



Base de datos actualizada en mejora de la eficiencia en los presupuestos de obras civiles: Un enfoque práctico para la gestión moderna de presupuestos en proyectos de obras civiles.

Duván Felipe Salazar Palacio.

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero Civil.

Semestre de Industria.

Asesor.

Gustavo Alberto Uribe Wills, Ingeniero Civil.

Universidad de Antioquia.

Facultad de Ingeniería.

Ingeniería Civil.

Medellín, Antioquia, Colombia.

2024.

Cita

(Salazar Palacio, 2024)

Referencia

(Salazar Palacio, 2024). *Base de datos actualizada en mejora de la eficiencia en los presupuestos de obras civiles*. [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Estilo APA 7 (2020)



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz.

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

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

Dedicatoria.

A mis padres, que, con su amor incondicional y sacrificio constante, me han brindado la oportunidad invaluable de estudiar y crecer. Cada paso que he dado en este camino ha sido posible gracias a su apoyo inquebrantable y aliento sincero. Sin su guía y confianza, no estaría hoy aquí, celebrando este logro académico.

A mis queridos compañeros de estudio, quienes han sido mi soporte durante cada desafío y momento difícil. Sus palabras de ánimo y sus ayudas académicas han sido fundamentales para mantenerme motivado y enfocado en alcanzar este objetivo académico tan importante. A mi familia por estar siempre impulsándome a centrarme, enfocarme y ser cada día mejor persona y profesional para cumplir con todas las metas planteadas.

A todos los profesores y mentores que me han guiado y enseñado a lo largo de este proceso académico, gracias por compartir su conocimiento y experiencia conmigo. Sus consejos y orientación han sido fundamentales para mi desarrollo profesional y personal.

Agradecimientos.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han sido fundamentales en mi trayectoria académica y profesional durante el proceso de mi formación como Ingeniero Civil.

En primer lugar, a la Universidad de Antioquia, por brindarme una formación integral que ha enriquecido tanto mi desarrollo personal como profesional. Los conocimientos adquiridos y las experiencias vividas en esta institución han sido invaluablemente enriquecedores para mi crecimiento.

Agradezco de manera especial al profesor Gustavo Wills, cuya orientación experta y apoyo incondicional fueron cruciales durante esta etapa final de mis estudios. Su experiencia y dedicación han sido una guía invaluable, impulsándome a alcanzar mis metas y a mejorar cada día.

Así mismo, mi profundo agradecimiento a Enetel por darme la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales. Esta experiencia no solo me permitió aplicar los conocimientos teóricos adquiridos, sino también afianzar mis habilidades y entender la dinámica del campo profesional en el que pronto me desenvolveré.

A todos aquellos que de una u otra forma han contribuido a mi formación y éxito académico, les estoy sinceramente agradecido. Sus enseñanzas, apoyo y aliento han sido fundamentales en mi camino hacia la culminación de este importante capítulo educativo.

Tabla de contenido

Resumen.....	10
Abstract.....	11
Introducción.....	12
1. Planteamiento del problema.....	14
1.1 Antecedentes.....	15
2. Justificación.....	16
3. Objetivos.....	17
3.1. Objetivo general.....	17
3.2. Objetivos específicos.....	17
4. Marco teórico.....	18
5. Metodología.....	20
5.1. Selección de actividades.....	20
5.2. Selección de Proveedor.....	21
5.3. Selección de materiales.....	22
5.4. Selección de equipos.....	24
5.5. Mano de obra.....	25
5.6. Análisis de Procesos Constructivos.....	26
5.7. Desarrollo de una base de datos en formato Excel.....	27
5.8. Pruebas de la base de datos.....	27
5.8.1. Interfaz Intuitiva.....	27
5.8.2. Personalización.....	27
5.8.3. Actualización Automática.....	27
5.9. Capacitación al personal de ingenieros.....	29
5.9.1. Objetivos de la capacitación.....	29

5.9.2. Contenido de la capacitación:	29
5.9.3. Metodología de enseñanza.....	32
5.10. Ejecución de la funcionalidad de la base de datos en un proyecto de ingeniería civil.....	34
5.10.1. Licitación Pública	35
5.10.2. Licitación Privada	35
6. Resultados.	36
6.1. Base de datos	36
6.2. Licitación.....	37
6.3. Balance de pérdidas y ganancias del proyecto de acuerdo al presupuesto presentado.	39
6.4. Capacitación	40
7. Discusión.....	41
8. Conclusiones.	42
Referencias.....	44
Anexos.....	46

Lista de tablas.

Tabla 1. Catálogo de actividades de principales obras civiles. (Elaboración propia).....	21
Tabla 2. Lista de principales proveedores de material. (Elaboración propia).....	22
Tabla 3. Lista de principales materiales. (Elaboración propia).....	23
Tabla 4. Variables de actualización de materiales. (Elaboración propia).	24
Tabla 5. Lista de principales equipos (Elaboración propia).....	24
Tabla 6. Precios de cuadrillas y mano de obra para actividades (Elaboración propia).....	25
Tabla 7. Muestra de APU (Elaboración propia).....	26
Tabla 8. Variables de actualización de precios de mano de obra. (Elaboración propia).	28
Tabla 9. Formato de APU. (Elaboración propia).	30
Tabla 10. Presupuesto presentado para licitación pública. (Elaboración propia).	38
Tabla 11. Balance de pérdidas y ganancias para el proyecto. (Elaboración propia).....	39

Lista de figuras.

Ilustración 1. Ruta al sistema de gestión de la empresa. Manejo de datos para ingenieros.	29
Ilustración 2. Resultados de capacitación a ingenieros. (Elaboración propia).	40

Siglas, acrónimos y abreviaturas.

S.A.S	Sociedad por acciones simplificada.
APU	Análisis de precios unitarios.
ADH	Adheviso.
Un-Und	Unidad.
gal	Galón.
Kg	Kilogramo.
ADI	Aditivo.
IPC	Índice de precios del consumidor.
AND	Andamio.
EQU	Equipo.
h	Hora.
Ms	Mes.
SMMLV	Salario mínimo mensual legal vigente.
FSR	Factor de salario real.
Jor	Jornada laboral.
m³	Metro cúbico.
M.O	Mano de obra.
Trans	Transporte.
Botad	Botadero.
Mat	Materiales.
FIC	Fondo de industria de construcción.
PTE	Perfilería tubulares estructurales.
Mpa	Megapascales.
Cm²	Centímetros cuadrados.
F'c	Resistencia a compresión.
Psi	Pound-force per square inch.
Cm	Centímetro.
m	Metro.
Mm	Milímetro.

SECOP	Sistema electrónico para la contratación pública.
Vr	Valor.
Cant	Cantidad.
A	Administración.
I	Imprevistos.
U	Utilidad.

Resumen.

Las bases de datos permiten acceder a información relevante de manera práctica y eficiente. Este proyecto surge como respuesta a la necesidad de tener una base de datos, que abarque desde mano de obra hasta precios de materiales y posibles proveedores.

La propuesta central consiste en desarrollar una base de datos integral utilizando Excel, que centralizará y organizará toda la información relevante para la elaboración de presupuestos. Además, facilitará el acceso a datos críticos como costos de mano de obra, precios de materiales, tarifas de equipos y proveedores, mejorando la eficiencia operativa y apoyando la toma de decisiones informadas en cada fase del proyecto.

La metodología del proyecto incluye varias etapas clave: comenzando por un análisis exhaustivo de los requerimientos específicos de obras civiles, seguido por el diseño de la estructura de la base de datos para manejar los datos involucrados. Posteriormente, se procede a la implementación en Excel, aprovechando su capacidad para exportar datos a otros sistemas, asegurando así la eficiencia y escalabilidad del proyecto. Finalmente, se desarrollan interfaces de usuario intuitivas para facilitar el acceso y la utilización de la base de datos por parte del personal de la empresa.

Este proyecto busca satisfacer las necesidades en la gestión de presupuestos, como también establece un marco para mejorar la transparencia y eficiencia en la gestión de proyectos de construcción civil. La implementación de esta base de datos integral representa un paso significativo hacia una gestión más eficiente y decisiones basadas en datos precisos y actualizados.

Palabras clave: base de datos, presupuesto, optimización, APU (Análisis de precios unitarios), obras civiles, eficiencia, mano de obra, materiales.

Abstract.

Databases allow access to relevant information in a practical and efficient way. This project arises in response to the need for a database, ranging from labor to material prices and possible suppliers.

The central proposal is to develop a comprehensive database using Excel, which will centralize and organize all relevant information for budgeting. In addition, it will facilitate access to critical data such as labor costs, material prices, equipment and supplier rates, improving operational efficiency and supporting informed decision making at each phase of the project.

The project methodology includes several key stages: starting with a thorough analysis of the specific civil works requirements, followed by the design of the database structure to handle the data involved. Subsequently, we proceed to the implementation in Excel, taking advantage of its ability to export data to other systems, thus ensuring the efficiency and scalability of the project. Finally, intuitive user interfaces are developed to facilitate access and use of the database by staff company.

This project seeks to meet budget management needs, as well as establish a framework for improving transparency and efficiency in the management of civil construction projects. The implementation of this comprehensive database represents a significant step towards more efficient management and decisions based on accurate and up-to-date data.

Keywords: database, budget, optimization, UPA (Unit Price Analysis), civil works, efficiency, labour, materials.

Introducción.

La industria de la construcción civil es un sector fundamental en el desarrollo socioeconómico de cualquier país. Sin embargo, enfrenta constantes desafíos, entre ellos, la gestión eficiente de los presupuestos en proyectos de obras civiles. La eficacia en la asignación de recursos, la precisión en los cálculos presupuestarios y la capacidad de adaptación a las dinámicas del mercado son aspectos cruciales que determinan la viabilidad y el éxito de cada proyecto. Es en este contexto que surge la necesidad primordial de contar con una herramienta innovadora y dinámica para la gestión de presupuestos.

Los antecedentes de este proyecto se remontan a una buena trayectoria de Enetel S.A.S en la ejecución de proyectos de obras civiles de diversa envergadura. A lo largo de los años, se han enfrentado desafíos recurrentes en la estimación, seguimiento y control de costos, así como en la adaptación al mercado y las condiciones cambiantes de cada proyecto. No contar con una base de datos para la gestión de presupuestos, ha mostrado la necesidad en términos de eficiencia de respuesta ante las demandas del entorno.

El problema central que este proyecto se propone abordar es la falta de una herramienta integral y actualizada que permita gestionar de manera efectiva y eficiente los presupuestos de sus proyectos de obras civiles. La dispersión de la información en múltiples fuentes, la falta de un formato en los procesos de estimación y control de costos, así como la ausencia de mecanismos automatizados para la actualización de datos, son algunos de los desafíos identificados que obstaculizan la optimización de la gestión presupuestaria. Para esto se diseña la base de datos como una herramienta de apoyo que permita afrontar de manera eficiente cualquier proyecto de obra civil.

El crecimiento y la complejidad de los proyectos de obras civiles demandan una gestión cada vez más sofisticada y dinámica. Los métodos tradicionales de estimación y control de costos han mostrado limitaciones frente a la creciente competitividad y las demandas de eficiencia del mercado actual. Ante este panorama, la creación de una base de datos que integre constantemente la información relacionada con los presupuestos de obras civiles se presenta como una solución innovadora y prometedora.

Los objetivos de este proyecto son múltiples y complementarios. En primer lugar, se desarrolla una base de datos centralizada que integre y organice toda la información relevante para la gestión de presupuestos en obras civiles. Esta base de datos constituye una herramienta actualizada que permitirá acceder de manera rápida y precisa a la información necesaria para la toma de decisiones informadas y estratégicas. En segundo lugar, se dota a la empresa de una herramienta intuitiva y de fácil uso que simplifique los procesos de estimación, seguimiento y control de costos, garantizando la transparencia, la eficiencia y la rentabilidad de cada proyecto. Esto, mientras se obtiene la información de los principales proveedores de la empresa y analizar sus principales necesidades.

La metodología propuesta para la realización de este proyecto se basa en un enfoque sistemático y riguroso que abarca diversas etapas y actividades. En primer lugar, se lleva a cabo un análisis exhaustivo de las necesidades y requerimientos en materia de gestión presupuestaria. A partir de este análisis, se diseña una estructura de base de datos sólida y flexible que se ajuste a las especificidades y particularidades de cada proyecto en cuestión de mano de obra, materiales y equipo necesario. Posteriormente, se procede a la implementación y puesta en marcha de la base de datos, así como al desarrollo de interfaces de usuario intuitivas y funcionales que faciliten la interacción y el uso por parte de los usuarios finales. Al implementar estas medidas, se mejora significativamente la eficiencia y precisión en la gestión de datos. Además, se lleva a cabo capacitaciones dirigidas a los ingenieros para que puedan adaptarse fácilmente a esta nueva herramienta, lo que permitirá agilizar procesos y optimizar el rendimiento en todas las etapas del proyecto.

Este proyecto representa un paso significativo hacia la optimización de la gestión de presupuestos en el sector de la construcción civil. La creación de una base de datos integral sienta las bases para una gestión más eficiente, transparente y rentable en el ámbito de la ingeniería civil. Es una herramienta no sólo relevante en el contexto local, sino que también contribuirá al presupuesto que se requiera realizar en Colombia, aunque cabe resaltar que los precios de transporte debido a la distancia por lo que pueden variar de acuerdo a la zona donde se encuentre.

1. Planteamiento del problema.

¿Cómo mejorar el proceso de diligencia de APU y presupuestos en proyectos civiles? La ausencia de una herramienta integral para la gestión presupuestaria impide tomar decisiones informadas y estratégicas de manera eficiente. La necesidad de una base de datos centralizada que integre información relevante, como costos de mano de obra, precios de materiales y equipos, se convierte en el objetivo principal para mejorar la transparencia, eficiencia y rentabilidad en la ejecución de proyectos de construcción civil.

Los métodos tradicionales han mostrado limitaciones frente a la complejidad creciente de los proyectos y la competencia del mercado actual. Por lo tanto, la implementación de una base de datos que proporcione acceso rápido y preciso a datos confiables se presenta como una solución innovadora y necesaria para enfrentar estos desafíos y mantener la competitividad en el sector.

1.1 Antecedentes.

La gestión eficiente de presupuestos en proyectos de obras civiles ha sido un tema recurrente en la investigación y práctica de la ingeniería civil debido a su importancia crítica para la viabilidad y el éxito de los proyectos. Diversos estudios y desarrollos tecnológicos han abordado aspectos relacionados con la estimación de costos, control de presupuesto y adaptación del mercado.

Uno de los primeros estudios significativos en este ámbito es el de Bromilow (1969), quien analizó los factores que influyen en la precisión de las estimaciones de costos en proyectos de construcción. Bromilow enfatizó la necesidad de una base de datos histórica sólida y bien estructurada.

Uno de los estudios pioneros en Colombia sobre la estimación de costos es el de Rodríguez y Rojas (2015), quienes analizaron la precisión de las estimaciones en proyectos de infraestructura. Su investigación destacó la importancia de una base de datos histórica y bien organizada para mejorar la precisión de las estimaciones.

La investigación de Porras (2018) profundizó en el desarrollo de sistemas de gestión de costos automatizados basados en bases de datos centralizadas en empresas colombianas. Este estudio evidenció que la implementación de sistemas automatizados puede reducir el tiempo y los errores en la estimación y control de costos.

En el contexto de empresas medianas en Colombia, Pérez (2016). Analizó la implementación de sistemas de gestión de presupuestos en empresas de construcción de tamaño mediano. Además, resaltaron la importancia de la capacitación del personal en el uso de nuevas tecnologías para maximizar los beneficios de estos sistemas.

La falta de un sistema integrado ha llevado a la dispersión de información y dificultades en la estimación y control de costos. La implementación de una herramienta innovadora y dinámica, basada en los estudios mencionados, permitirá enfrentar los desafíos del mercado actual y mejorar su eficiencia en la gestión presupuestaria.

2. Justificación.

La industria presenta desafíos continuos en cuanto a la eficiencia en la asignación de recursos y la precisión en los cálculos de APUs. La carencia de una herramienta completa para la gestión presupuestaria ha restringido la eficiencia en las variaciones del mercado y mejorar la rentabilidad para diligenciar los análisis de precios unitarios de los diferentes proyectos. Estos problemas pueden llevar a sobrecostos, retrasos y una gestión ineficiente de los recursos, afectando negativamente la rentabilidad y competitividad de la empresa.

La precisión en la estimación de costos y la eficiencia en la asignación de recursos son esenciales para la ejecución exitosa de proyectos de construcción.

La necesidad de conocer y solucionar estos problemas es evidente. Una gestión presupuestaria eficiente no solo garantiza el éxito financiero de los proyectos, sino que también mejora la capacidad de la empresa para adaptarse a las dinámicas del mercado y a las condiciones cambiantes de cada proyecto. Conocer y dominar este tema permitirá optimizar procesos internos, mejorar la toma de decisiones y, en última instancia, ofrecer un mejor servicio a los clientes.

3. Objetivos.

3.1. Objetivo general.

Crear una base de datos integral que contenga los precios de equipos, materiales, mano de obra, herramientas y proveedores necesarios para la implementación de APU's con el fin de optimizar el proceso, reduciendo tiempos y mejorando el rendimiento, para así, hacer más eficiente y práctico el desarrollo de licitaciones para proyectos futuros.

3.2. Objetivos específicos.

3.2.1. Realizar un análisis exhaustivo del mercado objetivo con el fin de definir el conjunto de actividades de obras civiles más comunes, considerando factores como la demanda del mercado, las tendencias del sector y los criterios de selección previamente establecidos.

3.2.2. Establecer un proceso de recopilación de datos detallado de información sobre los recursos necesarios, en cuestión de materiales, mano de obra y equipo de las principales actividades de obras civiles, utilizando fuentes confiables.

3.2.3. Desarrollar una base de datos en formato Excel, asignada para el cálculo de los presupuestos de manera que se integre a las características y recursos de cada obra requerida con el fin de optimizar los recursos y aumentar la eficiencia operativa del proyecto.

3.2.4. Ejecutar la funcionalidad de la base de datos en un proyecto de ingeniería civil realizando un presupuesto basado en los diferentes APU de las diferentes actividades del proyecto.

4. Marco teórico.

“Los APU's, o Análisis de Precios Unitarios, son desgloses detallados de costos unitarios asociados con diferentes actividades o ítems dentro de un proyecto de construcción.” (Tejada, 2019, p. 5). Estos desgloses incluyen todos los elementos necesarios para llevar a cabo una actividad específica, como materiales, mano de obra, equipos y herramientas. Esencialmente, los APU's descomponen el costo total de una actividad en sus componentes más básicos y representativos.

“La función principal de los APU's dentro de los procesos de construcción es proporcionar una forma sistemática y estructurada de estimar y calcular los costos asociados con cada una de las actividades o ítems necesarios para completar un proyecto.” (Tejada, 2019, p. 7). Esto permite a los profesionales de la construcción, como ingenieros, arquitectos, contratistas y gestores de proyectos, realizar presupuestos detallados y precisos para la ejecución de obras civiles.

La precisión en los presupuestos es un aspecto fundamental en la gestión de proyectos de construcción, ya que influye directamente en la viabilidad y rentabilidad de las obras. (Hoyos Fernández, 2021). La precisión en los presupuestos de obra tiene una incidencia significativa en los costos de producción de las empresas del sector. Esta precisión se relaciona con la exactitud en la determinación de las cantidades de obra, la correcta elaboración de los análisis de precios unitarios (APU) y la consideración de los precios actuales en el mercado de los materiales, mano de obra y equipos. Por lo tanto, la precisión en los presupuestos es un factor determinante para el éxito de los proyectos de construcción.

(Vanegas Mejía, 2022). La comparabilidad y competitividad en licitaciones se fortalece mediante el uso de Precios Unitarios de Análisis (APU), los cuales ofrecen una base estandarizada para evaluar y comparar las ofertas durante los procesos de licitación. Al tener costos unitarios claramente definidos y desglosados, los licitadores pueden presentar propuestas más competitivas y transparentes, lo que promueve la igualdad de condiciones y la eficiencia en la selección de contratistas.

(Muriel Oliveros, 2023). Análisis de costos y control presupuestario: Los APU's facilitan el seguimiento y control de los costos durante la ejecución del proyecto. Al comparar los costos reales con los costos unitarios estimados en los APU's, los gestores de proyectos pueden identificar desviaciones, ajustar presupuestos y tomar medidas correctivas de manera oportuna para garantizar la rentabilidad y el éxito del proyecto.

(Arboleda López, 2014). Optimización de recursos: Mediante el uso de APU's actualizados y precisos, los equipos de construcción pueden optimizar la asignación de recursos, minimizando el desperdicio y maximizando la eficiencia en la ejecución de las actividades del proyecto. Esto ayuda a reducir los tiempos de construcción y los costos asociados, lo que se traduce en una mayor rentabilidad y satisfacción del cliente.

Los análisis de precios unitarios (APU) son elementos fundamentales en la gestión de costos y presupuestos en proyectos de construcción. (Hoyos Fernández, 2021). Los APU son herramientas esenciales para la evaluación económica detallada de las actividades constructivas, ya que desglosan minuciosamente los costos de materiales, equipos y mano de obra. Estas herramientas son cruciales para la elaboración de presupuestos precisos, ya que proporcionan una base sólida para la estimación de costos directos e indirectos de un proyecto. Además, los APU facilitan la comparación de precios y la toma de decisiones en la selección de alternativas constructivas, contribuyendo así a la eficiencia y viabilidad de los proyectos de construcción.

(Vanegas Mejía, 2022). La importancia de la actualización de precios en la construcción radica en garantizar la precisión y relevancia de los presupuestos, así como en evitar estimaciones inexactas y problemas durante la ejecución del proyecto. A continuación, exploraremos en detalle por qué la actualización constante de precios de materiales, mano de obra, equipos y herramientas es esencial en la industria de la construcción:

Precisión en los presupuestos: Los presupuestos en proyectos de construcción son fundamentales para determinar los costos estimados de materiales, mano de obra, equipos, herramientas y otros recursos necesarios. “La integración de estos precios garantiza que estos presupuestos reflejen los costos reales del momento, lo que ayuda a evitar desviaciones presupuestarias y costos imprevistos durante la ejecución del proyecto.”(López Molina, 2019).

Relevancia de los datos: Los precios de los materiales, la mano de obra y otros recursos pueden fluctuar debido a factores como la oferta y la demanda, la inflación, los cambios en los costos de producción y la disponibilidad de recursos. Por lo tanto, el manejo constante de precios asegura que los presupuestos se basen en datos relevantes y actualizados, lo que mejora la precisión de las estimaciones y reduce el riesgo de errores en la planificación y ejecución del proyecto.

(Pérez Echevarría, 2022).”Toma de decisiones informada: Los equipos de gestión de proyectos y los contratistas dependen de presupuestos precisos y actualizados para tomar decisiones informadas sobre la selección de materiales, métodos de construcción, programación de

actividades y asignación de recursos.” La disponibilidad de datos actualizados les permite evaluar diferentes opciones y optimizar la planificación y ejecución del proyecto de manera eficiente.

Evitar estimaciones inexactas: La obsolescencia de los datos de precios puede conducir a estimaciones inexactas y subestimaciones en los presupuestos de construcción. Esto puede resultar en la asignación insuficiente de recursos, retrasos en la ejecución del proyecto y, en última instancia, un impacto negativo en la rentabilidad y la satisfacción del cliente. “La supervisión constante de precios ayuda a mitigar este riesgo al proporcionar información precisa sobre los costos de los recursos necesarios para el proyecto.” (Muriel Oliveros, 2023).

(Carreño Navarro, 2020). Transparencia y confianza: La transparencia en la gestión de costos es esencial para establecer relaciones sólidas y de confianza entre todas las partes involucradas en el proyecto de construcción, incluidos los clientes, contratistas, proveedores y subcontratistas. La asesoría constante sobre los recursos demuestra un compromiso con la transparencia y la integridad en la gestión de costos, lo que contribuye a fortalecer las relaciones comerciales y a evitar disputas relacionadas con los costos del proyecto.

Con todo esto, Una base de datos en la construcción es crucial para garantizar la precisión, relevancia y transparencia de los presupuestos, así como para evitar estimaciones inexactas y problemas durante la ejecución del proyecto. La disponibilidad de datos actualizados permite a los equipos de construcción tomar decisiones informadas y optimizar la planificación y ejecución del proyecto de manera eficiente y rentable.

5. Metodología.

5.1. Selección de actividades: Se consultó a ingenieros, contratistas y compañeros de trabajo, así como se revisó balances contractuales de proyectos en ejecución para recopilar el listado de las principales actividades que se realizan en la construcción civil. Esto implica reconocer tareas principales tales como excavación, cimentación, estructuras, acabados, instalaciones sanitarias, entre otras. A continuación, se da una muestra de las principales actividades.

CATÁLOGO DE ACTIVIDADES DE OBRAS CIVILES.

1.0.0	PRELIMINARES
1.1.0	REPLANTEO
1.1.1	LOCALIZACIÓN, TRAZADO Y REPLANTEO. Se utilizará personal experto con equipo de precisión. Se hará con la frecuencia que lo indique la interventoría. Incluye demarcación con pintura, línea de trazado, corte de piso, libretas y planos.
1.2.0	DESCAPOTE
1.2.1	Rocería y limpieza, Incluye cargue, transporte y botada de material en botaderos oficiales o donde indique la interventoría, hasta cualquier altura de la vegetación, incluye desenraice de árboles hasta la altura de la vegetación y de diámetro inferiores a 10 cm. La rocería se realizará a ras de piso. Se utilizará guadaña o machete.
1.2.2	DESCAPOTE A MANO. Incluye el desenraice si es necesario, cargue transporte y botada de material sobrante en botaderos oficiales. Medido en sitio.
1.2.3	DESCAPOTE A MÁQUINA. Incluye el desenraice si es necesario cargue transporte y botada de material sobrante en botaderos oficiales. Medido en sitio.
1.2.4	DESMONTE, DESCAPOTE Y LIMPIEZA a máquina, e=0.15m. Incluye cargue, transporte y botada de escombros material vegetal en botaderos oficiales o donde indique la interventoría. Su medida será en sitio.
1.2.5	RETIRO DE GRAMA. Incluye: corte y retiro de grama hasta área 0,20 m2 con altura media de 0,15 m, retiro de tierra de la grama, arbustos hasta una altura de 1 m, transporte a sitio de almacenamiento y acopio del material donde indique la interventoría, desenraice si es necesario, cargue transporte y botada de material sobrante en botaderos oficiales. Medido en sitio a cinta pegada.
1.3.0	INSTALACIONES PROVISIONALES
1.3.1	Instalación de CERRAMIENTO PROVISIONAL en tela naranja con una altura de 2,1 m, y estructura en larguero común, concreto de 17.5 Mpa para fijación de estructura en madera común. Incluye suministro, transporte, instalación y desmonte de la tela, excavación manual en cualquier material, cargue, transporte y botada de material y todos los demás elementos necesarios para su correcta instalación.

Tabla 1. Catálogo de actividades de principales obras civiles. (Elaboración propia).

5.2. Selección de Proveedor: Se realizó una investigación del mercado de soluciones y servicios relacionados con la construcción civil. Esto incluyó la identificación de proveedores establecidos y emergentes, así como la experiencia en el sector, calidad del producto, soporte técnico, costos y compatibilidad con los requisitos del proyecto.

Con base en la investigación, evaluación y pruebas realizadas, se seleccionó al proveedor más adecuado para la adquisición de la solución de base de datos de APU.

A continuación, se presenta una muestra de la lista de proveedores. Se consiguieron datos de contacto los cuales no pueden ser publicados por leyes de privacidad y seguridad de los implicados. Por lo que únicamente se muestra el proveedor.

LISTA DE PROVEEDORES.

No.	NOMBRE
1	WURTH COLOMBIA S. A
2	VIVIENDAS Y PROYECTOS S.A.
3	TUVACOL
4	TRASEGAR S. A
5	TODOVIDRIO Y ALUMINIO
6	TM CODEMACO S.A.S
7	TERNIUM COLOMBIA S.A.S
8	TEH S.A.S.
9	TECNIFLUIDOS LIMITADA
10	TECNIBOMBAS S.A.S.
11	TECNI PISOS S.A.S
12	TABSUCOL
13	SUMINISTROS DISERVA-PRO S.A.S
14	STYLE GROUP S.A.S
15	STECKERL ACEROS
16	SOLU FERRETEROS S.A.S.
17	SKY CORD S.A.S.
18	SERVIFIJACIONES A.Z S.A.S
19	SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION S.A.S
20	SEL CONSULTING S.A.S
21	SANEAR S. A
22	S & H IMPORTADORES

Tabla 2. Lista de principales proveedores de material. (Elaboración propia).

5.3. Selección de materiales: Los materiales se recopilaron haciendo el análisis constructivo por actividad, definiendo cuáles son los materiales necesarios para llevar a cabo cada una. Se contactó con los proveedores anteriormente mostrados y se da aval a la cotización (precio) que más beneficie a la empresa (calidad-economía). Este es el precio que se incluirá en la lista.

Cabe resaltar que no se publican los precios debido a la ley de competencia entre empresas la cual garantiza que no impacte en el mercado actual. A continuación, se muestra la lista de materiales.

LISTA DE MATERIALES.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
ACE-01	ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI	kg
ADH-01	ADHESIVO AISLAMIENTO FACHADAS BASE 55 LB 5GP	gal
ADH-02	ADHESIVO CERÁMICO PEGADOC BLANCO (25KG)	un
ADH-03	ADHESIVO CERÁMICO PEGADOC GRIS (25KG)	un
ADH-04	ADHESIVO DE CURADO LENTO SIKA ANCHORFIX-3001 (600ML)	un
ADH-05	ADHESIVO DE GRAN ADHERENCIA SIKA ANCHORFIX-3030 (585ML)	un
ADH-06	ADHESIVO GRIS MULTIUSOS SIKADUR 31 (2KG)	un
ADH-07	ADHESIVO MULTIUSOS ANCLAJES SIKA ANCHORFIX-S (300ML)	un
ADH-08	ADHESIVO PEGADO ELÁSTICO METALES SIKABOND AT METAL	un
ADH-09	ADHESIVO /CAPA DE BASE EN AISLAMIENTO PRIMER B-80101 (23 KG)	kg
ADH-10	MASILLA EPÓXICA PARCHEO MASTEREMACO P1030	kg
ADH-11	MORTERO ANCLAJE/NIVELACIÓN SIKADUR 42 (15 KG)	un
ADH-12	PEGACOR FLEX BLANCO	kg
ADH-13	PEGACOR INTERIORES BLANCO	kg
ADH-14	PEGANTE CERÁMICO STONMIX LÁTEX BLANCO	un
ADI-01	ACELERANTE FRAGUADO MORTERO DE PEGA SIKA 3 (3KG)	un
ADI-02	ACELERANTE FRAGUADO/RESISTENCIA CONCRETO SIKASET L (25KG)	un
ADI-03	ACELERANTE ULTRARAPIDO SIKA 2 (5.5KG)	un
ADI-04	ADITIVO CONCRETO FRESCO-ENDURECIDO SIKADUR 32 PRIMER (3KG)	un
ADI-05	ADITIVO CURADO RAPIDO SIKA ANCHORFIX-2 (300 ML)	un
ADI-06	CURADOR DE CONCRETO-MORTERO ANTISOL BLANCO (20 KG)	un
ADI-07	CURADOR DE CONCRETO-MORTERO ANTISOL ROJO (16 KG)	un

Tabla 3. Lista de principales materiales. (Elaboración propia).

En cuanto a la actualización de los precios para los próximos años, se tuvo en cuenta varios factores que pueden influir de acuerdo al tipo de material, principalmente el Índice de precios del consumidor (IPC). A continuación, se muestra las variables asociadas.

	IPC
	Mercado
	No catálogo
	Mantiene Precio
	Precio bajo sin cotización
	Precio sujeto a análisis básicos

Tabla 4. Variables de actualización de materiales. (Elaboración propia).

5.4. Selección de equipos: Al igual que para los materiales se estableció contacto con los proveedores previamente identificados y se optó por la cotización más favorable en términos de calidad y economía. Es fundamental destacar que los precios se mantienen confidenciales según las normativas de competencia empresarial, asegurando la estabilidad del mercado actual.

LISTA DE EQUIPOS.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
AND-01	ANDAMIO COLGANTE DE 3X60 M	día
EQU-01	ALLANADORA 36"	día
EQU-02	APISONADOR (CANGURO)	día
EQU-03	APISONADOR A GASOLINA	día
EQU-04	APISONADOR A DIESEL	día
EQU-05	BULLDOZER D5G	h
EQU-06	CARGADOR BOB-CAT	h
EQU-07	COMPRESOR DE AIRE PEQUEÑO	h
EQU-08	CONCRETADORA DE TROMPO 3 SACOS CON TOLVA ELECTROHIDRÁULICA	día
EQU-09	CONTENEDOR/BODEGA 20 PIES (AIRE ACONDICIONADO)	ms
EQU-10	CORTADORA DE ADOBE O LADRILLO SIN DISCO	día
EQU-11	CORTADORA DE PISO MOTOR DIESEL SIN DISCO	día
EQU-12	DINAMOMETRO PARA 1000 KG	día
EQU-13	FINISHER	día
EQU-14	FORMALETA M2 CON ACCESORIOS	día
EQU-15	GRÚA MANUAL PARA 1 TON	ms
EQU-16	MARTILLO DEMOLEDOR HIDRAULICO REF. HB-880	ms

Tabla 5. Lista de principales equipos (Elaboración propia)

5.5. Mano de obra: En cuanto a la mano de obra, se utilizó como referencia la revista CONSTRUDATA, la cual detalla y explica cómo obtener el precio de la mano de obra por cuadrillas u oficio, considerando sus capacidades, funciones y las condiciones laborales. Todo esto se basa en el salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV), asegurando el cumplimiento de prestaciones, seguridad social, dotaciones y otros gastos asociados. De esta manera, se determinó el Factor de Salario Real (FSR) para calcular el costo por jornada laboral. En la siguiente actividad se muestran los resultados de los datos incorporados.

CATÁLOGO DE MANO DE OBRA.

Clave	Descripción	Unidad	Salario nominal	FSR	Salario real
AYUDANTE ACARREO INT	Ayudante acarreo interno	jor	43,307	1.75500	76,004
AYUDANTE DE CERRAJE	Ayudante entendido de cerrajería	jor	64,751	1.75500	113,638
AYUDANTE ENTENDIDO	Ayudante entendido	jor	60,630	1.75500	106,406
AYUDANTE ESTRUC MET	Ayudante estructura metálica	jor	78,443	1.75500	137,667
AYUDANTE RASO	Ayudante raso	jor	49,803	1.75500	87,404
AYUDANTE RASO ELECTR	Ayudante raso eléctrico	jor	64,751	1.75500	113,638
CADENERO	Cadenero 1	jor	85,481	1.75500	150,019
CADENERO2	Cadenero 2	jor	49,803	1.75500	87,404
CARGUE CON PALEROS	Cargue con Paleros	m3	8,187	1.00000	8,187
CUAD 1OF+1AYU FAB	Cuadrilla 1Of + 1 Ay Fabricación	jor	258,414	1.00000	258,414
CUAD 1OF+1AYU INSTAL	Cuadrilla 1Of + 1 Ay Instalación	jor	258,414	1.00000	258,414
CUAD 1OF+1AYU O.B.	Cuadrilla 1Of Obra Blanca+ 1 Ay Entendido	jor	288,815	1.00000	288,815
CUAD 1OF+1AYU O.N.	Cuadrilla 1Of + 1 Ay Obra Negra	jor	239,412	1.00000	239,412
CUAD 1OF+2AYESTRM	Cuadrilla Estructura Metálica: 1 Of + 2 Ay	jor	503,347	1.00000	503,347
CUAD 1OF+2AYRASOS	Cuadrilla 1 Of + 2 Ay Rasos	jor	326,816	1.00000	326,816
CUAD 1OF+3 AYU O.B.	Cuadrilla 1Of Obra Blanca+ 3 Ay Entendido	jor	653,633	1.00000	653,633

Tabla 6. Precios de cuadrillas y mano de obra para actividades (Elaboración propia).

5.6. Análisis de Procesos Constructivos: Se realizó un análisis exhaustivo de los procesos constructivos para cada actividad identificada. Esto implicó desglosar cada actividad en etapas o fases específicas, determinando las tareas necesarias y el orden de ejecución. Este análisis es crucial para comprender los requisitos y recursos requeridos, como materiales, mano de obra y equipos, así como cualquier factor que pueda afectar su realización.

Es importante considerar que algunas actividades pueden variar según las condiciones del proyecto, como el tipo de suelo, el clima o la disponibilidad de recursos. Por lo tanto, es necesario contemplar estas variaciones y posibles contingencias al analizar los precios unitarios, asegurando así una estimación precisa de los costos asociados a cada actividad.

MUESTRA DE APU.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCAPOTE A MANO. Incluye el desenraice si es necesario, cargue transporte y botada de material sobrante en botaderos oficiales. Medido en sitio.				No. Ítem	Unidad
				1.2.2	m3
Clave	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	V/Unitario	V/Total
AYUDANTE RASO	Ayudante raso	jor	0,12500	\$ 87.404	10.925
Importe de Mano de Obra		10,98%		SUBTOTAL	\$ 10.925
Clave	Herramienta	Unidad	Cantidad	V/Unitario	V/Total
HERRAMIENTA MENOR	Herramienta menor	(%) mo	0,05000	\$ 8.410	421
Importe de Herramienta		0,55%		SUBTOTAL	\$ 421
Clave	Auxiliares	Unidad	Cantidad	V/Unitario	V/Total
CARGUE/TRANS/BOTAD	Cargue (Paleros), transporte de materiales y derechos de botadero y/o almacenamiento en bodega.	m3	1,30000	\$ 8.187	10.643
ACARREO INT MAT (M3)	Acarreo interno de materiales	m3	1,30000	\$ 14.128	18.366
Importe de Auxiliares		88,47%		SUBTOTAL	\$ 29.009
PRECIO UNITARIO				\$	40.355

Tabla 7. Muestra de APU (Elaboración propia).

5.7. Desarrollo de una base de datos en formato Excel: Se desarrolló una base de datos en formato Excel para el cálculo de presupuestos. Esta base de datos fue diseñada de manera que integrara las características y recursos de cada obra requerida. Se establecieron categorías claras como lo es la descripción de la actividad, materiales necesarios, mano de obra y equipo, como también el rendimiento para cada tipo de recurso, lo que facilitó su gestión y análisis. Toda la información recopilada se integró en un archivo de Excel que resulta ser práctico y versátil para la diligencia de presupuestos.

5.8. Pruebas de la base de datos: Se llevaron a cabo pruebas iniciales con el prototipo presentado en la actividad anterior, con el propósito de obtener retroalimentación y observar posibles mejoras en la implementación de la base de datos. Se mostró al personal de la empresa cómo manejar la base de datos, lo cual arrojó resultados satisfactorios para su primer uso. Durante esta muestra, todos los ingenieros a quienes enseñé la base de datos tomaron notas que serán útiles para mejorar el proceso en las próximas semanas.

De acuerdo a la retroalimentación que dieron los ingenieros al usar el prototipo de la base de datos, se plantearon las siguientes mejoras en el uso e implementación de la base de datos.

5.8.1. Interfaz Intuitiva: Se diseñó una interfaz fácil de usar con menús desplegables con el fin de filtrar mejor la información y una navegación clara que permitan refinar los resultados según diferentes criterios, como nombre, costo, etc. Cada hoja en sus encabezados llevará su respectivo filtro.

5.8.2. Personalización: La principal opción de personalización para adaptar la herramienta a las preferencias de cada usuario es ajustar el tamaño de fuente para visualizar la información de manera más clara. Esto en cuanto al listado de actividades principalmente.

5.8.3. Actualización Automática: Se integró un sistema de actualización automática de datos para garantizar que la información sobre mano de obra esté siempre actualizada y precisa. A continuación, se presentan las variables asociadas a la actualización de la mano de obra.

Variables para la actualización mano de obra.

1.-SALARIOS DE MANO DE OBRA
A- Salario Mínimo Legal
B- Auxilio de Transporte
C- Total Mensual
D- Anual (A/30x365)
Subsidio de Transporte Anual
E- Anual con Subsidio de Transporte
PRESTACIONES
• Cesantías
• Intereses
• Vacaciones 15 Días
• Primas 30 Días
OTROS COSTOS
• Dotación (Botas y Overol)
• Implementos de seguridad industrial
SEGURIDAD SOCIAL
• Pensiones
• Salud
• Riesgos Profesionales
APORTES SENA
• Aporte Ordinario
• F.I.C (Fondo Industria Construcción)
OTROS APORTES
• I.C.B. F
• Caja de compensación familiar

Tabla 8. Variables de actualización de precios de mano de obra. (Elaboración propia).

Documentación y Ayuda: Se sugirió proporcionar documentación detallada y capacitaciones para ayudar a los usuarios a comprender cómo utilizar la base de datos de manera efectiva y sacar el máximo provecho de sus funcionalidades.

Funciones de Colaboración: Al terminar la base de datos, se incorporó al sistema de gestión de la empresa, a la cual tiene acceso todos los ingenieros por tal motivo se tendrá fácil acceso a la base de datos, además se tendrá concordancia y coherencia con los datos manejados ya que de ahí se extraerá toda la información necesaria para realizar los análisis de precios unitarios (APU).

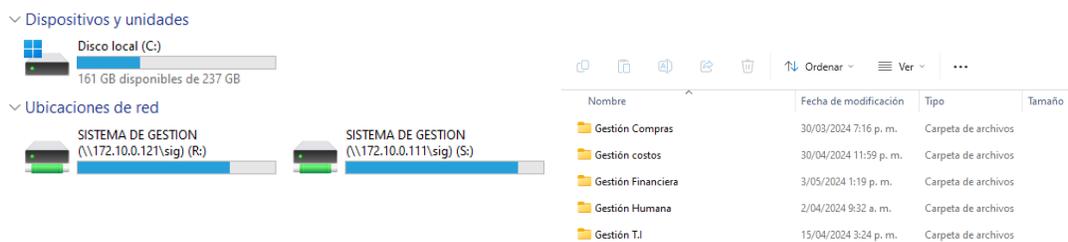


Ilustración 1. Ruta al sistema de gestión de la empresa. Manejo de datos para ingenieros.

5.9. Capacitación al personal de ingenieros.

5.9.1. Objetivos de la capacitación:

5.9.1.1. Familiarizar a los ingenieros civiles con los conceptos básicos de las bases de datos. (materiales, mano de obra y proveedores).

5.9.1.2. Enseñar cómo utilizar una base de datos para buscar actividades para realizar APU's.

5.9.1.3. Capacitar en la extracción, manipulación y análisis de datos de precios unitarios para proyectos de ingeniería civil.

5.9.2. Contenido de la capacitación:

5.9.2.1. Definición de una base de datos: Las bases de datos son fundamentales para el buen desarrollo y progreso de una empresa. “Una base de datos se puede percibir como un gran almacén de datos que se define y se crea una sola vez, y que se utiliza al mismo tiempo por distintos usuarios.” (Marqués, 2011, p.10).

5.9.2.2. Análisis de precios unitarios (A.P.U): Es el elemento básico para la elaboración de un presupuesto de obra, se calcula por unidad de medida del ítem o actividad a desarrollar, dentro de estos se tiene en cuenta los insumos a utilizar en dicha actividad que se dividen en 4 grandes grupos a evaluar los cuales son materiales, mano de obra, equipos y herramientas menores. Para realizar estos análisis se requiere de los precios del mercado mediante el cuadro comparativo y la determinación de los rendimientos de cada uno de los grupos anteriormente nombrados. (Hernández & Beltrán, 2021, p. 19).

FORMATO DE APU.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Descripción de actividad				No. Ítem	Unidad
Clave	Materiales	Unidad	Cantidad	V/Unitario	V/Total
	Descripción de material				
Importe de Materiales				SUBTOTAL	
Clave	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	V/Unitario	V/Total
	Descripción de cuadrilla				
Importe de Mano de Obra				SUBTOTAL	
Clave	Herramienta	Unidad	Cantidad	V/Unitario	V/Total
	Herramienta menor	(%) mo	0.05000		
Importe de Herramienta				SUBTOTAL	
Clave	Equipo	Unidad	Cantidad	V/Unitario	V/Total
	Descripción del equipo				
Importe de Equipo				SUBTOTAL	
Clave	Auxiliares	Unidad	Cantidad	V/Unitario	V/Total
	Descripción de transportes				
Importe de Auxiliares				SUBTOTAL	
PRECIO UNITARIO				VALOR TOTAL	

Tabla 9. Formato de APU. (Elaboración propia).

Identificación de los datos necesarios para el análisis de precios unitarios.

Descripción de actividad: La especificación detallada de las tareas y procesos para una actividad de construcción incluye todos los pasos desde la preparación del sitio hasta la finalización del trabajo. Se detallan los materiales, mano de obra, equipos y otros recursos esenciales.

Unidad: Es la medida principal de la actividad. Es relevante porque es la base para definir el costo de la actividad. Permite dar precisión a la estimación de los recursos necesarios y facilita la comparación entre diferentes elementos dentro del proyecto de obras civiles.

Materiales: “Son todos aquellos materiales físicos y medibles que se requieren para la elaboración del ítem, sus precios serán establecidos en la tabla de insumos”. (Hernández & Beltrán, 2021, p. 20). Se debe hacer un análisis crítico de la descripción de la actividad, debido a que puede cambiar en muchos sentidos la interpretación por ende se ven reflejados en los costos.

Mano de obra: “Corresponde al recurso humano necesario en un proyecto evaluado en rendimiento y prestaciones sociales.” (Hernández & Beltrán, 2021, p. 20). De acuerdo al nivel de los acabados, nivel de experiencia y dificultad, se hace selección de la cuadrilla o personal necesario para realizar la actividad como se especifica.

Herramienta menor: “Son aquellas herramientas de menor costo que se requerirán en el proceso de la actividad, y se calculan con un porcentaje acordado con el contratista”. (Hernández & Beltrán, 2021, p. 20). Generalmente, la herramienta se determina como un 5% del costo de la mano de obra ya que son herramientas económicas que se supone que el personal técnico tiene consigo.

Equipo: “Se refiere a la maquinaria de mayor tecnología que se utilizará para la realización de la actividad constructiva.” (Hernández & Beltrán, 2021, p. 20). Se denomina como maquinaria pesada, Comúnmente son equipos que se alquilan ya que comprarlas sale costoso.

Transportes: Se refiere al costo asociado con el traslado de materiales, equipos y personal necesario para la ejecución de una actividad específica dentro de un proyecto de construcción. Este rubro incluye los gastos relacionados con el transporte de materiales desde el lugar de almacenamiento hasta el sitio de trabajo, así como cualquier otro movimiento necesario dentro del proyecto, como el transporte de escombros o materiales retirados del sitio.

Cantidad (rendimiento): Está dado por la cantidad de tiempo o material necesario para realizar una unidad de la actividad. Para los materiales se da en cantidad de acuerdo a la unidad.

Para la mano de obra se da en tiempo de acuerdo a lo que se demora para realizar una unidad de la actividad respecto a la jornada laboral que son 8 horas.

5.9.3. Metodología de enseñanza:

Consultas Básicas: Utilización de comandos simples para obtener listados generales de materiales, equipos, mano de obra, actividades, proveedores, y APUs.

Consultas Avanzadas: Empleo de filtros y condiciones para realizar consultas más específicas y detalladas, como buscar materiales por tipo, equipos o costos unitarios de actividades en áreas específicas del proyecto.

Uso de ejemplos prácticos relacionados con proyectos de ingeniería civil. Ejercicios prácticos para reforzar los conceptos aprendidos.

Para ilustrar el uso práctico de la base de datos de APU, se presentó ejemplos reales de proyectos de ingeniería civil: Se hace una prueba demostrativa de cómo utilizar todas las fuentes, filtros y herramientas que ofrece el Excel.

Ejercicio: Búsqueda de los siguientes APUs de acuerdo con, la descripción específica que se da en cada actividad.

1. Localización y replanteo.
2. Demolición de muros cualquier espesor, caja de empalme, bordillos, escalera, muros de cerramiento, vigas de amarre incluye retiro y disposición final.
3. Excavaciones para escaleras, zapatas, pedestales, y vigas de fundación de 0 a 2m, incluye la botada y equipos mecánicos.
4. Construcción de concreto reforzado de $f'c=3000$ psi vaciado en obra para fundaciones de muros según diseño estructural.
5. Suministro e instalación de acero estructural. Incluye soldaduras, pernos de anclaje, elementos para escalera gato, rejilla antideslizante, barandas PTE, pernos, gualdera en PTE, cerramientos, conectores, platinas, anticorrosivo y acabado en pintura en poliuretano color por definir.
6. Losa compuesta Steel deck, espesor 10 cm, lámina de acero galvanizado de 2" calibre 18, con concreto $f'c=21$ MPa (210 kg/cm²), con conectores S3L 3/4x3-7/8 MS MD2 y malla electrosoldada tipo XX106 con $f_y=485$ MPa (4850 kg/cm²).

7. Muro en fachada de concreto de 30x20x15. Marcar las dilataciones horizontales con mayor profundidad que las dilataciones verticales, para evidenciar hiladas horizontales de bloque de concreto.
8. Muros interiores de división en mampostería piso techo 30x20x15. En acabado de revoque rústico, estuco plástico y pintados en color blanco acabado con rodillo, tres manos.
9. Llenos con material de préstamo.
10. Construcción de piso placa maciza de concreto arquitectónico e=10cms a la vista de f'c 3000 PSI para tráfico peatonal anti endurecedor en cuarzo negro + juntas inducidas con cortadora de disco punta diamante.
11. Colocación de concreto de 14 Mpa para SOLADO, con un espesor DE 0.05 m. Incluye el suministro y el transporte del concreto y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción, incluye acarreo interno.
12. Suministro, transporte y colocación de PUERTA REJA batiente de 2 alas (4.84 x 3.15m). Con bastidor metálico de 3" x 3" espesor de 3mm, platina metálica de 2" x 1/4", tubería negra calibre 16 de 1/2", 10 bisagras de trabajo pesado de 2 1/2" x 4", chapa candada para trabajo pesado tipo Yale o equivalente, 2 fallebas de 5/8". Incluye resane de superficie, soldadura, pintura poliuretano, catalizador, base anticorrosiva y adherente y todos los demás elementos requeridos para su correcta fabricación e instalación. La tubería y las platinas son piezas completas, no se admiten soldaduras intermedias. Según diseño.
13. Construcción de VIGAS AÉREAS de 0,3 x 0,5 m. en concreto de 21 Mpa, hasta una altura de 3,2m medidos desde el nivel de apoyo de la obra falsa hasta el nivel inferior de la viga. Incluye suministro, transporte y colocación del concreto, formaleta de primera calidad en súper T de 19 mm o equivalente, para acabado a la vista, aristas biseladas, suministro, transporte, armado y desarmado de la obra falsa requerida, vibrado, protección, curado y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción. El acero de refuerzo se pagará en su respectivo ítem según diseño y especificaciones establecidos en los planos. En el vaciado se deben dejar los hierros para el amarre de los elementos no estructurales que se requieran, por ningún motivo se pagarán anclajes.

14. Suministro, transporte e instalación de BANCA MODULAR prefabricada tipo B con espaldar metálico, según diseño arquitectónico.
15. Suministro, transporte y colocación de CANOA en "U" en lámina galvanizada calibre 20, desarrollo 1.0m. con soldadura autógena. Incluye embudos en el mismo material de la canoa, soportes, tornillos autoperforantes, anticorrosivo epóxico por ambas caras, acabado con esmalte en la cara inferior a la vista y todos los elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento. Según diseño de cubierta.

Sesiones de revisión de ejercicios y casos de estudio.

Se establece un tiempo estimado de 60 minutos para la ejecución de los 15 APU, de acuerdo con las directrices específicas del proyecto. Este período permite realizar un análisis exhaustivo del rendimiento de los ingenieros, evaluando cuántos APU son completados en ese lapso. Este proceso es crucial para gestionar eficientemente los recursos y garantizar que se cumplan los plazos establecidos, manteniendo así la efectividad y eficacia en la ejecución de cada actividad del proyecto.

Espacio para preguntas y respuestas para aclarar dudas.

Al finalizar la capacitación, se espera que los participantes puedan aplicar de manera efectiva los conocimientos adquiridos en la gestión de proyectos de construcción, utilizando la base de datos de APUs para mejorar la precisión en la estimación de costos, optimizar recursos y cumplir con los objetivos establecidos en sus proyectos.

5.10. Ejecución de la funcionalidad de la base de datos en un proyecto de ingeniería civil.

El presupuesto se elaboró utilizando diferentes Análisis de Precios Unitarios (APU) de las actividades del proyecto. Utilizaremos la información almacenada para calcular los costos de cada actividad y elaborar presupuestos detallados para participar en una licitación.

Es importante destacar que el resultado de la licitación no determinó la eficacia de la base de datos, ya que intervienen varios factores como lo es la fluctuación del precio del dólar, el número de empresas licitantes, el valor presupuestal, la media aritmética, entre otros. La base de datos se diseñará para optimizar tiempos, garantizar precisión en la ejecución y validar precios y rendimientos.

El proceso de licitación en Colombia está regido por el manual de contratación, el cual implica un proceso tedioso que demanda una considerable cantidad de documentación, de la cual actualmente no dispongo. Además, requiere cumplir con requisitos específicos de experiencia y legalidad. Por lo tanto, se procederá a preparar el presupuesto necesario para participar en la licitación y se realizará un análisis detallado para evaluar el posible resultado del proyecto.

5.10.1. Licitación Pública:

Planeación del Proceso: Inicia con la identificación de la necesidad de contratación, donde se realizan estudios previos, análisis de mercado y sectoriales. Se define el objeto del contrato y se establecen los requisitos técnicos, económicos y legales.

Elaboración del Pliego de Condiciones: Se redacta el pliego de condiciones, que es el documento que contiene todas las especificaciones del proyecto, los criterios de evaluación de las ofertas, los requisitos que deben cumplir los oferentes, y los términos y condiciones del contrato.

Publicación y Recepción de Ofertas: El pliego de condiciones se publica en el Sistema Electrónico de Contratación Pública (SECOP) para que los interesados puedan presentar sus propuestas. Se establece un plazo para la presentación de ofertas.

Evaluación de Ofertas: Una vez vencido el plazo de presentación de ofertas, se procede a evaluarlas. Se verifican los requisitos habilitantes y se evalúan los aspectos técnicos, económicos y financieros de las propuestas. Se emite un informe de evaluación.

Adjudicación del Contrato: Con base en el informe de evaluación, se adjudica el contrato al oferente que haya cumplido con todos los requisitos y haya presentado la oferta más favorable. Se firma el contrato y se inicia la ejecución del proyecto.

5.10.2. Licitación Privada:

Selección de Contratistas Potenciales: La entidad contratante selecciona directamente a un grupo reducido de contratistas potenciales basándose en criterios predefinidos como experiencia, capacidad técnica, entre otros.

Invitación a Participar: Se invita a los contratistas seleccionados a participar en el proceso de licitación privada. Se les proporciona la información necesaria sobre el proyecto y se les solicita que presenten sus propuestas.

Presentación de Propuestas: Los contratistas invitados presentan sus propuestas, las cuales son evaluadas internamente por la entidad contratante. Se pueden solicitar aclaraciones o modificaciones a las propuestas.

Negociación y Adjudicación: En algunos casos, se pueden llevar a cabo negociaciones con los contratistas para ajustar las propuestas. Finalmente, se adjudica el contrato al contratista seleccionado y se procede a la firma del contrato.

Se realizó un estudio detallado de los requisitos y especificaciones establecidos en los documentos de la licitación pública, comprendiendo las necesidades de conectividad vial entre la zona rural y urbana de Rionegro, así como los estándares técnicos y normativos necesarios para la construcción de vías de placa huella. Posteriormente, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de la factibilidad técnica y económica del proyecto, considerando la topografía del terreno, la disponibilidad de materiales locales, la accesibilidad para los equipos de construcción y otros factores logísticos que podrían afectar la ejecución del proyecto.

6. Resultados.

6.1. Base de datos: La base de datos proporcionó información actualizada sobre costos de mano de obra, materiales y otros recursos necesarios para obras civiles. Mejoró significativamente la planificación financiera y minimizará las sorpresas durante la ejecución de proyectos.

En el anexo 1, se presenta una tabla detallada que ejemplifica la consolidación y actualización constante de todos los valores relevantes en la base de datos diseñada específicamente para el análisis de precios unitarios en obras civiles. La base de datos se estructuró para integrar datos provenientes de múltiples fuentes, asegurando que los costos de mano de obra, materiales, equipos y otros recursos estén al día con las fluctuaciones del mercado y las particularidades del proyecto.

La eficacia de este sistema radica en su facilidad de planificación financiera más sólida y una ejecución de proyectos más eficiente. Esto se traduce en una reducción significativa de tiempo de elaboración, y proporciona a los gestores de proyectos la información necesaria para tomar decisiones informadas y estratégicas en cada etapa del proyecto. La implementación de esta base

de datos no solo mejora la precisión en la estimación de presupuestos, sino que también optimiza la asignación de recursos y promueve una gestión más eficiente y transparente en el ámbito de la construcción civil.

6.2. Licitación.

Presupuesto. La propuesta se presentó dentro del plazo establecido, asegurando el cumplimiento de todos los requisitos y criterios de evaluación establecidos en los términos de referencia de la licitación pública con un presupuesto de 1.719.343.580 \$. Una vez presentada, se realizó un seguimiento activo del proceso de evaluación por parte de la entidad convocante, estando disponibles para cualquier solicitud adicional de información o aclaración que pudiera surgir durante este período.

Se desarrolló un presupuesto detallado que cubrió todos los costos estimados para la ejecución del proyecto, incluyendo materiales, mano de obra, equipos, transporte y otros gastos directos e indirectos asociados con la construcción de las vías de placa huella. A continuación, se muestra todo el presupuesto necesario para cumplir con los requisitos formales de la licitación pública.

Durante el balance de la ejecución del proyecto, se identificaron los principales costos, detallados como sigue:

Mano de obra: El costo total asociado a las diferentes cuadrillas empleadas para la construcción de la vía ascendió a 1'118.989.989 \$.

Personal técnico: Se contó con un director de proyecto, un residente de obra y un responsable de seguridad y salud en el trabajo, generando un costo total de 76'015.210 \$.

Materiales: Entre los principales se encuentra el acero corrugado de diámetro ¼" con una resistencia de 60.000 psi y concreto de 4000 psi, en cual incluye material granular de tamaño máximo de 12.5, arena de concreto y cemento. Para estos materiales se obtuvo un costo total de 197'846.364 \$.

Pólizas e impuestos: Se requirieron pólizas de cumplimiento, responsabilidad civil y colectiva de vida, con un total de 6'274.168 \$. Respecto a los impuestos (4xmil, industria y comercio, anticipo a la renta, contribución especial y estampillas), el monto total ascendió a 157'194.475 \$.

A continuación, se detalla el presupuesto elaborado para la participación en la licitación del proyecto de construcción.

PRESUPUESTO DE LICITACIÓN.

ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO			
		UND	CANT	VR UNITARIO	VALOR/TOTAL
1	Construir la placa huella				\$ -
1,1	Concreto de 210 kg/cm ² (3.000 psi) espesor 0,15 m - Suministro, transporte e instalacion de concreto para placas, riostras, vigas y rieles . Incluye formaleta, vibrador y todo lo necesario para su correcta construccion. No incluye cemento, el cual se suministrara en especie por la entidad contratante.	m ³	960	\$ 417.937	\$ 401.219.328
1,2	Concreto ciclópeo espesor 0,15 m (40% piedra y 60% concreto de 3000 psi). Suministro, transporte e instalacion de concreto ciclopeo para para entre rieles y sobre anchos de placa huella. Incluye formaleta, vibrador y todo lo necesario para su correcta construccion. No incluye cemento, el cual se suministrara en especie por la entidad contratante.	m ³	460	\$ 375.325	\$ 172.649.408
1,3	Concreto ciclópeo espesor 0,15 m (40% piedra y 60% concreto de 3000 psi). Suministro, transporte e instalacion de concreto ciclopeo para entre rieles y sobre anchos de placa huella. Incluye formaleta, vibrador y todo lo necesario para su correcta construccion.	m ³	350	\$ 534.536	\$ 187.087.600
1,4	Acero de refuerzo 4.200 kg/cm ² (60.000 psi). transporte, figuracion e instalacion de acero de refuerzo para placas, cunetas, riostras y dentellones. No incluye el acero, el cual se suministrara en especie por la entidad contratante	kg	86130	\$ 1.566	\$ 134.845.128
1,5	Acero de refuerzo 4.200 kg/cm ² (60.000 psi). Suministro, transporte, figuracion e instalacion de acero de refuerzo para placas, cunetas, riostras y dentellones.	kg	24324	\$ 7.418	\$ 180.445.162
1,6	Concreto de 210 kg/cm ² (3.000 psi) cuneta según diseño. Suministro, transporte e instalacion de concreto para cunetas. Incluye formaleta, vibrador y todo lo necesario para su correcta construccion. No incluye cemento, el cual se suministrara en especie por la entidad contratante.	m ³	630	\$ 466.754	\$ 294.054.768
1,7	Transporte del material proveniente de la excavacion manual para cunetas, bordillo y vigas riostras hasta botadero oficial con certificado	un	30	\$ 172.449,00	\$ 5.173.470
					\$ -
					\$ -
TOTAL COSTOS DIRECTOS					\$ 1.375.474.864
A				21%	\$ 288.849.721
I					\$ -
U				4%	\$ 55.018.995
IVA 19% SOBRE UTILIDAD				19%	\$ 10.453.609
TOTAL PRESUPUESTO					\$ 1.719.343.580

TOTAL SIN IVA	967.020.571
TOTAL FACTURADO	1.208.775.714
TOTAL EJECUTADO POR FACTURAR	537.941.842

Tabla 10. Presupuesto presentado para licitación pública. (Elaboración propia).

6.3. Balance de pérdidas y ganancias del proyecto de acuerdo al presupuesto presentado.

Durante la ejecución del proyecto de construcción de vías de placa huella, se llevó a cabo un análisis detallado del balance de pérdidas y ganancias para evaluar el rendimiento financiero del mismo. Antes de iniciar la obra, se proyectaba una utilidad del 12%, equivalente a 222.869.924 pesos. Sin embargo, al finalizar el proyecto, se logró alcanzar una utilidad del 15%, totalizando 328.657.943 pesos. Esta diferencia de aproximadamente 100.000.000 pesos en la utilidad final refleja el resultado positivo obtenido debido a los eficientes rendimientos alcanzados en las diversas actividades realizadas.

Durante la fase de construcción, se implementaron los tiempos estimados de acuerdo a los rendimientos dados en el presupuesto dado mediante el uso de la base de datos, desde la gestión eficiente de materiales y mano de obra hasta la correcta administración de los equipos y herramientas necesarios. Además, se mantuvo un riguroso control de costos y tiempos, lo cual contribuyó significativamente a mejorar la rentabilidad del proyecto.

BALANCE DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS.

RESUMEN INFORME PYG						
DETALLE	PYG INICIAL	% INGRES	PYG OBRA	% INGRESO	PYG CONTABLE	DIFERENCIAS
INGRESOS	1.719.343.580		2.262.442.450		-	
OBRA EJECUTADA (FACTURADA)		0,00%	1.285.633.848	56,83%		1.285.633.848
OBRA EJECUTADA (PROYECTADA SIN FACTURAR)		0,00%	976.808.601	43,17%		976.808.601
EGRESOS	1.496.473.656	87,04%	1.933.784.507	85,47%	-	1.933.784.507
SUBCONTRATISTAS	1.179.000.000	68,57%	1.228.989.989	54,32%		1.228.989.989
ADMINISTRATIVO OBRA	78.892.446	4,59%	76.015.210	3,36%		76.015.210
PERSONAL TECNICO		0,00%	-	0,00%		-
MATERIALES (SOLICITADO)		0,00%	197.846.364	8,74%		197.846.364
TRANSPORTE	15.000.000	0,87%	52.445.183	2,32%		52.445.183
HERRAMENTA		0,00%	-	0,00%		-
COSTOS ADMINISTRATIVOS	103.160.615	6,00%	135.746.547	6,00%	-	135.746.547
INVENTARIOS	-	0,00%	-	0,00%		-
INVENTARIOS MATERIALES (EN STOCK)		0,00%	-	0,00%		-
INVENTARIO HERRAMIENTAS DEPRECIADO		0,00%	-	0,00%		-
OTROS GASTOS	120.420.595	7,00%	242.741.213	10,73%	-	242.741.213
CAJA MENOR	10.259.980	0,60%	12.161.493	0,54%		12.161.493
OTROS GASTOS	7.000.000	0,41%	7.111.077	0,31%		7.111.077
POLIZAS	17.193.436	1,00%	6.274.168	0,28%		6.274.168
IMPUESTOS	85.967.179	5,00%	217.194.475	9,60%		217.194.475
UTILIDAD / PERDIDAS	222.869.924	12,96%	328.657.943	14,53%	-	
PORCENTAJE DE UTILIDAD	13%		15%		0%	

Tabla 11. Balance de pérdidas y ganancias para el proyecto. (Elaboración propia).

6.4. Capacitación.

La capacitación al personal de ingeniería se llevó a cabo con éxito, enfocándose en familiarizar a los ingenieros civiles con los conceptos fundamentales de las bases de datos de APUs. Aunque no todos los ingenieros estuvieron presentes, los resultados fueron positivos en general.

Durante la capacitación, se realizó un ejercicio práctico intensivo que permitió a los participantes aplicar directamente los conocimientos adquiridos. Se dedicó un tiempo estimado de 60 minutos para completar los 15 APUs seleccionados, de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Se asigna una puntuación de 0 a 100 de acuerdo al resultado final de cada APU para al final hacer un balance general de cómo fue su manejo de la base de datos.

Por razones de privacidad y confidencialidad, no se divulgan los nombres específicos de los ingenieros que participaron en la capacitación. Sin embargo, se han codificado con letras para poder presentar de manera efectiva los resultados obtenidos de dicha sesión formativa.

RESULTADOS DE CAPACITACIÓN DE BASE DE DATOS.

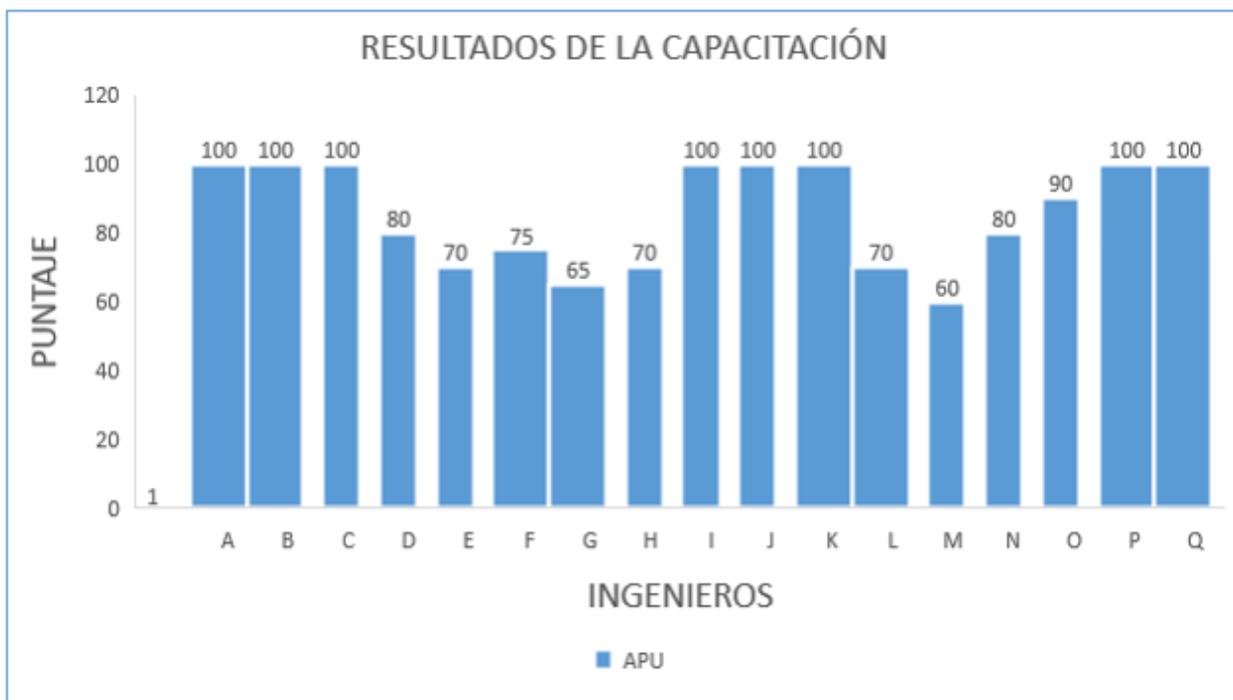


Ilustración 2. Resultados de capacitación a ingenieros. (Elaboración propia).

Los resultados obtenidos son altamente satisfactorios. Los ingenieros con más de 5 años de experiencia alcanzaron puntajes perfectos de 100, reflejando su profundo entendimiento de las especificaciones y términos requeridos para el proyecto. Por otro lado, los auxiliares de residencia, con menos experiencia en la gestión de presupuestos y APU's, obtuvieron puntajes más bajos.

Todos demostraron un sólido dominio en el manejo de la base de datos, aunque algunas actividades demandaron interpretación y conexión con otras para lograr resultados precisos y costos ajustados. En términos de funcionalidad, todos comprendieron claramente cómo utilizar las herramientas disponibles y optimizar los tiempos de búsqueda y diligencia en la elaboración de APU's.

7. Discusión.

La integración de datos en una base de datos de APU ha reducido significativamente los tiempos necesarios para la elaboración de presupuestos. Antes de la implementación, la dispersión de la información en múltiples fuentes generaba retrasos y errores. Ahora, con un acceso rápido y unificado a la información, los ingenieros pueden realizar cálculos presupuestarios más eficientes, lo que se traduce en una mejora notable del rendimiento.

Durante la implementación, se enfrentaron varios desafíos, como la resistencia inicial al cambio por parte del personal y la necesidad de garantizar la fiabilidad de los datos. Sin embargo, estos desafíos fueron abordados mediante una capacitación adecuada y el establecimiento de procedimientos claros para la actualización de la base de datos como se mostró en la metodología.

La capacitación del personal, aunque crucial, no fue tan efectiva como se esperaba. Muchos empleados reportaron dificultades para la disponibilidad de la capacitación, lo que sugiere que la formación inicial no fue suficientemente profunda ni extensa. Para abordar este problema, es necesario implementar programas de capacitación continua y de soporte técnico permanente que permitan a los usuarios resolver dudas y mejorar sus habilidades con la herramienta a lo largo del tiempo.

La herramienta desarrollada ha aumentado la competitividad de ENETEL S.A.S al permitir una mejor adaptación a las dinámicas del mercado. La capacidad de responder rápidamente a las demandas y cambios en los precios de los recursos ha mejorado la posición de la empresa en el sector de la construcción civil.

El desarrollo de esta base de datos integral no solo beneficia a la empresa donde realicé el proyecto, sino que también aporta significativamente al campo de la ingeniería civil en Colombia. Proporciona un modelo replicable para otras empresas que enfrentan desafíos similares en la gestión de presupuestos. Además, contribuye al avance de prácticas más eficientes y transparentes en la industria, lo que puede tener un impacto positivo en la ejecución de proyectos de infraestructura a nivel nacional.

8. Conclusiones.

La herramienta desarrollada en formato Excel ha demostrado ser robusta y altamente funcional. Permite calcular presupuestos de manera eficiente, adaptándose específicamente a las características y requerimientos de cada obra civil. Esta capacidad de personalización ha mejorado significativamente la precisión en la estimación de costos y la gestión de recursos durante la ejecución del proyecto.

La implementación de la base de datos ha mejorado significativamente la planificación financiera de los proyectos. Proporciona información detallada sobre los costos de mano de obra, materiales, equipos y otros recursos necesarios, reduciendo las incertidumbres y permitiendo una gestión más eficiente de los recursos financieros disponibles.

El presupuesto elaborado cumplió con todos los requisitos y criterios de evaluación establecidos en la licitación pública para el proyecto de construcción de vías de placa huella. La propuesta se presentó dentro del plazo establecido y se gestionó activamente durante el proceso de evaluación, asegurando el cumplimiento total de los términos de referencia y garantizando la competitividad en el proceso de adjudicación.

El proyecto de construcción de vías de placa huella no solo cumplió con las expectativas financieras establecidas inicialmente, sino que superó las proyecciones con una utilidad final del 15%. Este logro subraya el compromiso y la experiencia del equipo de trabajo involucrado en la ejecución del proyecto, así como la eficacia de las decisiones tomadas para garantizar su éxito económico y operativo.

La capacitación efectiva del personal de ingeniería civil fue crucial para maximizar el uso y la efectividad de la base de datos implementada. Esto garantiza una mejor preparación para

futuros proyectos y refuerza la capacidad de la empresa para mantener estándares de excelencia en la ejecución de obras civiles.

El proyecto ha cumplido con éxito sus objetivos, proporcionando a la empresa herramientas y procesos mejorados para competir efectivamente en el mercado de la construcción civil. La implementación de la base de datos ha demostrado ser una herramienta estratégica que no solo optimiza la gestión de recursos y la planificación financiera, sino que también promueve una ejecución de proyectos más eficiente y rentable.

Referencias.

- Arboleda López, S. A. (2014). *ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD, RENDIMIENTOS Y CONSUMO DE MANO DE OBRA EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS, ELEMENTO FUNDAMENTAL EN LA FASE DE PLANEACIÓN*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/51745/71792750.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carreño Navarro, J. L. (2020). *SEGUIMIENTO Y SUPERVISIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS DE LICITACIÓN, ADECUACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE OBRA CIVIL EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA SUEÑOS REALES S.A.S*. [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Universidad Pontificia Bolivariana. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/9657/1716_e_4%20Proteg..pdf
- López Molina, R. (2019). *CREACIÓN DE BASE DE DATOS Y PLANTILLA PARA ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS*. [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/16683/1/LopezRichard_2019_CreacionBaseDatos.pdf
- Hoyos Fernández, L. F. (2023). *Optimización del proceso de cálculo de cantidades y presupuesto de obras de pavimento rígido y flexible en la empresa Grupo Tecmedic S.A.S*. [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/36439/1/HoyosLuisa_2023_CantidadesPresupuestosPavimentos.pdf
- Muriel Oliveros, M. A. (2023). *Análisis de precios unitarios, rendimientos y consumos de mano de obra en la ejecución de actividades de acabados para la construcción*. [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/36688/1/MurielMateo_2023_AnalisisPreciosUnitarios.pdf
- Pérez Echevarría, L. A. (2022). *Construcción y consolidación de una metodología para la elaboración y revisión de presupuestos para contratos de obra en el departamento de*

- Antioquia*. [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/30318/1/PerezLuis_2022_ElaboracionRevisionPresupuestos.pdf
- Vanegas Mejía, S. (2022). *Metodología para la presentación de un presupuesto en una licitación pública o privada, para una obra de ingeniería eléctrica*. [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/26239/1/VanegasSantiago_2022_MetologiaPresentacionPresupuestos.pdf
- Tejada, Jorge Luis. (2019). *COSTOS DE OBRAS CIVILES*. ECOE Ediciones.
- MANUAL DE CONTRATACIÓN AGENCIA NACIONAL DE CONTRATACIÓN PÚBLICA-COLOMBIA COMPRA EFICIENTE-2023 MANUAL DE CONTRATACIÓN*. https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/files_2020/manual_de_contratacion_compressed.pdf
- Marqués, Mercedes. (2011). *Bases de datos*. Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions. https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=73vEWFIAAAAJ&citation_for_view=73vEWFIAAAAJ:2osOgNQ5qMEC
- Porras Sánchez, L. (2017). *ANÁLISIS, DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE PRESUPUESTO*. [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio Universidad Piloto de Colombia. <https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/8610/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez Gutiérrez, H. & Rojas Cubides, P. (2015). *TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA PROYECTOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE 2005 A 2015*. [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/2874>
- Pérez, P. (2016). *Gestión de la construcción* (2.^a ed.). Editorial ITM. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.22430/9789588743516>
- Bromilow, F. J. (1969). "Contract Time Performance Expectations and the Reality." *Construction Management and Economics*.

Legissa. (2022). Informe salario 2022. DATOS CLAVE PARA PROGRAMAR LA NÓMINA. *Construdata, Edición* (202). Pp. 8-23. [Revista Construdata 202 by PROSPERTECH SA - Issuu](#)

Hernández Cortes, A., & Beltrán Cárdenas, I. P. (2021). *CREACIÓN DE LA APP PARA AGILIZAR EL PROCESO DEL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)*. [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/26678>

Anexos.

Anexo 1. Base de datos de proveedores, materiales, equipos, mano de obra y APU's.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/15NHPbu1cm_RnVYIeixVuKIVMCHsqvtIp/edit?usp=sharing&ouid=100201246313236200275&rtpof=true&sd=true