 1x12x4 Varas          | 17    | un    | €5 200,00  | €88 400,00         |
|   | Madera Semidura Cepillada 1X3X4 Varas       | 8,5   | un    | €2 121,75  | €18 034,88         |
|   | Madera Semidura Cepillada 1X2X4 Varas       | 8,5   | un    | €1 414,50  | €12 023,25         |
|   | Clavo Cte C/c 65mm=2 1/2"                   | 4     | kg    | €1 062,72  | €4 250,88          |
|   | Disco Corte Metal 9"x1/8x7/8 Dw4918f Dewalt | 3     | un    | €2 398,50  | €7 195,50          |
|   | <b>Total de Materiales</b>                  |       |       |            | <b>€450 878,62</b> |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 14: Cálculo de viga de presupuesto de proyecto piloto**

| Viga corona VC 1 20x30 cm                 | 27,75 | ml   |           |  |                   |
|---|-------|------|-----------|--|-------------------|
| Varilla Def G60 # 4_12mmx 6mt (1/2")      | 20,00 | und  | 4 305,00  |  | 86 100,00         |
| Varilla Def G40 # 3_9.5mmx 6mt (3/8")     | 24,00 | und  | 2 214,00  |  | 53 136,00         |
| Concreto de $f'c=210$ kg/cm2              | 3,05  | m3   |           |  |                   |
| Arena Fina                                | 2,05  | m3   | 23 541,67 |  | 48 146,83         |
| Piedra Quinta 1ª_mf3_pnc                  | 2,90  | m3   | 32 958,33 |  | 95 575,05         |
| Cemento Gris 50kg_sac_holcim              | 22,89 | saco | 6 777,30  |  | 155 157,81        |
| Alambre Negro#16=1.58mm _ Kilo_importado  | 3,36  | kg   | 888,68    |  | 2 985,95          |
| Tabla Formaleta Suave 1x12x4Varas         | 17,00 | und  | 5 200,00  |  | 88 400,00         |
| Semiduro S/cep 1 X 3 X 4 Varas            | 8,50  | und  | 2 121,75  |  | 18 034,88         |
| Clavo Cte C/c 65mm=2 1/2"                 | 3,00  | kg   | 1 062,72  |  | 3 188,16          |
| Semiduro S/cep 1 X 2 X 4 Varas            | 8,50  | und  | 1 414,50  |  | 12 023,25         |
| Disco Corte Met 9"x1/8x7/8 Dw4918f_dewalt | 2,00  | und  | 2 398,50  |  | 4 797,00          |
|   |       |      |           |  | <b>567 544,92</b> |

Fuente: Constructora Sáenz. (2021).

En el caso de las vigas, de igual manera, se realizará la comparación solo de los materiales. Los datos obtenidos fueron comparados con los del presupuesto piloto, como se muestra en la Tabla 13 (datos de la herramienta) y la Tabla 14 (datos del presupuesto piloto).

Resultados obtenidos:

Presupuesto Piloto:  $\phi 567,544.92$   
Herramienta de Estimación:  $\phi 450,878.62$   
Diferencia: 20.56%

Las principales diferencias radican en un mal cálculo del acero para aros, ya que según las especificaciones técnicas es una viga de 15x40cm con aros a cada 15cm y en el presupuesto piloto se realizó el cálculo para una viga de 20x30cm y aros a cada 20cm. Este error posiblemente se debe a un error humano al digitar o al tomar un presupuesto anterior y no adaptarlo correctamente.

También se mantiene el error en las dosificaciones del concreto, ya que las dosificaciones utilizadas para calcular los agregados del concreto según su resistencia a la compresión a los 28 días ( $f'c$ ) son distintas. Estos errores representan un 20.56% o  $\phi 116,666.3$  en cada viga de 27.75m, el cual representa un error

considerable a la hora de presupuestar. Esta diferencia considerable resalta la importancia de la precisión en la especificación técnica y los cálculos de materiales, y sugiere que la herramienta puede ofrecer una mejora sustancial en la exactitud de los presupuestos de vigas.

- **Placas Corridas:** Los datos obtenidos de la herramienta se muestran en la Tabla 15 y fueron comparados con los del presupuesto piloto que se muestran en la Tabla 16.

**Tabla 15: Cálculo de placa corrida con la herramienta**

| 3 Placa Corrida Z-1 600mm                   | 1     | un   |            |                    |
|---|-------|------|------------|--------------------|
| Cemento Gris 50kg Holcim                    | 5,49  | saco | €6 777,30  | €37 207,38         |
| Arena Fina                                  | 0,64  | m3   | €23 541,67 | €15 066,67         |
| Piedra Quinta 1ª pnc                        | 0,82  | m3   | €32 958,33 | €27 025,83         |
| Cemento Gris 50kg Holcim                    | 32,05 | saco | €6 777,30  | €217 212,47        |
| Arena Fina                                  | 2,66  | m3   | €23 541,67 | €62 620,84         |
| Piedra Quinta 1ª pnc                        | 3,89  | m3   | €32 958,33 | €128 207,90        |
| Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 49    | un   | €4 305,00  | €210 945,00        |
| Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m | 39    | un   | €2 214,00  | €86 346,00         |
| Alambre Negro #16 (1.58mm)                  | 20    | kg   | €888,68    | €17 773,60         |
| <b>Total de Materiales</b>                  |       |      |            | <b>€802 405,69</b> |

Fuente: Constructora Sáenz. (2021).

**Tabla 16: Cálculo de placa corrida de presupuesto de proyecto piloto**

|  |              |           |           |                   |
|--|--------------|-----------|-----------|-------------------|
| <b>Placa corrida Z-1 (600 mm)</b>        | <b>27,75</b> | <b>ml</b> |           |                   |
| Excavación                               | 13,49        | m3        |           |                   |
| Back Hoe                                 |              | Hora      |           |                   |
| Sello Concreto Pobre                     | 0,92         | m3        |           |                   |
| Arena Fina                               | 0,64         | m3        | 23 541,67 | 15 090,80         |
| Piedra Quinta 1ª_mt3_pnc                 | 0,82         | m3        | 32 958,33 | 27 163,43         |
| Cemento Gris 50kg_sac_holcim             | 5,49         | saco      | 6 777,30  | 37 237,87         |
| <b>Armado de placa corrida</b>           | <b>27,75</b> | <b>ml</b> |           |                   |
| Varilla Def G60 # 4_12mmx 6mt (1/2")     | 49,00        | und       | 4 305,00  | 210 945,00        |
| Varilla Def G40 # 3_9.5mmx 6mt (3/8")    | 37,00        | und       | 2 214,00  | 81 918,00         |
| Alambre Negro#16=1.58mm _ Kilo_importado | 19,45        | kg        | 888,68    | 17 281,17         |
| <b>Colado placa corrida</b>              | <b>4,58</b>  | <b>m3</b> |           |                   |
| Arena Fina                               | 3,21         | m3        | 23 541,67 | 75 453,98         |
| Piedra Quinta 1ª_mt3_pnc                 | 4,12         | m3        | 32 958,33 | 135 817,17        |
| Cemento Gris 50kg_sac_holcim             | 34,34        | saco      | 6 777,30  | 232 736,72        |
|  |              |           |           | <b>833 644,15</b> |

Fuente: Constructora Sáenz. (2021).

Para las placas corridas, se realizó una comparación similar. Los datos obtenidos fueron comparados con los del presupuesto piloto, como se muestra en la Tabla 15 (datos de la herramienta) y la Tabla 16 (datos del presupuesto piloto) del apartado de Resultados.

Resultados obtenidos:

Presupuesto Piloto: €833,644.15  
Herramienta de Estimación: €802,405.69  
Diferencia: 3.75%

Se mantiene el error en las dosificaciones del concreto, ya que las dosificaciones utilizadas para calcular los agregados del concreto según su resistencia a la compresión a los 28 días ( $f_c$ ) son distintas. Además de una pequeña diferencia en el cálculo del acero para aros. Estos errores representan un 3.75% o €31,238.46 en cada placa corrida de 27.75m, el cual no representa un error considerable a la hora de presupuestar.

- **Columnas:** Los datos obtenidos de la herramienta se muestran en la Tabla 17 y fueron comparados con los del presupuesto piloto que se muestran en la Tabla 18.

**Tabla 17: Cálculo de columna con la herramienta**

| 3 | Columna Tipo C1 25x40cm Altura 1,5m         | 10    | un   |            |                    |
|---|---|-------|------|------------|--------------------|
|   | Cemento Gris 50kg Holcim                    | 11,55 | saco | €6 777,30  | €78 277,82         |
|   | Arena Fina                                  | 0,96  | m3   | €23 541,67 | €22 600,00         |
|   | Piedra Quinta 1ª pnc                        | 1,4   | m3   | €32 958,33 | €46 141,66         |
|   | Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 16    | un   | €4 305,00  | €68 880,00         |
|   | Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m | 16    | un   | €2 214,00  | €35 424,00         |
|   | Alambre Negro #16 (1.58mm)                  | 8,26  | kg   | €888,68    | €7 340,50          |
|   | Tabla Formaleta Suave 1x12x4 Varas          | 11    | un   | €5 200,00  | €57 200,00         |
|   | Madera Semidura Cepillada 1X3X4 Varas       | 5,5   | un   | €2 121,75  | €11 669,63         |
|   | Madera Semidura Cepillada 1X2X4 Varas       | 5,5   | un   | €1 414,50  | €7 779,75          |
|   | Clavo Cte C/c 65mm=2 1/2"                   | 3     | kg   | €1 062,72  | €3 188,16          |
|   | Disco Corte Metal 9"x1/8x7/8 Dw4918f Dewalt | 2     | un   | €2 398,50  | €4 797,00          |
|   | <b>Total de Materiales</b>                  |       |      |            | <b>€343 298,51</b> |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 18: Cálculo de columna de presupuesto Piloto**

| Columna Tipo C1 25x40 cm H=1.5 m          | 10,00 | und  |           |                   |
|---|-------|------|-----------|-------------------|
| Varilla Def G60 # 4_12mmx 6mt (1/2")      | 16,00 | und  | 4 305,00  | 68 880,00         |
| Varilla Def G40 # 3_9mmx 6mt (3/8")       | 23,00 | und  | 2 214,00  | 50 922,00         |
| Concreto de f'c=210 kg/cm2                | 1,65  | m3   |           |                   |
| Arena Fina                                | 1,16  | m3   | 23 541,67 | 27 190,63         |
| Piedra Quinta 1ª_mt3_pnc                  | 1,57  | m3   | 32 958,33 | 51 662,19         |
| Cemento Gris 50kg_sac_holcim              | 10,73 | saco | 6 777,30  | 72 686,54         |
| Alambre Negro#16=1.58mm _ Kilo_importado  | 13,93 | kg   | 888,68    | 12 382,80         |
| Tabla Formaleta Suave 1x12                | 11,00 | und  | 5 200,00  | 57 200,00         |
| Semiduro S/cep 1 X 3 X 4V                 | 5,50  | und  | 2 121,75  | 11 669,63         |
| Clavo Cte C/c 65mm=2 1/2"                 | 0,50  | kg   | 1 062,72  | 531,36            |
| Semiduro S/cep 1 X 2 X 4V                 | 5,50  | und  | 1 414,50  | 7 779,75          |
| Disco Corte Met 9"x1/8x7/8 Dw4918f_dewalt | 2,00  | und  | 2 398,50  | 4 797,00          |
|   |       |      |           | <b>365 701,89</b> |

Fuente: Constructora Sáenz. (2021).

Para las columnas, se realizó una comparación similar. Los datos obtenidos fueron comparados con los del presupuesto piloto, como se muestra en la Tabla 17 (datos de la herramienta) y la Tabla 18 (datos del presupuesto piloto) del apartado de Resultados.

Resultados obtenidos:

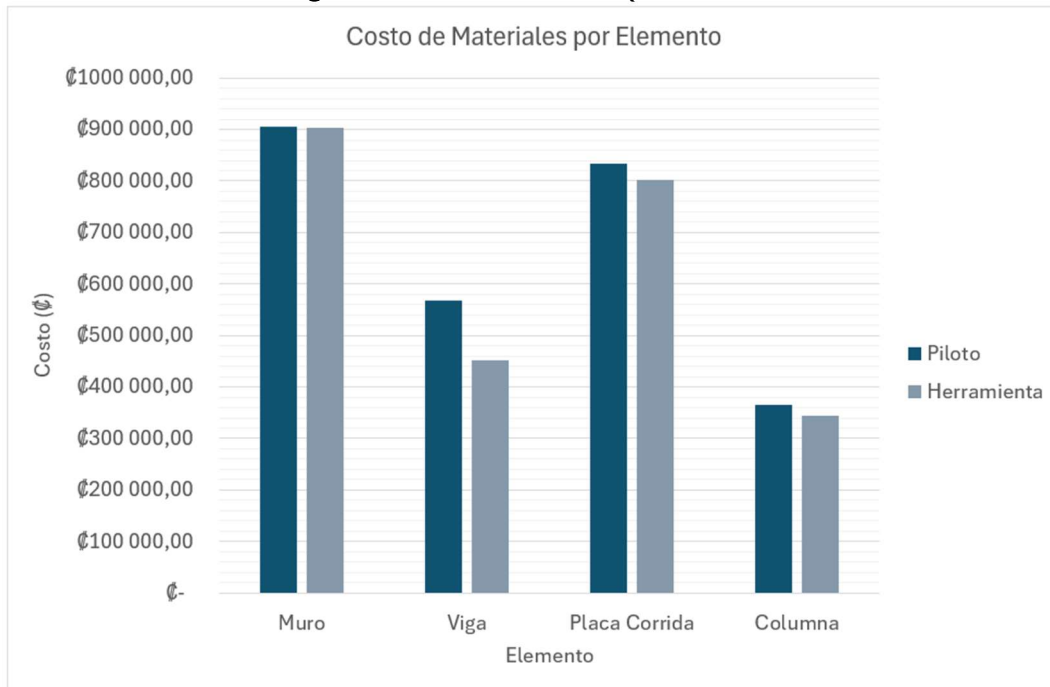
Presupuesto Piloto: €365,701.89  
Herramienta de Estimación: €343,298.51  
Diferencia: 0.02%

Se mantiene el error en las dosificaciones del concreto, ya que las dosificaciones utilizadas para calcular los agregados del concreto según su resistencia a la compresión a los 28 días (f'c) son distintas. Además, se realizó un conteo de aros erróneos, posiblemente por error humano, ya que tomó una separación de aros de 15cm, cuando es de 20cm.

Estos errores representan un 6.13% o €22,403.38 en cada columna de 1.5m, el cual representa un error considerable a la hora de presupuestar. Esta diferencia considerable subraya la necesidad de una revisión cuidadosa de los cálculos de materiales y destaca cómo la herramienta puede mejorar la precisión y reducir errores en la estimación de columnas.

En resumen, la herramienta desarrollada cumple con su objetivo de proporcionar estimaciones de presupuestos más precisas y eficientes, contribuyendo a una gestión financiera más efectiva y a la reducción de errores humanos en el proceso de estimación de costos, como se representan en la Figura 2.

**Figura 2: Costo de materiales por elemento**



Fuente: elaboración propia.

# Conclusiones

El presente proyecto se desarrolló con el objetivo de mejorar y agilizar el proceso de estimación de presupuestos en la Constructora Sáenz mediante el diseño e implementación de una herramienta computacional en MS Excel, utilizando Visual Basic para Aplicaciones (VBA). A continuación, se presentan las conclusiones basadas en los objetivos específicos planteados:

- 1. Análisis del proceso actual de presupuestación:** Se identificaron las principales limitaciones en el método tradicional utilizado por la empresa, como la falta de estandarización y la dependencia de procedimientos manuales que incrementan la probabilidad de errores y retrasos en la entrega de presupuestos. La necesidad de un proceso estandarizado y automatizado resulta fundamental para mejorar la eficiencia y precisión en la elaboración de presupuestos.
- 2. La revisión de las buenas prácticas en la estimación de costos:** La incorporación de técnicas ya verificadas, como la estimación análoga, paramétrica y PERT, permite que la empresa mejore la precisión en la proyección de los costos. A través de la herramienta desarrollada, estas técnicas se han implementado contribuyendo al control y seguimiento de los costos. La estandarización de estas prácticas ha facilitado la integración de un sistema de gestión de costos alineando los procesos de la empresa con estándares internacionales de control de costos.
- 3. Desarrollo de la herramienta de estimación:** La herramienta desarrollada en MS Excel proporciona una solución efectiva para la automatización de los cálculos de costos y la centralización de la información relacionada con los materiales y los precios. Esta herramienta permite la actualización automática de los datos y presenta una interfaz accesible para los usuarios, lo que facilita su adopción y uso dentro de la empresa.
- 4. Validación de la herramienta mediante un proyecto piloto:** La aplicación de la herramienta en un proyecto piloto permitió validar su efectividad y precisión en comparación con los métodos tradicionales. Los resultados mostraron mejoras notables en la rapidez y exactitud de las estimaciones, así como una reducción en los errores humanos. La herramienta no solo optimiza el proceso de presupuestación, sino que también facilita la colaboración entre diferentes departamentos al utilizar la función de Excel de uso compartido por medio de la web y al estandarizar los formatos y centralizar la información.

# Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas del estudio, se presentan las siguientes recomendaciones, dirigidas a los distintos actores involucrados en el proceso de estimación de presupuestos de la Constructora Sáenz:

- **Para la Gerencia General:** Se recomienda implementar un plan de gestión de costos que incluya políticas y procedimientos estandarizados para la estimación y control de costos. Además, es fundamental fomentar el uso de la herramienta desarrollada en MS Excel con VBA, asegurando que todos los departamentos involucrados en la presupuestación la adopten como estándar, lo que contribuirá a una mayor consistencia y precisión en las estimaciones de costos.
- **Para el Departamento de Proyectos:** Es necesario realizar sesiones de capacitación para todos los empleados del departamento sobre el uso de la herramienta de estimación de presupuestos. Esto garantizará que todos los usuarios comprendan plenamente las funcionalidades de la herramienta y puedan utilizarla de manera efectiva. Además, se debe designar a un responsable dentro del departamento para la revisión y actualización periódica de la información en la herramienta, manteniendo la base de datos de materiales y costos actualizada. También se recomienda realizar mediciones de rendimiento de la mano de obra para evaluar la eficiencia y efectividad del personal en los proyectos. Programar la herramienta desarrollada para que calcule automáticamente estas mediciones facilitará una mejor gestión y control de los costos laborales, identificando áreas de mejora y optimización continua.
- **Para los Encargados de Presupuestos:** Se sugiere adoptar y utilizar técnicas avanzadas de estimación de costos, como la estimación paramétrica y la técnica PERT. Esto mejorará la precisión de las estimaciones y ayudará a gestionar mejor los riesgos y contingencias. Además, es fundamental documentar todas las suposiciones y bases de las estimaciones de manera clara y precisa, permitiendo realizar análisis y ajustes futuros de manera más efectiva. También se recomienda limitar el acceso a la base de datos de materiales para garantizar la seguridad y precisión de la información. Solo los usuarios autorizados deben tener permisos de edición, y se deben utilizar contraseñas y restricciones en MS Excel para proteger los datos. Una vez finalizado y aprobado un presupuesto, debe protegerse adecuadamente para evitar cambios no autorizados. Además, implementar un sistema de control de versiones asegurará la trazabilidad de cualquier modificación y permitirá restaurar cambios cuando sea necesario.
- **Para el Departamento de Finanzas:** Se recomienda utilizar la herramienta para el monitoreo continuo y control de los costos del proyecto. La integración de técnicas de análisis de valor ganado (EVA) ayudará a medir el desempeño del proyecto en términos de costo y tiempo, permitiendo la toma de decisiones informada y oportuna. Además, el departamento debe generar informes financieros detallados y precisos utilizando la herramienta, proporcionando una visión clara del estado financiero del proyecto a las partes interesadas, mejorando la transparencia y facilitando la supervisión efectiva.

Implementar estas recomendaciones permitirá a la Constructora Sáenz optimizar sus procesos de estimación de presupuestos, mejorando la precisión y eficiencia en la gestión de proyectos. La colaboración entre los diferentes departamentos y el uso adecuado de la herramienta desarrollada serán claves para el éxito en la implementación de estas mejoras.

# Referencias bibliográficas

- Alvarado, L. G. (2023). *El presupuesto de la construcción: plataforma de la planeación y el control*. Tecnológico de Costa Rica <https://api-tec.ipublishcentral.com/epubreader/el-presupuesto-de-la-construcción--plataforma-planeación-y-control50198776>
- Arango, A. (2014). *La importancia de un presupuesto en la construcción*. *Revista Colombiana de Ingeniería*, 1(2).
- Carrasco, J. B. (2011). *Gestión de procesos*. Santiago de Chile: Evolución SA.
- Constructora Sáenz. (2021). *Presupuesto para la construcción del EBAIS de Drake, perteneciente al Área de Salud de Osa*. Informe de Presupuesto.
- Eyssautier de la Mora, M. (2006). *Metodología de la investigación: Desarrollo de la inteligencia* (Quinta edición, (5ª. ed.)). México: International Thomson Editores.
- González Forero, H. (2019). *Presupuesto y control en un proyecto arquitectónico* (4ª. ed.). Ecoe Ediciones. <https://elibro-net.ezproxy.itcr.ac.cr/es/ereader/itcr/126590>
- Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hubbard, L. (2001). *Manual de Scientology*. Los Ángeles, CA: Bridge Publications.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (12th ed.). John Wiley & Sons.
- Lapedra, R., Forés, B., Puig-Denia, A., & Martínez-Cháfer, L. (2021). *Introducción a la gestión de sistemas de información en las empresas*.
- Lledó, P., & Rivarola, G. (2007). *Gestión de proyectos*.
- López, A. (2015). *La importancia del presupuesto en la gestión de proyectos de construcción*. *Revista de Ingeniería Civil*.
- Microsoft. (2020). *Collaborate in Excel in real-time*. Microsoft Support.
- Microsoft. (2021). *Introduction to sharing and collaborating on Excel files*. Microsoft Support.
- Ortega Siles, J. S. (2020). *Diseño y propuesta de implementación de un sistema de desarrollo de presupuestos para la empresa constructora Ingenieros Consultores Asociados de Cartago S.A. (IASA)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Project Management Institute. (2018). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK®) Guide-Sixth Edition / Agile Practice Guide Bundle (SPANISH)*. Project Management Institute, Inc.
- Ramírez, C. (2011). *Los presupuestos: sus objetivos e importancia*. *Revista cultural unilibre*, 2, 73-84.

- Sánchez, J., Rodríguez, M., & Rodríguez, L. (2016). *La Planificación de Proyectos: Acciones y Procesos para Alcanzar Objetivos Específicos*. Revista de Gestión de Proyectos
- Sarmiento Rojas, J. A. Correa Candamil, C. H. & Jiménez Roa, D. E. (2020). *Gestión de proyectos aplicada al PMBOK 6ed*. Editorial UPTC.
- Sepulveda Ponce, M. (2006). *Guía práctica para la elaboración de presupuestos*. Valdivia Chile: Universidad Austral de Chile.
- Solano Brenes, A. I. (2002). *Los principios y requisitos de un presupuesto*. Tecnología en Marcha, 15(2), 22-28.
- Ulate Soto, I., Vargas Morúa, E. (2012). *Metodología para elaborar una tesis como trabajo final de graduación: Para optar por el grado de Licenciatura en la Escuela de Ciencias de la Administración*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED).

# Apéndices

## Apéndice 1: Entrevista

Esta encuesta fue realizada el 20 de marzo del 2023, al encargado de Presupuestos y Ejecución de Proyectos, Diego Arauz Badilla, trabajador de la empresa por más de 3 años. Y sus respuestas no han sido alteradas, su síntesis y análisis se encuentran en el apartado de Resultados y Análisis de resultados.

- ¿Podría describir cómo se lleva a cabo actualmente el proceso de estimación de presupuestos en la empresa?

*Actualmente, como yo soy el que he manejaba la parte de presupuestos desde hace tres años, se puede decir que, como es la licitación o es la contratación administrativa, bueno, aquí nos llegan, revisamos los carteles, las especiaciones técnicas, vemos a ver si cumplimos. Y una vez determinamos si cumplimos, yo inicio lo que es el presupuesto. Yo tengo que agarrar listas recientes de proyectos que se han estado comprando, materiales, estimaciones de maniobras, estimaciones de maquinaria y en base a eso yo empiezo a darle forma proyecto. Si es una obra nueva uno empieza con lo que son obras preliminares, trámites, permisos, pues usted ya tiene un montón, un porcentaje que usted dice, bueno, del costo total del proyecto, este porcentaje es para permisos y trámites. después viene en la etapa del movimiento de tierras, que es uno si lo calcula con base en el proyecto, se hace la visita al sitio, se determina si el terreno tiene una pendiente muy quebrada, entonces si hay que hacer cortes, si hay que hacer relleno, si hay que hacer muros, eso también viene plasmado en planos, entonces ya, a partir de ahí, uno empieza a hacer el cálculo de material parte por parte, de cimientos, paredes, vigas, estructura de techo, la parte de acabado, repellos, pinturas, pisos, y todo lo que lleva a la obra exterior, y lo que es mecánico y eléctrico.*

- ¿Quiénes son los responsables de estimar presupuestos?

*En esta empresa seríamos yo y mi compañero, Ariel Gutiérrez Marín.*

- ¿Qué pasos o etapas comprende este proceso?

*Lo primero, lo primero para nosotros es ver el alcance del proyecto. Y no solo en la parte constructiva, sino en la parte técnica, administrativa y legal. ¿Por qué? Porque básicamente, digamos, a nosotros estamos más metidos en la contratación administrativa. Por ejemplo, un proyecto del Ministerio de Educación Pública, que no solamente te evalúan la parte para ver si este punto es que es la parte de experiencia, sino también la parte financiera. Entonces, son requisitos técnicos, ya son requisitos técnicos para la agilidad, entonces, nosotros hay que hacer el primero. La parte técnica que lo ve la compañera de Betsabé, o a veces cuando es del Ministerio de Educación Pública lo ve Ariel o cuando es de la CCSS, lo veo yo a ver si cumplimos. A partir de ahí, si determinamos que cumplimos, ahí vemos si le entramos o no la entramos. También vemos la zona del proyecto. Por ejemplo, proyecto en Limón, Guanacaste, o San José centro, nosotros casi no participamos. Pero, a las demás áreas, lo que es nivel país, sí. Entonces, si nosotros determinamos que cumplimos, ya le damos inicio. Entonces, ya llegamos y empiezo a leer las especies de técnicas, luego los planos, los imprimo. Y a partir de ahí, yo empiezo ya con una tabla de presupuesto que yo tengo, que es como un machote, que le sirve a usted para presupuestar cimientos, vigas, ¿qué hay que ir haciendo? Con forme usted vaya viendo, si el cimiento tiene tales características, si es una placa de aislada, si es una placa corrida, uno lo va determinando. Y eso, al final, genera un costo para cimientos. Después pasa paredes, después pasa vigas, columnas. Y así va, digamos, por etapas. Llega la parte de techos. Lo que son proyecto*

que se yo... cotizaciones de productos que son de pedido, contra pedido o que son características muy propias, por ejemplo, para los Ebais, para los Ebais, a usted le piden láminas protectoras, pisos epóxicos, entonces yo esa información la reúno, lo voy sacando de las discusiones, las discusiones técnicas y de los planos y eso se lo mando al proveedor, yo esa información la reúno, la parte de los aires, yo las reúnes y la mando a un proveo de los aires o a varios, para tener un parámetro comparativo que tal vez me cotizó más caro, entonces yo puedo ver si me están cotizando lo mismo, así es como se hace, la parte eléctrica por ejemplo, estamos acostumbrados a que llegue al proyecto, entonces yo le paso la información a la gente que hace instalaciones eléctricas y ellos me hacen la cotización y la lista de materiales.

- ¿Cuáles son las principales dificultades o desafíos que enfrentan durante la estimación de presupuestos?

Más que todos es la desinformación. Por ejemplo, usted va a comenzar un proyecto y a usted le dan los planos, y a sus planos están mal elaborados, no vienen detallados, usted muchas cosas no las presupuesta, pero resulta que llegan a la parte de ejecución y en la parte de ejecución le dicen "mira es que esto llevando detalle aquí", pero ¿dónde están? No está, y nos dicen "ustedes debieron de asumirlo". Ese es el principal problema. Cuando hay falta de información, ya sea que no está especificado en planos o que no esté en las especificaciones técnicas, eso es un problema muy grande. Porque a usted le toca, digamos, a veces subestimar más bien costos. Y a usted puede que le generen un costo mayor o puede que estén más bien no cotice ciertas cosas. Al final, si a usted lo adjudica, usted tiene que asumirlas y hacerlas.

- Considera que hay oportunidades de mejora. ¿Cuáles son?

Si claro, si claro, porque digamos, esto ha sido, desde que yo comencé ahorita ha sido un proceso continuo de mejora, nosotros hemos ido implementando cosas que tal vez materiales o gastos que no se contemplaban antes, ahora se están incluyendo, porque por el pasado de los años que usted ya logra terminar que le afecta y que no le afecta cada actividad, sin embargo, digamos en términos de agilizar procesos, si hay mucho que hacer y mucho que aprender, porque ahorita estamos como en una etapa donde todo es como a fuerza brota. ¿Por qué? Porque si bien es cierto, por ejemplo, yo tengo una hoja de cálculo para lo que es la CCSS, edificación de la CCSS, digamos de acá. Entonces, ¿qué pasa? Por ejemplo, esa hoja me funciona muy bien cuando es para la misma región, la región Brunca. Lo cimientos, las vigas, las columnas, todas son iguales. Ellos trabajan en este tipo de diseño. Entonces, yo, por ejemplo, a mí lo que me toca es contabilizar metros lineales de viga, cuantas columnas, tipo uno, tipo dos, cuantos cimientos, placas corrias, y eso lo voy ingresando a la hoja y no tengo que cambiar muchas cosas, pero ¿qué pasa? Que esa misma hoja no me va a servir a mí para un proyecto de la CCSS, por ejemplo, para la región de Alajuela o Guanacaste. ¿Por qué? Porque ellos tienen otros diseños de cimientos, tienen otros diseños de columnas, el edificio es diferente. Entonces, ahí si yo tengo que ir cambiando, contabilizando, si son seis o cuatro varillas para la placa corrida, si tienen los aros y son doble agua, son detalles que es manual. Eso es manual, digamos. Igual que las vigas. Las vigas yo tengo que ir viendo el de cuánto son cada viga, de cuánto es por cada lado. Entonces, digamos, es como muy, no es dinámico, en realidad, hay muchas áreas para mejorar. Si uno pudiera tener un programa o algo, o por lo menos tener una hoja programada donde usted no tenga que variar, no solamente, digamos, ¿qué sé yo? Por ejemplo, una placa corrida, y usted nada más ingrese los datos, la longitud, la cantidad de varillas, la separación de aros, la longitud de aros, o que él mismo le calcula ya con lo que son, por ejemplo, los recubrimientos, que la misma hoja quita los recubrimientos y esta es la longitud de aros, teórica, y que tire un presupuesto con la cantidad de materiales, que hale en los precios. Pero no lo tenemos, sino que más bien cada cierto tiempo hay una revisión de precios para ver. Yo voy a contestar un proyecto aquí, entonces, bueno, ¿Qué material estoy comprando ahorita que me pueda servir el precio para estimar un presupuesto? Es lo que yo pienso.

- ¿Existe algún tipo de estandarización en la elaboración de presupuestos dentro de la empresa?

No, por ejemplo, yo manejo una forma, el compañero maneja otra, es decir, el compañero viene a protestar algo de lo que yo hace, entonces él me dice a mí, ¿cómo hacemos esto?, entonces yo le digo, bueno, yo tengo esta memoria cálculo, puedes utilizarla para esta parte, y el verá cómo lo une, o cómo la presente, no es algo estándar, es completamente diferente, igual si yo voy a hacer un trabajo, yo lo que hago eso, nos vamos por partes, bueno, vamos a pasar al edificio de dos niveles, de 12 aulas

entonces, yo agarro y lo desgloso. Pero yo le llevo el dato de cuando cuesta el edificio. Y él lo incluye, ves, no es algo que mostremos o que estandaricemos de momento.

- ¿Hay documentación suficiente para verificar los presupuestos al finalizar la obra?

*Sí claro, porque al menos en lo que ha sido en CCSS siempre se ha tenido que presentar un presupuesto detallado. Hasta ahora con el nuevo cambio de la ley, a partir del año pasado, o diciembre del año pasado que entró la nueva ley es que esto varío, no es necesario que esté presente el presupuesto detallado, al menos que sea adjudicado, sin embargo, nosotros si tenemos la costumbre de que para estimar el costo de un proyecto es detallado, nosotros hacemos todo detallado, aunque tengamos que presentar un resumen. Eso nos sirve a nosotros para que después, si eso nosotros somos adjudicados, podamos llevar un control sobre el material, o ahí mismo nosotros hacemos ya, digamos, cada vez que hay un proyecto y hay que comenzar, nosotros tenemos la obligación de hacer una decoración. En esa depuración, volvemos a estimar. Pero ahora sí, lo hacemos más real al proyecto. ¿Eso qué significa? Que usted ya empieza a quitar desperdicios, cosas que tal vez usted lo mete el presupuesto, pero a la hora de ejecución, usted los quita, ya no es un desperdicio en 10, sino en 5% y eso empieza a reducir la lista de materiales y al final eso es lo que compramos, ese material que vamos a comprar y nosotros decimos bueno presupuestamos tanto, tenemos que comprobar tanto pasa con el cemento, con cementos extremos presupuestados a una cantidad y no pasamos de esa cantidad, entonces ahí lo que determina una vez que en obras se está gastando más no se están siguiendo los parámetros y uno dice bueno para una masificación de 210 kg/cm<sup>2</sup> utilicemos seis sacos y medio, seis sacos y si esa es la dosificación que me está siguiendo que pasa al final se gasta más, a usted en el caso de estar echando hasta doce sacos, si no sirve tener eso que sea dañado para la etapa de ejecución, y tener ese control y yo decía si yo tenía presupuestado 100 millones de materiales cuando yo estoy cerca de los 100 millones o si es menos y eso se refleja en utilidad o que se hace.*

- ¿Han identificado causas recurrentes de errores o fallas en presupuestos anteriores?

*Con el tema de mano de obra sí, sí a veces es un juego porque por ejemplo uno dice es un tipo A de tantos metros cuadrados. Hay un costo por mucho cuadrado, debemos cobrar tanto mano de obra pero a veces es fácil digamos y tal vez usted tiene eso y se atrasó hasta el proyecto y eso ya es un gasto más de mano de obra, por ejemplo un mes tiene 15 -30 personas trabajando diay es una panilla, ya me voy a decir que está bien costos y eso es una parte de costos pero digamos en la parte de presupuestos es recurrente que a veces es un error humano, no es una máquina es muy probable que usted en algo se equivoque, que tal vez por ejemplo yo estoy midiendo y mientras lo medí aquí, lo paseé al cuaderno y del cuaderno al Excel y haya cometido un error ¿Qué sería entonces? que usted vuelva a revisar. Dice no tienes tiempo, a mí eso es un riesgo que usted siempre está ocurriendo, o que por ejemplo, sea, y se dio ahora recientemente, una mala visita en sitio, y usted le dice, mira, de este proyecto tenemos que presupuestar, la sustitución del 80% de las láminas de cielo, y usted lo hace cuando llega a construir, la misma personal que te digo usted, que a veces puede pasar el 80%, y a usted le dicen, no, es que usted tiene que cambiarlo del 100%, porque tal vez el eléctrico, el ingeniero eléctrico que hizo la parte eléctrica, dijo que lo culpa que le cambia el 100%, pero nunca se ha pusieron de acuerdo, entonces usted llega y ya usted tiene un déficit ahí, porque usted no lo presupuestó, o valores de que usted algo no lo contabilizó, o una ventana que no vio, una mueble que no contó, esos son valores recurrentes, digamos, y siempre están ahí, que en algún momento se supone que para eso uno pone los imprevistos, los imprevistos tal vez no tienen que ver, tal vez por están para estas cosas, porque se supone que se están ahí, y usted tiene que contabilizarlos, pero es un error tan malo de que usted no contó algo o usted estaba haciendo un presupuesto se distrajo cuando volvió o si no vemos la línea.*

- ¿Cómo se obtienen actualmente las cotizaciones para los materiales y recursos necesarios en los proyectos?

*Por ejemplo con el tema del material ya nosotros estamos ahí muy estandarizados de que tenemos proveedores muy específicos, el proveedor aquí fuerte para nosotros es ferretería Boston, y estamos hablando de que con ellos llevamos a todo lado porque nos da mejor precio que incluso ferretería de la zona, es por un tema de ya la relación comercial de varios años de que nosotros podemos decir cotizamos con Boston un material que va para Golfito, Guanacaste, porque la logística de ellos les da para tener el material*

en San José y de ahí para Guanacaste, cosas así, pero en temas de materiales de construcción digamos está la ferretería Boston, en lo que es eléctrica tenemos una relación comercial con IESA, ahora en el que están entrando fuertemente, para lo que es tuberías estructurales, lo trabajamos también con Boston, estamos trabajando ahora llegó una gente también que llama Multiperfiles e hicieron unas bodegas ahí en Puntarenas gigantescas también y son muy fuertes, tenemos relación comercial con lo que es Tecnigypson, Macoma, Turman, lo que es compra de tubería, para tubería eléctrica, entonces básicamente es lo mismo, nosotros el material lo tenemos mapeado por todo lado, nos llega a los proyectos, también los compañeros ya, y ya lo que es compra menor, lo que es compra menor día sí, por general en cada proyecto buscamos un proveedor en específico o dos y le decimos mira necesitamos que nos lleve tal cosa, los agregados no, los agregados son muy propios cada sitio, nos no vamos a mandar viajes de agregados desde aquí a Guanacaste, sino que buscamos en Guanacaste y nos venden agregados en Puntarenas, en Golfitos, en San Vito, lo manejamos así.

- ¿Quién o quiénes son los responsables de obtener las cotizaciones?

No, nosotros tenemos la parte, nosotros somos de proyecto y esta es la parte de proveería que es el compañero Jorge, lo que hacemos es generar la lista del material, la vemos con proveería que dore y él la manda a cotizar, pero nosotros se la damos separada, por ejemplo yo si tengo materiales de Durman, que tengo materiales de IESA, si tengo materiales de Boston, yo se lo separo y bueno esto es lo que hay que cotizar para el proyecto y él se encarga directamente de negociar los descuentos, los fletes, las entregas y los precios.

- ¿Existe alguna base de datos centralizada para almacenar información de proveedores y precios de materiales?

Como le digo, base de datos no tenemos. Sí sería bueno tener una base de datos que uno pueda estar actualizando. ¿Por qué? Porque eso me serviría a mí, me serviría a mi compañero, le serviría a cualquiera que quiera hacer un presupuesto acá, y que usted tenga ya, es lo que hacen las empresas, tener una base de datos. Con esa base de datos usted dice, saca un presupuesto, pero ahorita no lo tenemos, digamos, por ejemplo, yo ahorita tengo una lista, si yo ocupo le digo a Jorge, el material que usted compró para el laboratorio, pásame esa listilla para ver los precios, ya que estoy haciendo un presupuesto con los precios, porque sé que me va a salir en ese rango, pero no tengo una base de datos donde yo tenga que meterme y buscar, ahora digamos, ahora es diferente también, ahora usted digamos, usted sabe que si usted pone un precio en material, usted lo busca en línea y le sale, pero ciertas cosas no, lo que apaga es que por ejemplo, yo puedo buscar un precio en costa de plazas, pero yo sé que es un 30% más caro lo que yo lo compro.

- ¿Cuánto tiempo y esfuerzo se invierte en la búsqueda de cotizaciones?

Diay, el tiempo que dure haciendo el presupuesto, porque a veces digamos, yo estoy presupuestando un proyecto, y entonces yo sé que mientras estoy presupuestando, yo estoy mandando a cotizar, y antes de que termine el tiempo, yo cada proveedor le digo, bueno, yo tengo que presentar este proyecto tal día, necesito la cotización tal día. Hay proveedores que son muy rápidos, y otros que son más lentos, entonces ya ellos saben que antes de que se me venza el plazo, ellos tienen que pasármela a mí. ¿Por qué? Porque yo tengo que agarrar los precios de ellos y meterlos en el presupuesto. Entonces, por ejemplo, si un proyecto yo tengo cinco días, yo ni busco cotizaciones, sino que busco cotizaciones antiguas, ¿verdad? Ahí entra la función de una base de datos, que yo lo buscaría una base de datos y los pondría. Pero si yo hago un proyecto y yo tengo un mes para presupuestar, yo cotizo. Cotizo muebles, cotizo todo. Trato de cotizar todo para tener un escenario real del proyecto.

- ¿Cómo se maneja la diversidad de formatos utilizados por diferentes encargados en la presentación de presupuestos?

Ahí vamos a la misma parte. Yo tengo un formato, como ya tiene un formato, porque somos de partes, digamos, que diferentes. Pero, sin embargo, por ejemplo, en el caso de mí y el caso de mi compañero, yo sé que lo hemos manejaba así, yo tengo un formato para la caja, ¿entonces qué hago yo? Cuando yo le mando a presupuestar al eléctrico, para que me haga la parte eléctrica, yo le paso un formato y le digo montese en ese formato. Eso qué significa, cuando él termina, yo puedo agarrar esa información, copiar y

pegar. Para términos más rápidos, si no yo igual lo incluyo, pero me permite copiar y que todo sea estándar. No que se tenga que andar acomodando líneas, celdas, cosas, no. Y si trato digamos, por ejemplo, la UCR, la UCR a usted le pide un formato, el Ministerio de Salud le pide otro formato, la caja le pide su formato, entonces a la hora que usted presenta, si es variado, usted no puede estandarizar con un solo formato. Para usted, en términos de empresas, si le funciona, porque usted al final está lo que tiene que transcribir, al formato que ahí nos piden.

- ¿Se realizan esfuerzos para estandarizar la presentación y nomenclatura de los presupuestos?  
Sí, sí, porque, digamos, el esfuerzo ha sido más bien a través de los años, de que yo mantenga o que usted revise, por ejemplo, usted revisa presupuestos que se hayan presentado a la CCSS y se han estandarizado mucho, por lo mismo, porque a uno le sirve que esa misma hoja de Excel, si ya tiene programado la parte de cimiento entonces nada más ingresa, cargar la misma hoja, le cambia el nombre del proyecto, le cambia información y empieza a llenarla, entonces se busca eso, ya se ha hecho en términos de Excel lo más sencillo.

- ¿Cómo afecta esta diversidad de formatos a la colaboración entre los miembros del equipo?  
Que hay una fase o una pérdida de tiempo en unificar o presentar algo. Por ejemplo, si la compañera o el compañero que hacen una parte, si estuviéramos trabajando en un mismo proyecto, necesitamos que nos pongamos de acuerdo a ver qué vamos a utilizar o cómo vamos a hacer para que al final la hora de unir se nos haga más fácil. ¿Qué pasa por ejemplo? Probamos con una nueva persona, le decimos cotícenos la parte eléctrica y resulta que él me envía un formato, me envía un Word y que estamos hablando porque él le gusta hacerlo un Word, entonces ¿qué pasa? Cuando llego y mezclo, el Word, Excel, ahí dentro de todo se va y es una pérdida de tiempo que tanto de él al ver como unificamos.

# Apéndice 2: Guía de Usuario

## Introducción

Esta guía tiene como objetivo proporcionar instrucciones claras y detalladas para el uso de la herramienta de Excel desarrollada para la estimación de presupuestos en proyectos de construcción. La herramienta está diseñada para facilitar el ingreso, edición y cálculo de materiales, así como la generación de presupuestos completos y precisos.

## Base de Datos

### Ingreso de Nuevos Materiales

Para ingresar un nuevo material, siga los siguientes pasos:

1. **Ingrese a la hoja llamada "Materiales".**
2. **Ubicación del Cuadro:** Diríjase al cuadro en la parte derecha de la hoja denominado "Ingreso de Nuevos Materiales".
3. **Ingreso de Datos:** Ingrese la información del material en los campos correspondientes:
  - **Grupo:** Seleccione la familia a la que pertenece el material, por ejemplo, Agregados o Pinturas.
  - **Especificación Técnica:** Ingrese el nombre y las características distintivas del material.
  - **Unidad:** Especifique la unidad de medida utilizada.
  - **Precio Unitario:** Ingrese el costo por cada unidad del material.
  - **Proveedor:** Indique el proveedor del material.
  - **Fecha de Actualización:** Registre la fecha en que se actualizó el precio del material.
4. **Guardar:** Una vez ingresada toda la información, guarde los datos para que se transfieran a la base de datos principal.

| Grupo       | Código         | Especificaciones Técnicas   | Unidad | Precio Unitario | Proveedor   | Fecha de Actualización |
|-------------|----------------|---|--------|-----------------|-------------|------------------------|
| Acero       | Agregado       |   |        |                 |             |                        |
| Alambre     | Bisagra        | Acero Angular 50x50x5.0mm   | un     | \$230.00        |             | 30/05/2024             |
| Cemento     | Cerradura      | Acero Angular 50x50x5.0mm   | un     | \$225.00        |             | 30/05/2024             |
| Clavos      | Disco de Corte | Acero Lámina Desplegada Sobre Puesta #1 (3.00mm) x 1.22m x 2.44m Rombo de 25x50mm | un     | \$28.000.00     |             | 30/05/2024             |
| GeoTextil   | Gypsum         | Acero Lámina Hierro Negro 3/2" (12.7mm) x 1.22x2.44m                              | un     | \$180.000.00    |             | 31/05/2024             |
| Lija        | Madera         | Acero Lámina Hierro Negro 3/8" (9.5mm) x 1.22x2.44m                               | un     | \$45.000.00     |             | 31/05/2024             |
| Mampostería | Mecánico       | Acero Lámina Hierro Negro 3/16" (1.48mm) x 1.22x2.44m                             | un     | \$70.000.00     |             | 31/05/2024             |
| Mortero     | Pintura        | Acero Lámina Hierro Pulido #18 (1.20mm) x 1.22m x 2.44m                           | un     | \$26.000.00     |             | 31/05/2024             |
| Repello     | Sanitario      | Acero Perfil C 2x2" RT116 (50x75x1.5mm) x 6m                                      | un     | \$9.100.00      |             | 31/05/2024             |
| Sellador    | Soldadura      | Acero Perfil C Galvanizado RT209 16 2x2" (50x75x1.5mm) x 6m                       | un     | \$13.100.00     |             | 31/05/2024             |
| Tomillería  | Varita         | Acero Perfil RT 75x50x1.5mm HG  | un     | \$13.900.00     |             | 31/05/2024             |
|             |                | Acero Tubo Estructural 3x3" (75x75x2.38mm) x 6m                                   | un     | \$39.200.00     |             | 31/05/2024             |
|             |                | Acero Tubo Estructural 4x4" (100x100x2.38mm) x 6m                                 | un     | \$40.500.00     |             | 31/05/2024             |
|             |                | Acero Tubo Hierro Galvanizado 1x2" (25x50x1.5mm) x 6m                             | un     | \$7.600.00      |             | 31/05/2024             |
|             |                | Acero Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 3x3" (25x25x1.8mm) x 6m              | un     | \$11.400.00     |             | 30/05/2024             |
|             |                | Acero Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x1.8mm) x 6m            | un     | \$27.300.00     |             | 31/05/2024             |
|             |                | Acero Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x2.38mm) x 6m           | un     | \$39.300.00     |             | 31/05/2024             |
|             |                | Acero Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x1.7mm) x 6m            | un     | \$40.500.00     |             | 31/05/2024             |
|             |                | Acero Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 6x6" (150x150x2.38mm) x 6m           | un     | \$38.200.00     |             | 31/05/2024             |
|             |                | Acero Tubo Hierro Negro Estructural Rectangular 1x3" (25x75x1.8 mm) x 6m          | un     | \$11.400.00     |             | 30/05/2024             |
|             |                | Acero Tubo Hierro Negro Estructural Rectangular 1x4" (25x75x1.5 mm) x 6m          | un     | \$11.400.00     |             | 30/05/2024             |
|             |                | Acero Tubo Hierro Negro Estructural Rectangular 2x4" (50x100x1.8mm) x 6m          | un     | \$19.700.00     |             | 31/05/2024             |
|             |                | Agregado Arena Fina   | m3     | \$2341.67       |             | 30/05/2024             |
|             |                | Agregado Ladrillo   | m3     | \$16.500.00     |             | 30/05/2024             |
|             |                | Agregado Piedra   | m3     | \$32.958.33     |             | 29/05/2024             |
|             |                | Agregado Piedra 1/4 pie   | m3     | \$32.958.33     |             | 30/05/2024             |
|             |                | Alambre Asm 1/8" (1.6mm)  | kg     | \$805.00        | Abonos Agro | 29/05/2024             |
|             |                | Bisagra   | un     | \$9.782.20      |             | 30/05/2024             |
|             |                | Cemento Cemento 50kg/Holcim   | saco   | \$6.777.30      |             | 30/05/2024             |
|             |                | Cerradura   | un     | \$40.000.00     |             | 30/05/2024             |
|             |                | Clavos Clavos 65mmx2 1/2"   | kg     | \$1.052.72      | Abonos Agro | 30/05/2024             |
|             |                | Clavos Clavos 75mmx2 1/2"   | kg     | \$1.052.72      | Abonos Agro | 29/05/2024             |
|             |                | Disco de Corte Disco Corte Metal 9x1 1/8" (24x49) 10T Dewalt                      | un     | \$2.368.50      |             | 30/05/2024             |

## Edición de Materiales

Para editar un material existente:

1. **Acceso a la Tabla:** Diríjase a la tabla principal de la base de datos.
2. **Búsqueda del Material:** Localice el material que necesita editar.
3. **Edición Directa:** Haga clic en la celda correspondiente y realice los cambios necesarios.
4. **Guardado Automático:** Los cambios se guardarán automáticamente al salir de la celda.

The screenshot displays an Excel spreadsheet titled 'Base de Datos de Materiales'. On the left, there is a 'Grupo' (Group) list with categories like Acero, Alambre, Cemento, etc. The main area contains a table with columns: Código, Especificaciones Técnicas, Unidad, Precio/Unitario, Proveedor, and Fecha de Actualización. On the right, there is a form titled 'Ingreso de Nuevos Materiales' with input fields for Group, Technical Specifications, Unit, Price/Unit, Provider, and Update Date, along with an 'Agregar Material' button.

| Código         | Especificaciones Técnicas   | Unidad | Precio/Unitario | Proveedor   | Fecha de Actualización |
|----------------|---|--------|-----------------|-------------|------------------------|
| Acero          | Angular 100x100x6.4mm   | un     | \$33 800.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Angular 50x50x3.2mm   | un     | \$320.00        |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Angular 50x50x6.4mm   | un     | \$22 500.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Lámina Desplegada Sobre Puesta #1 (3.00mm) x 1.22m x 2.44m Rombo de 25x50mm | un     | \$28 000.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Lámina Hierro Negro 1/2" (12.7mm) x 1.22x2.44m                              | un     | \$180 000.00    |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Lámina Hierro Negro 1/8" (3.2mm) x 1.22x2.44m                               | un     | \$45 000.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Lámina Hierro Negro 3/16" (4.8mm) x 1.22x2.44m                              | un     | \$70 000.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Lámina Hierro Pulido 1/8" (1.20mm) x 1.22m x 2.44m                          | un     | \$26 000.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Perfil C 2x3" RT116 (50x75x1.5mm) x 6m                                      | un     | \$9 100.00      |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Perfil C Galvanizado RTG0-16 2x3" (50x70x1.5mm) x 6m                        | un     | \$13 100.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Perfil RT 75x50x1.8mm HG  | un     | \$13 100.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Estructural 3x3" (75x75x2.38mm) x 6m                                   | un     | \$38 200.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Estructural 4x4" (100x100x2.38mm) x 6m                                 | un     | \$40 500.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Galvanizado 1x2" (25x50x1.5mm) x 6m                             | un     | \$7 691.00      |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 1x1" (25x25x1.8mm) x 6m              | un     | \$11 400.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x1.8mm) x 6m            | un     | \$27 300.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x2.38mm) x 6m           | un     | \$39 100.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x3.17mm) x 6m           | un     | \$40 500.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 6x6" (150x150x2.38mm) x 6m           | un     | \$38 200.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Rectangular 1x3" (25x75x1.8 mm) x 6 m         | un     | \$11 400.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Rectangular 1x4" (25x96x1.5 mm) x 6 m         | un     | \$11 400.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Rectangular 2x4" (50x96x1.8mm) x 6m           | un     | \$18 700.00     |             | 31/05/2024             |
| Agregado       | Arena Fina  | m3     | \$23 541.67     |             | 30/05/2024             |
| Agregado       | Lastre para Reteno  | m3     | \$16 500.00     |             | 30/05/2024             |
| Agregado       | Piedra Cuarta   | m3     | \$32 968.33     |             | 29/05/2024             |
| Agregado       | Piedra Quinta 1" pnc  | m3     | \$32 968.33     |             | 30/05/2024             |
| Alambre        | Alambre Negro #16 (1.58mm)  | kg     | \$688.68        | Abonos Agro | 29/05/2024             |
| Bisagra        | Bisagra   | un     | \$6 782.20      |             | 30/05/2024             |
| Cemento        | Cemento Gris 50kg Holcim  | saco   | \$6 777.30      |             | 30/05/2024             |
| Cerradura      | Cerradura   | un     | \$40 000.00     |             | 30/05/2024             |
| Clavos         | Clavo C/c 65mm=2 1/2"   | kg     | \$1 062.72      |             | 30/05/2024             |
| Clavos         | Clavos 2"   | kg     | \$1 062.72      | Abonos Agro | 29/05/2024             |
| Disco de Corte | Disco Corte Metal 8"x1/8"x7/8 Dwy4918f Dewalt                               | un     | \$2 386.50      |             | 30/05/2024             |

Para buscar materiales por grupo:

1. **Ubicación del Cuadro:** En la parte izquierda de la hoja, encontrará un cuadro llamado "Grupo".
2. **Selección del Grupo:** Seleccione el grupo o los grupos deseados. La base de datos filtrará y mostrará solo los materiales pertenecientes a los grupos seleccionados.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data structure:

| Código         | Especificaciones Técnicas   | Unidad | Precio/Unitario | Proveedor   | Fecha de Actualización |
|----------------|---|--------|-----------------|-------------|------------------------|
| Acero          | Angular 100x100x6.4mm   | un     | \$33 800.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Angular 50x50x3.2mm   | un     | \$320.00        |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Angular 50x50x6.4mm   | un     | \$22 500.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Lámina Desplegada Sobre Puesta #1 (3.00mm) x 1.22m x 2.44m Rombó de 25x50mm | un     | \$28 000.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Lámina Hierro Negro 1/2" (12.7mm) x 1.22x2.44m                              | un     | \$180 000.00    |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Lámina Hierro Negro 1/8" (3.17mm) x 1.22x2.44m                              | un     | \$45 000.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Lámina Hierro Negro 3/16" (4.76mm) x 1.22x2.44m                             | un     | \$70 000.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Lámina Hierro Pulido #16 (1.20mm) x 1.22m x 2.44m                           | un     | \$26 000.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Perfil C 2x3" RT116 (50x75x1.5mm) x 6m                                      | un     | \$9 100.00      |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Perfil C Galvanizado RTG0-16 2x3" (50x70x1.5mm) x 6m                        | un     | \$13 100.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Perfil RT 75x50x1.8mm HG  | un     | \$13 100.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Estructural 3x3" (75x75x2.38mm) x 6m                                   | un     | \$38 200.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Estructural 4x4" (100x100x2.38mm) x 6m                                 | un     | \$40 500.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Galvanizado 1x2" (25x50x1.5mm) x 6m                             | un     | \$7 691.00      |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 1x1" (25x25x1.8mm) x 6m              | un     | \$11 400.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x1.8mm) x 6m            | un     | \$27 300.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x3.38mm) x 6m           | un     | \$39 100.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 4x4" (100x100x3.17mm) x 6m           | un     | \$40 500.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Cuadrado 6x6" (150x150x2.38mm) x 6m           | un     | \$38 200.00     |             | 31/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Rectangular 1x3" (25x75x1.8 mm) x 6 m         | un     | \$11 400.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Rectangular 1x4" (25x96x1.5 mm) x 6 m         | un     | \$11 400.00     |             | 30/05/2024             |
| Acero          | Tubo Hierro Negro Estructural Rectangular 2x4" (50x100x1.8mm) x 6m          | un     | \$18 700.00     |             | 31/05/2024             |
| Agregado       | Arena Fina  | m3     | \$23 541.67     |             | 30/05/2024             |
| Agregado       | Lastre para Relleno   | m3     | \$16 500.00     |             | 30/05/2024             |
| Agregado       | Piedra Cuarta   | m3     | \$32 958.33     |             | 29/05/2024             |
| Agregado       | Piedra Quinta 1" pnc  | m3     | \$32 958.33     |             | 30/05/2024             |
| Alambre        | Alambre Negro #16 (1.58mm)  | kg     | \$888.68        | Abonos Agro | 29/05/2024             |
| Bisagra        | Bisagras  | un     | \$8 782.20      |             | 30/05/2024             |
| Cemento        | Cemento Gris 50kg Holcim  | saco   | \$6 777.30      |             | 30/05/2024             |
| Cerradura      | Cerradura   | un     | \$40 000.00     |             | 30/05/2024             |
| Clavos         | Clavo Cte C/c 65mmx2 1/2"   | kg     | \$1 062.72      |             | 30/05/2024             |
| Clavos         | Clavos 2"   | kg     | \$1 062.72      | Abonos Agro | 29/05/2024             |
| Disco de Corte | Disco Corte Metal 9"x118x7/8 Dv4918F Dewalt                                 | un     | \$2 398.50      |             | 30/05/2024             |

# Cálculo de Materiales

## Cálculo de un Elemento o Actividad Constructiva

### Método Automático

1. **Cuadro de Cálculo de Materiales:** Dirijase al cuadro de "Cálculo de Materiales".
2. **Selección del Elemento:** Seleccione el tipo de elemento que desea calcular (Muros, Vigas, Placas Corridas, Columnas).
3. **Ingreso de Datos:** Complete todos los campos solicitados en la tabla.
4. **Cálculo:** Una vez ingresados todos los datos, el sistema realizará los cálculos automáticamente.

The screenshot shows the 'Cálculo de Materiales' application window. The main form on the left contains the following fields:

- Tipo de Elemento: Muro (indicated by arrow 2)
- Nombre del Elemento: (empty)
- Cantidad de Elementos: (empty)
- Altura (m): (empty)
- Longitud (m): 3 (indicated by arrow 3)
- Resistencia del Concreto: (empty)
- Separación de Acero Horizontal (m): (empty)
- Separación de Acero Vertical (m): (empty)

The 'Calcular' button is highlighted with a yellow arrow (indicated by arrow 4). To the right, there are two tables for 'Asignación de Especificaciones Técnicas' and a 'Resultados' table.

5. **Asignación de Especificaciones Técnicas:** Los resultados se mostrarán en el cuadro correspondiente, donde podrá asignar las especificaciones técnicas necesarias.
6. **Guardar Resultados:** Guarde los datos para que se almacenen en el cuadro de "Resultados". Este proceso puede repetirse para diferentes actividades relacionadas.



## Método Manual

1. **Cuadro de Asignación Manual de Especificaciones Técnicas:** Utilice este cuadro para ingresar manualmente los datos.
2. **Ingreso de Datos:** Asigne un nombre al elemento o actividad, seleccione el grupo, ingrese la cantidad, la unidad y la especificación técnica.
3. **Guardar:** Guarde los datos para que se recopilen en el cuadro de "Resultados".

**Cálculo de Materiales**

Limpiar Guardar

Limpiar Exportar

**Cálculo de Materiales**

Tipo de Elemento: Muro

Nombre del Elemento:

Cantidad de Elementos:

Altura (m):

Longitud (m):

Resistencia del Concreto:

Separación de Acero Horizontal (m):

Separación de Acero Vertical (m):

Calcular

**Asignación de Especificaciones Técnicas**

| Grupo / Detalle   | Cantidad | Unidades | Especificación Técnica |
|-------------------|----------|----------|------------------------|
| Muro Tipo M1.2.8m | 1        | un       |                        |
| Mampostería       | 350      | un       |                        |
| Varilla           | 12       | un       |                        |
| Varilla           | 28       | un       |                        |
| Mortero           | 23.33    | sacos    |                        |
| Cemento           | 10.73    | sacos    |                        |
| Agregado          | 0.89     | m3       |                        |
| Agregado          | 1.3      | m3       |                        |
| Repele            | 9        | saco     |                        |
| Repele            | 5        | saco     |                        |

Limpiar Guardar

**Asignación de Especificaciones Técnicas de Forma Manual**

| Grupo / Detalle   | Cantidad | Unidades | Especificación Técnica |
|-------------------|----------|----------|------------------------|
| Muro Tipo M1.2.8m | 1        | un       |                        |
| Mampostería       | 350      | un       |                        |
| Varilla           | 12       | un       |                        |
| Varilla           | 28       | un       |                        |
| Mortero           | 23.33    | sacos    |                        |
| Cemento           | 10.73    | sacos    |                        |
| Agregado          | 0.89     | m3       |                        |
| Agregado          | 1.3      | m3       |                        |
| Repele            | 9        | saco     |                        |
| Repele            | 5        | saco     |                        |

**Cálculo de Materiales**

Limpiar Guardar

Limpiar Exportar

**Cálculo de Materiales**

Tipo de Elemento: Muro

Nombre del Elemento:

Cantidad de Elementos:

Altura (m):

Longitud (m):

Resistencia del Concreto:

Separación de Acero Horizontal (m):

Separación de Acero Vertical (m):

Calcular

**Asignación de Especificaciones Técnicas**

| Grupo / Detalle   | Cantidad | Unidades | Especificación Técnica |
|-------------------|----------|----------|------------------------|
| Muro Tipo M1.2.8m | 1        | un       |                        |
| Mampostería       | 350      | un       |                        |
| Varilla           | 12       | un       |                        |
| Varilla           | 28       | un       |                        |
| Mortero           | 23.33    | sacos    |                        |
| Cemento           | 10.73    | sacos    |                        |
| Agregado          | 0.89     | m3       |                        |
| Agregado          | 1.3      | m3       |                        |
| Repele            | 9        | saco     |                        |
| Repele            | 5        | saco     |                        |

Limpiar Guardar

**Resultados**

| Especificación Técnica                     | Cantidad | Unidades |
|--|----------|----------|
| Muro Tipo M1.2.8m                          | 1        | un       |
| Block 20x20x40 Clase APC                   | 350      | un       |
| Varilla Deformada G60 #4 (12mm) 1/2" x 6m  | 12       | un       |
| Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm) 3/8" x 6m | 28       | un       |
| Plancha Tipo M 48kg/m2                     | 23.33    | sacos    |
| Cemento Gris 50kg/Holcim                   | 10.73    | sacos    |
| Arena Fina                                 | 0.89     | m3       |
| Piedra Quinta 1" pnc                       | 1.3      | m3       |
| Repelem Fino Gris 40kg/Intaco              | 9        | saco     |
| Repelem Grueso 40kg/Intaco                 | 5        | saco     |

**Asignación de Especificaciones Técnicas de Forma Manual**

| Grupo / Detalle   | Cantidad | Unidades | Especificación Técnica                     |
|-------------------|----------|----------|--|
| Muro Tipo M1.2.8m | 1        | un       |  |
| Mampostería       | 350      | un       | Block 20x20x40 Clase APC                   |
| Varilla           | 12       | un       | Varilla Deformada G60 #4 (12mm) 1/2" x 6m  |
| Varilla           | 28       | un       | Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm) 3/8" x 6m |
| Mortero           | 23.33    | sacos    | Plancha Tipo M 48kg/m2                     |
| Cemento           | 10.73    | sacos    | Cemento Gris 50kg/Holcim                   |
| Agregado          | 0.89     | m3       | Arena Fina                                 |
| Agregado          | 1.3      | m3       | Piedra Quinta 1" pnc                       |
| Repele            | 9        | saco     | Repelem Fino Gris 40kg/Intaco              |
| Repele            | 5        | saco     | Repelem Grueso 40kg/Intaco                 |

# Exportación de Datos

1. **Exportar Resultados:** Una vez obtenidos todos los resultados necesarios, utilice el botón "Exportar" en la parte superior.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following components:

- Formulario de Cálculo de Materiales:** Located on the left, it includes input fields for:
  - Tipo de Elemento: Muro
  - Nombre del Elemento:
  - Cantidad de Elementos:
  - Altura (m):
  - Longitud (m):
  - Resistencia del Concreto:
  - Separación de Acero Horizontal (m):
  - Separación de Acero Vertical (m):
  - Botón: Calcular
- Tabla de Asignación de Especificaciones Técnicas:** A table with columns: Grupo / Detalle, Cantidad, Unidades, Especificación Técnica. It lists materials like Mampostería, Varilla, Mortero, Cemento, etc.
- Tabla de Resultados:** A table with columns: Especificación Técnica, Cantidad, Unidades. It lists materials like Muro Tipo M12.8m, Block 20x20x40, Varilla Deformada, etc.
- Botones de Acción:** 'Limpiar' and 'Guardar' buttons are present above and below the tables. A yellow arrow points to the 'Exportar' button in the top right corner.

2. **Hoja de Presupuesto:** Los datos se exportarán a la hoja "Presupuesto", donde se compilarán en un formato adecuado para compartir.

**CONSTRUCTORA SAENZ**

|                   |  |
|-------------------|--|
| PROYECTO:         | Construcción del EBAIS de Drake, perteneciente al Área de Salud de Osa                             |
| UBICACIÓN:        | Osa, Puntarenas  |
| PROPIETARIO:      | Área de Gestión de Bienes y Servicios de la Dirección Regional de Servicios de Salud Región Branca |
| FECHA APERTURA:   | 05 de marzo del 2021   |
| PLAZO DE ENTREGA: | 140 Días Hábiles   |

| TABLA DE PRESUPUESTO                        |          |           |                 |                   |
|---|----------|-----------|-----------------|-------------------|
| Descripción del Material                    | Cantidad | Unidad    | Precio Unitario | Precio Total      |
| <b>1 Muro Tipo M1 2,8m</b>                  | <b>1</b> | <b>un</b> |                 |                   |
| Block 20x20x40 Clase A PC                   | 350      | un        | 640,00          | 224 000,00        |
| Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 12       | un        | 4 305,00        | 51 660,00         |
| Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m | 28       | un        | 2 214,00        | 61 992,00         |
| Pegablok Tipo M 40kg Intaco                 | 23,33    | sacos     | 3 261,96        | 76 101,53         |
| Cemento Gris 50kg Holcim                    | 10,73    | sacos     | 6 777,30        | 72 720,43         |
| Arena Fina                                  | 0,89     | m3        | 23 541,67       | 20 952,09         |
| Piedra Quinta 1ª pnc                        | 1,3      | m3        | 32 958,33       | 42 845,83         |
| Repemax Fino Gris 40kg Intaco               | 9        | sacos     | 3 923,70        | 35 313,30         |
| Repemax Grueso 40kg Intaco                  | 5        | sacos     | 3 265,65        | 16 328,25         |
| <b>Total de Materiales</b>                  |          |           |                 | <b>601 913,42</b> |
| <b>Mano de Obra</b>                         |          |           |                 |                   |
| <b>Otros Gastos</b>                         |          |           |                 |                   |
| <b>Total</b>                                |          |           |                 | <b>601 913,42</b> |

Botones de acción: Borrar Presupuesto, Cierre de Oferta, Resumen de Materiales

pestañas: Calculo de Materiales, **Presupuesto**, Resumen, Materiales

# Generación y Cierre de Presupuesto

1. **Cierre de Oferta:** Utilice el botón "Cierre de Oferta" para generar un formato que incluya la suma de los montos correspondientes a materiales, mano de obra, otros gastos, materiales indirectos, mano de obra indirecta, imprevistos y utilidades.

**CONSTRUCTORA SAENZ**

PROYECTO: Construcción del EBAlS de Drake, perteneciente al Área de Salud de Osa  
 UBICACIÓN: Osa, Puntarenas  
 PROPIETARIO: Área de Gestión de Bienes y Servicios de la Dirección Regional de Servicios de Salud Región Branca  
 FECHA APERTURA: 05 de marzo del 2021  
 PLAZO DE ENTREGA: 140 Días Hábiles

| TABLA DE PRESUPUESTO                        |          |           |                 |                     |
|---|----------|-----------|-----------------|---------------------|
| Descripción del Material                    | Cantidad | Unidad    | Precio Unitario | Precio Total        |
| <b>1 Muro Tipo M1 2,8m</b>                  | <b>1</b> | <b>un</b> |                 |                     |
| Block 20x20x40 Clase A PC                   | 350      | un        | \$640,00        | \$224 000,00        |
| Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 12       | un        | \$4 305,00      | \$51 660,00         |
| Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m | 28       | un        | \$2 214,00      | \$61 992,00         |
| Pegablok Tipo M 40kg Intaco                 | 23,33    | sacos     | \$3 261,96      | \$76 101,53         |
| Cemento Gris 50kg Holcim                    | 10,73    | sacos     | \$6 777,30      | \$72 720,43         |
| Arena Fina                                  | 0,89     | m3        | \$23 541,67     | \$20 952,09         |
| Piedra Quinta 1ª pnc                        | 1,3      | m3        | \$32 958,33     | \$42 845,83         |
| Repemax Fino Gris 40kg Intaco               | 9        | sacos     | \$3 923,70      | \$35 313,30         |
| Repemax Grueso 40kg Intaco                  | 5        | sacos     | \$3 265,65      | \$16 328,25         |
| <b>Total de Materiales</b>                  |          |           |                 | <b>\$601 913,42</b> |
| <b>Mano de Obra</b>                         |          |           |                 |                     |
| <b>Otros Gastos</b>                         |          |           |                 |                     |
| <b>Total</b>                                |          |           |                 | <b>\$601 913,42</b> |

Botones de acción: Borrar Presupuesto, Cierre de Oferta (señalado), Resumen de Materiales.

pestañas: Calculo de Materiales, Presupuesto (seleccionada), Resumen, Materiales.

2. **Revisión y Ajuste:** Revise y ajuste los datos según sea necesario antes de generar el presupuesto final.

**CONSTRUCTORA SAENZ**

**PROYECTO:** Construcción del EBAS de Drake, perteneciente al Área de Salud de Osa

**UBICACIÓN:** Osa, Puntarenas

**PROPIETARIO:** Área de Gestión de Bienes y Servicios de la Dirección Regional de Servicios de Salud Región Branca

**FECHA APERTURA:** 05 de marzo del 2021

**PLAZO DE ENTREGA:** 140 Días Hábiles

| TABLA DE PRESUPUESTO                        |          |           |                 |                     |
|---|----------|-----------|-----------------|---------------------|
| Descripción del Material                    | Cantidad | Unidad    | Precio Unitario | Precio Total        |
| <b>1 Muro Tipo M1 2,8m</b>                  | <b>1</b> | <b>un</b> |                 |                     |
| Block 20x20x40 Clase A PC                   | 350      | un        | \$640,00        | \$224 000,00        |
| Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 12       | un        | \$4 305,00      | \$51 660,00         |
| Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m | 28       | un        | \$2 214,00      | \$61 992,00         |
| Pegablok Tipo M 40kg Intaco                 | 23,33    | sacos     | \$3 261,96      | \$76 101,53         |
| Cemento Gris 50kg Holcim                    | 10,73    | sacos     | \$6 777,30      | \$72 720,43         |
| Arena Fina                                  | 0,89     | m3        | \$23 541,67     | \$20 952,09         |
| Piedra Quinta 1ª pnc                        | 1,3      | m3        | \$32 958,33     | \$42 845,83         |
| Repemax Fino Gris 40kg Intaco               | 9        | sacos     | \$3 923,70      | \$35 313,30         |
| Repemax Grueso 40kg Intaco                  | 5        | sacos     | \$3 265,65      | \$16 328,25         |
| <b>Total de Materiales</b>                  |          |           |                 | <b>\$601 913,42</b> |
| Mano de Obra                                |          |           |                 |                     |
| Otros Gastos                                |          |           |                 |                     |
| <b>Total</b>                                |          |           |                 | <b>\$601 913,42</b> |

**Cierre de Oferta**

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| de Materiales       | \$601 913,42        |
| Mano de Obra        | \$0,00              |
| os Gastos           | \$0,00              |
| Gastos Directos     | \$601 913,42        |
| les Indirectos      |                     |
| Obra Indirecta      |                     |
| previstos           |                     |
| lidades             |                     |
| <b>de la Oferta</b> | <b>\$601 913,42</b> |

Calculo de Materiales | **Presupuesto** | Resumen | Materiales | +

Listo | Accesibilidad: es necesario investigar

# Resumen de Materiales

1. **Generar Resumen:** Utilice el botón "Resumen de Materiales" para calcular la cantidad total de materiales necesarios para el proyecto.

**CONSTRUCTORA SAENZ**

**PROYECTO:** Construcción del EBAIS de Drake, perteneciente al Área de Salud de Osa  
**UBICACIÓN:** Osa, Puntarenas  
**PROPIETARIO:** Área de Gestión de Bienes y Servicios de la Dirección Regional de Servicios de Salud Región Branca  
**FECHA APERTURA:** 05 de marzo del 2021  
**PLAZO DE ENTREGA:** 140 Días Hábiles

| TABLA DE PRESUPUESTO                        |          |           |                 |                     |
|---|----------|-----------|-----------------|---------------------|
| Descripción del Material                    | Cantidad | Unidad    | Precio Unitario | Precio Total        |
| <b>1 Muro Tipo M1 2,8m</b>                  | <b>1</b> | <b>un</b> |                 |                     |
| Block 20x20x40 Clase A PC                   | 350      | un        | \$640,00        | \$224 000,00        |
| Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 12       | un        | \$4 305,00      | \$51 660,00         |
| Varilla Deformada G40 #3 (9,5mm)(3/8") x 6m | 28       | un        | \$2 214,00      | \$61 992,00         |
| Pegablok Tipo M 40kg Intaco                 | 23,33    | sacos     | \$3 261,96      | \$76 101,53         |
| Cemento Gris 50kg Holcim                    | 10,73    | sacos     | \$6 777,30      | \$72 720,43         |
| Arena Fina                                  | 0,89     | m3        | \$23 541,67     | \$20 952,09         |
| Piedra Quinta 1º pnc                        | 1,3      | m3        | \$32 958,33     | \$42 845,83         |
| Repemax Fino Gris 40kg Intaco               | 9        | sacos     | \$3 923,70      | \$35 313,30         |
| Repemax Grueso 40kg Intaco                  | 5        | sacos     | \$3 265,65      | \$16 328,25         |
| <b>Total de Materiales</b>                  |          |           |                 | <b>\$601 913,42</b> |
| <b>Mano de Obra</b>                         |          |           |                 |                     |
| <b>Otros Gastos</b>                         |          |           |                 |                     |
| <b>Total</b>                                |          |           |                 | <b>\$601 913,42</b> |

| Cierre de Oferta          |                     |
|---------------------------|---------------------|
| Materiales                | \$601 913,42        |
| Mano de Obra              | \$0,00              |
| Otros Gastos              | \$0,00              |
| Gastos Directos           | \$601 913,42        |
| Gastos Indirectos         |                     |
| Obra Indirecta            |                     |
| Imprevistos               |                     |
| Retenciones               |                     |
| <b>Total de la Oferta</b> | <b>\$601 913,42</b> |

Botones de acción: **Borrar Presupuesto**, **Cierre de Oferta**, **Resumen de Materiales** (destacado con una flecha amarilla).

Barra de navegación: **Calculo de Materiales** | **Presupuesto** | **Resumen** | **Materiales** | +

2. **Visión Global:** El sistema sumará automáticamente las cantidades de materiales repetidos para generar un resumen preciso para la solicitud a proveedores.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a spreadsheet titled 'RESUMEN DE MATERIALES'. The spreadsheet contains a table with 5 columns: Material, Cantidad, Unidad, Precio Unitario, and Precio Total. The data is as follows:

|    | A   | B               | C             | D                      | E                   |
|----|---|-----------------|---------------|------------------------|---------------------|
| 1  | <b>RESUMEN DE MATERIALES</b>                |                 |               |                        |                     |
| 2  | <b>Material</b>                             | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Precio Total</b> |
| 3  | Arena Fina                                  | 0,89            | m3            | €23 541,67             | €20 952,09          |
| 4  | Block 20x20x40 Clase A PC                   | 350             | un            | €640,00                | €224 000,00         |
| 5  | Cemento Gris 50kg Holcim                    | 10,73           | sacos         | €6 777,30              | €72 720,43          |
| 6  | Pegablok Tipo M 40kg Intaco                 | 23,33           | sacos         | €3 261,96              | €76 101,53          |
| 7  | Piedra Quinta 1ª pnc                        | 1,3             | m3            | €32 958,33             | €42 845,83          |
| 8  | Repemax Fino Gris 40kg Intaco               | 9               | sacos         | €3 923,70              | €35 313,30          |
| 9  | Repemax Grueso 40kg Intaco                  | 5               | sacos         | €3 265,65              | €16 328,25          |
| 10 | Varilla Deformada G40 #3 (9.5mm)(3/8") x 6m | 28              | un            | €2 214,00              | €61 992,00          |
| 11 | Varilla Deformada G60 #4 (12mm)(1/2") x 6m  | 12              | un            | €4 305,00              | €51 660,00          |

To the right of the table, there is a button labeled 'Limpiar'. The Excel interface includes the ribbon with tabs like 'Inicio', 'Insertar', 'Dibujar', etc., and a taskbar at the bottom showing 'Calculo de Materiales', 'Presupuesto', 'Resumen', and 'Materiales'.