

Análisis de la aplicación del software Plan Yard como herramienta para el control de costos en la empresa Monge & Arce Project Builders S.R.L.

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN
CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Análisis de la aplicación del software Plan Yard como herramienta para el control de costos en la empresa Monge & Arce Project Builders S.R.L.

Llevado a cabo por el estudiante:

Briceño Artavia Fabián

Carné:

2017083160

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador el viernes 10 de marzo de 2023 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:

Dr. Ing. José Andrés Araya Obando
Director de la Escuela

Ing. Milton Sandoval Quirós, MBA
Profesor Guía

Ing. Manuel Alán Zúñiga, MGP
Profesor Lector

Ing. Mauricio Araya Rodríguez.
Profesor Observador

Resumen

Este trabajo final de graduación consiste en el análisis de la aplicación del software Plan Yard como herramienta para el control de costos en la empresa Monge & Arce Project Builders S.R.L., en adelante identificada con las siglas MAPB.

Para conseguir esto, se caracterizaron los proyectos actuales de la empresa MAPB, se identificó la metodología y las herramientas utilizadas actualmente en la gestión de costos y se compararon con la investigación de buenas prácticas y documentación de modelos de gestión por empresas a nivel nacional e internacional.

Esto se logró mediante el estudio de la información de la empresa, visitas a proyectos, reuniones con los socios de la empresa MAPB y el sondeo mediante una encuesta a los colaboradores de la empresa. Como resultado, se obtuvo el alcance y las limitaciones de la implementación del software "Planyard" en los proyectos constructivos, así como un análisis que plantea un procedimiento estandarizado del control de los costos utilizando el software "Planyard".

Palabras claves: Análisis, gestión, control, costos, proyectos constructivos, Planyard.

Abstract

This project consisted of the analysis of the “PlanYard” software as a tool for cost control in the company Monge & Arce Project Builders S.R.L., hereinafter referred to as MAPB.

To achieve this, the current projects of the MAPB company were characterized, the methodology and tools used currently on the cost management were identified and compared with the investigation of good practices and documentation of management models by companies at national and international level.

This was achieved through the study of the company information, visits to projects, reunions with the partners of the MAPB company and a survey made to the company’s collaborators.

As a result, the scope, and limitations of the “Planyard” software on construction projects were obtained, as well as a analysis that proposes a standardized cost control procedure using the “Planyard” software.

Keywords: Analysis, management, control, cost, construction projects, Planyard

Análisis de la aplicación del software Plan Yard como herramienta para el control de costos en la empresa Monge & Arce Project Builders S.R.L.

FABIÁN BRICEÑO ARTAVIA

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de
Licenciatura en ingeniería en Construcción

Noviembre del 2022

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio.....	6
Resumen Ejecutivo.....	7
Introducción	9
Marco teórico.....	11
Metodología.....	21
Resultados y análisis.....	24
Conclusiones	50
Recomendaciones.....	51
Apéndices	52
Anexos.....	57
Referencias.....	59

Prefacio

En el desarrollo de proyectos constructivos, un componente importante del trabajo es el manejo apropiado de los recursos financieros. Por lo tanto, es de suma importancia organizar la obra, formar las contrataciones correspondientes, la cuantificación y los costos asociados al proyecto. Esto permite definir un programa de trabajo y un flujo de los recursos económicos que permiten financiar la obra según las necesidades de esta.

La gestión de costos es de suma importancia, para los desarrolladores de estos proyectos constructivos. Se necesita tener la capacidad de realizar una buena práctica sobre el control de ese flujo de recursos. Esto con el fin de poder tomar decisiones oportunas, que pueden corregir la dirección o el enfoque de un proyecto.

Por lo tanto, el implementar en las organizaciones un proceso, para proyectos similares, permite gestionar los costos y elaborar una guía del procedimiento a seguir. Produce una menor incidencia de errores en las diferentes etapas del proyecto y conseguir mejores resultados en temas de gestión de costos.

Es por esto, que el análisis de la aplicación del software Plan Yard como herramienta para el control de costos en la empresa Monge & Arce Project Builders S.R.L. busca fortalecer su gestión de costos y ayudar a sus colaboradores para la implementación de esta herramienta en los futuros proyectos constructivos por desarrollar.

Este proyecto de graduación que se elaboró tiene como objetivo estandarizar los procesos de gestión de costos en temas de control para proyectos constructivos, mejorando la situación actual de la empresa.

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, Álvaro Briceño Víquez y Silvia Artavia Marín por todo su esfuerzo para brindarme la oportunidad de estudiar en el Tecnológico de Costa Rica a pesar de sus complicaciones. Además, quiero agradecerles por los consejos y el apoyo durante toda mi vida. A mi hermano Fernando Briceño Artavia quien es parte fundamental de mi vida, quien ha compartido todos mis logros y quien me ha ayudado siempre que lo necesito. A mi abuelito Humberto, mi modelo a seguir y la razón del porque lucho por mis sueños. A mi familia por siempre estar ahí en las buenas y en las malas

Quiero agradecerles a todos mis amigos durante este proceso universitario, Adison, Raquel, Wray, Oscar, Esteban, César y todos los amigos que hice durante estos 5 años de universidad. Además, de los amigos que formaron parte de mi vida desde el colegio por su apoyo incondicional.

También, quiero agradecer a la Empresa Monge y Arce Project Builders por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto de graduación y ayudarme a ganar experiencia en el ámbito laboral, en especial al Ing. Pedro Arce Cascante y al Ing. Jonathan Monge Cubillo.

A los profesores de toda la Escuela de ingeniería en construcción, les agradezco por compartir sus enseñanzas a lo largo de esta etapa universitaria. En especial, a mi profesor guía el Ing. Milton Sandoval por sus consejos y apoyo durante el proyecto de graduación, además, de las enseñanzas brindadas a lo largo de estos años tanto como estudiante como asistente.

Resumen Ejecutivo

El fin de este proyecto es analizar la aplicación del software PlanYard como herramienta para el control de costos en la empresa Monge & Arce Project Builders S.R.L. Esta necesidad surge a raíz de la necesidad de un manejo apropiado de los costos del proyecto. En la gestión de proyectos constructivos, un componente importante del trabajo es el manejo apropiado de los costos del proyecto. Por lo tanto, es de suma importancia organizar la obra, formar las contrataciones correspondientes, la cuantificación y los costos asociados al proyecto. Esto permite definir un programa de trabajo y un flujo de los recursos económicos que permiten financiar la obra según las necesidades de esta. (Duarte & Martínez, 2015)

La empresa MAPB busca poder afrontar sus futuros proyectos de construcción, permitiéndoles mejorar el procedimiento y las herramientas utilizadas actualmente. La necesidad principal de la empresa recae en poder estandarizar todos los proyectos para poder hacer comparaciones en los resultados obtenidos entre todos los proyectos finalizados. Esto permite a MAPB como empresa, recibir retroalimentación de sus procesos y brindar un mejor servicio a los clientes con el paso del tiempo. La meta del presente proyecto de graduación es conseguir proyectos más rentables a nivel de la industria actual de la construcción.

Primeramente, para desarrollar este proyecto de graduación, surgió la necesidad de analizar la metodología y las herramientas utilizadas por la empresa en los proyectos constructivos que han realizado. Esto se consiguió realizando una encuesta a nivel de empresa, investigando la información histórica de los proyectos realizados y una entrevista con los gerentes de la empresa. Al observar los resultados obtenidos, se observa que cada proyecto tiene un formato propio complicando poder realizar comparaciones entre ellos, además, se observó la dificultad actual para buscar información de la empresa debido a que cada gerente de proyecto tiene sus datos y resultados entre su información personal.

Seguidamente, se analizó el alcance y las limitaciones que presenta el software "Planyard" para el control de costos de un proyecto de construcción mediante la información que los desarrolladores brindan, el uso del programa y de los proyectos que han utilizado este software. De primera mano, se observó la limitación del software en proyectos que ya iniciaron, debido a que este programa no permite adjudicar una fecha propia a cada factura; esto provoca que el programa no brinde una visualización actual del comportamiento del proyecto. Sin embargo, a pesar de su principal desventaja, una ventaja del programa es el poder tener una plataforma estándar donde se pueda cargar la mayoría de la información de los proyectos en tema de control de costos, esto ayuda principalmente a la hora de realizar una búsqueda de información de los proyectos anteriores, así como observar comportamiento y los resultados de estos. Además, esto permite a la empresa MAPB pueda comparar el rendimiento de los proyectos actuales contra los proyectos que ya finalizaron.

Según Cochi y Álvarez (2002) es evidente la importancia de conocer los costos reales de una obra (presupuesto) para poder tomar decisiones oportunas, que pueden corregir la dirección o el enfoque de un proyecto. Este conocimiento debe estar a la mano de todas partes involucradas en el proceso de construcción. Estos costos, a nivel empresarial, son fundamentales para controlar la utilidad sin perjudicar la calidad, seguridad y buenas relaciones con las partes involucradas (clientes, proveedores, personal, contratistas, entre otros). Además, esta información puede ser aprovechada como herramienta para obtener ventajas competitivas en la industria de la construcción.

Para poder vincular la información obtenida hasta en este punto del desarrollo del proyecto, se implementó el software "Planyard" en un proyecto de la organización para valorar el aporte al control de costos de la empresa. El proyecto utilizado es el llamado "The Preserve", un proyecto ubicado en Puerto Viejo, Talamanca; con un área de 167,77 m². A partir de los resultados obtenidos, se puede observar la capacidad del programa para brindar gráficos e información para poder tomar decisiones a lo largo de la ejecución del proyecto; además, el software permite observar el comportamiento de cada línea de presupuesto.

Como parte final del proyecto, se elaboró un análisis de la aplicación del software Plan Yard como herramienta para el control de costos con la información investigada y las buenas prácticas de un control de costos. Este proyecto de graduación prioriza buscar estandarizar todo el proceso llevado a cabo en la empresa y lograr realizar las acciones pertinentes sobre la retroalimentación obtenida a partir del software

utilizado. Esto es de suma importancia porque el conseguir intervenir a tiempo en tema de costos en el desarrollo de un proyecto, ya que la capacidad de mejorar el estado del proyecto es mayor en etapas previas que al finalizar el mismo.

Finalmente, con el desarrollo del proyecto se confirmó que su importancia radica debido a que no solo responde a las necesidades de la empresa Monge y Arce Project Builders en el control de costos; sino que a nivel de cualquier empresa constructiva. Por lo tanto, este trabajo puede ser la base para el desarrollo personalizado de una guía de uso del software "PlanYard" en el control de costos para cualquier individuo que lo requiera.

Introducción

En la gestión de proyectos constructivos, un componente importante del trabajo es el manejo apropiado de los costos de este. Por lo tanto, es de suma importancia organizar la obra, formar las contrataciones correspondientes, la cuantificación y los costos asociados al proyecto. Esto permite definir un programa de trabajo y un flujo de los recursos económicos que permiten financiar la obra según las necesidades de esta. Es de suma importancia, como desarrolladores de estos proyectos constructivos, tener la capacidad de realizar una buena práctica sobre el control de ese flujo de recursos. (Duarte & Martínez, 2015)

El Project Management Institute (2017) menciona que la gestión de costos incluye los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado y el ciclo de vida propuesto. Estos procesos interactúan entre sí y con procesos de las otras áreas de conocimiento. Dependiendo de las necesidades del proyecto, cada proceso puede implicar el esfuerzo de una persona o grupo de personas.

Según Cochi y Álvarez (2002) es evidente la importancia de conocer los costos reales de una obra (presupuesto) para poder tomar decisiones oportunas, que pueden corregir la dirección o el enfoque de un proyecto. Este conocimiento debe estar a la mano de todas partes involucradas en el proceso de construcción. Estos costos, a nivel empresarial, son fundamentales para controlar la utilidad sin perjudicar la calidad, seguridad y buenas relaciones con las partes involucradas (clientes, proveedores, personal, contratistas, entre otros). Además, esta información puede ser aprovechada como herramienta para obtener ventajas competitivas en la industria de la construcción.

A partir de esta información Jaller (2016) menciona que se puede conocer si lo planeado está acorde con lo ejecutado, disminuyendo el riesgo de no tener los resultados esperados y no tener la capacidad de conocer el porqué de esto. Gestionar los costos, permite, como se mencionó anteriormente, tomar decisiones oportunas y ejecutar el proyecto lo más cercano posible a lo planeado. Esta es la principal razón por la que las empresas constructoras buscan implementar una metodología para realizar el presupuesto, monitoreo y control de los costos de un proyecto.

Por lo tanto, según Barquero y Calderón (2016), con la llegada de la modernidad, los sistemas tecnológicos constituyen un pilar fundamental para la consolidación de la globalización. En la industria de la construcción, en el ámbito de gestión de proyectos, estos sistemas no se quedan atrás; en el mercado existen muchas herramientas digitales para poder llevar a cabo esta actividad. Algunos ejemplos del mercado son los siguientes: Procore, Sigrid ERP, AdiOBRASwin, Planyard, entre otros.

La empresa MAPB busca analizar la aplicación del software Plan Yard como herramienta para el control de costos en la empresa Monge & Arce Project Builders S.R.L. para poder afrontar sus futuros proyectos permitiéndoles mejorar el procedimiento y las herramientas utilizadas actualmente, así como, un proceso estandarizado para llevar cabo un correcto control de costos en los proyectos constructivos. Además, de ser capaces de afrontar diversas problemáticas y limitaciones presentes actualmente en la empresa.

Por lo tanto, el presente proyecto, en vista de la importancia de mantener un control sobre los costos de un proyecto constructivo, busca realizar un análisis de la aplicación del software Plan Yard como herramienta para el control de costos para así conseguir proyectos más integrales y rentables a nivel de la industria actual de la construcción. Esto se realizará mediante la creación de una guía de uso del software, un plan de implementación y un análisis de la aplicación del software Plan Yard.

Objetivos

A continuación, se presenta el objetivo general y los objetivos específicos de este proyecto

Objetivo general:

Analizar la aplicación del software Plan Yard como herramienta para el control de costos en la empresa Monge & Arce Project Builders S.R.L.

Objetivos específicos:

- Analizar la metodología y las herramientas utilizadas por la empresa en los proyectos constructivos que han realizado, para posibles mejoras en el control de costos.
- Analizar el alcance y las limitaciones que presenta el software "Planyard" para el control de costos de un proyecto de construcción.
- Implementar el software en un proyecto de la organización para la valoración de su aporte a la mejora en el control de costos de la empresa.

Marco teórico

Proyecto

El concepto de proyecto es uno de los más básicos dentro de la rama de administración de proyectos. Según Gray y Larson (2009), un proyecto es un esfuerzo complejo, no rutinario, limitado por el tiempo, el presupuesto, los recursos y las especificaciones de desempeño y que se diseña para cumplir las necesidades del cliente. A partir de esta definición, se deduce que las principales características de un proyecto son:

- Un objetivo establecido.
- Un ciclo de vida definido, con un principio y un fin.
- Por lo general, implica que uno o varios departamentos y profesionales se involucren.
- Es común realizar un producto o ciertas actividades que nunca se haya realizado.
- Tiene requerimientos específicos de tiempo, costo y desempeño.

En primer lugar, el objetivo establecido suele carecer de repetibilidad ni suele presentar cotidianidad. Además, se puede observar que son temporales, presentan un inicio y un fin. Sin embargo, cabe destacar que esta cualidad no se aplica al producto, servicio o resultado creado; debido a que la mayoría de los proyectos se espera un resultado duradero. Por otra parte, el proyecto puede involucrar a un solo individuo, una sola unidad o múltiples unidades dentro de la organización; porque, a pesar de que puede haber elementos o actividades repetidas, todo proyecto es único debido a su diseño, sus circunstancias, por sus contratistas, por el equipo de trabajo, etc. Además, los proyectos se enfrentan a limitaciones específicas de tiempo, costo y calidad. El equilibrar las compensaciones entre tiempo, costo y desempeño para satisfacer al cliente, es una de las funciones principales de la administración de proyectos.

Basado en la definición anterior, un proyecto constructivo tiene como alcance la construcción, ampliación, modificación o remodelación de una obra de infraestructura, mediante una secuencia lógica de procesos y un uso eficaz de recursos en un plazo determinado para satisfacer las necesidades de los interesados; además, debe permitir alcanzar los objetivos establecidos previamente.

El Ciclo de vida de un proyecto

Según el Project Management Institute (PMI, 2017), el ciclo de vida del proyecto es un conjunto de fases de este, generalmente secuenciales y en ocasiones superpuestas, cuyo nombre y número se determinan por las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación. Mientras, que cada proyecto tiene un inicio y un final definidos, los entregables específicos y las actividades que se llevan a cabo entre éstos variarán ampliamente de acuerdo con el proyecto. El ciclo de vida de un proyecto proporciona un marco de referencia para dirigir un proyecto, independientemente de las actividades específicas involucradas.

Los proyectos al ser únicos, como se mencionó en el apartado anterior, estos varían en tamaño y complejidad. Sin embargo, según Gray y Larson (2009), estos pueden configurarse en cuatro etapas genéricas: etapa de definición, etapa de planeación, etapa de ejecución y etapa de entrega. La siguiente figura hace referencia a los niveles de esfuerzo durante el ciclo de vida de un proyecto:

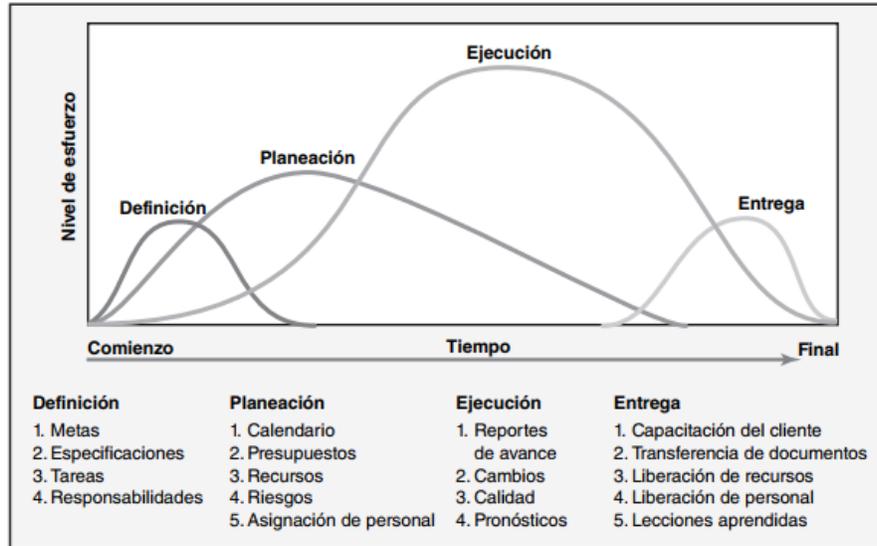


Figura 1. Niveles de esfuerzo durante el ciclo de vida de un proyecto.
Fuente: Gray y Larson, 2009.

Como se puede observar en la figura 1, para Gray y Larson, en la primera etapa se definen las especificaciones del proyecto, se establecen los objetivos, se asignan las principales responsabilidades y se integran equipos. En la etapa de planeación, se desarrollan los planes para determinar la implicación del proyecto (el tiempo de ejecución, a quien beneficiará, el nivel de calidad y los costos asociados). Mientras, en la etapa de ejecución se desarrolla gran parte del proyecto; aquí se elabora el producto físico utilizando las mediciones de tiempo, costo y especificaciones como medios de control. Finalmente, la etapa de entrega comprende la capacitación del cliente y la transferencia de documentos (entrega del producto); y la liberación de recursos y equipo para encontrar nuevas asignaciones para estos.

Por lo tanto, según el PMI (2017), una estructura del ciclo de vida de un proyecto comúnmente presenta las siguientes características:

- Los niveles de costo y dotación de personal son bajos al inicio del proyecto, alcanzan su punto máximo según va avanzando y caen rápidamente cuando se acerca el cierre (ver figura 1).
- La influencia de los clientes, el riesgo y la incertidumbre son mayores al inicio del proyecto y disminuyen durante la vida de este.
- La capacidad para influir en las características del producto final del proyecto, sin afectar el costo, es más alta al inicio del proyecto y va disminuyendo a medida que el proyecto avanza, como se muestra en la figura 2:

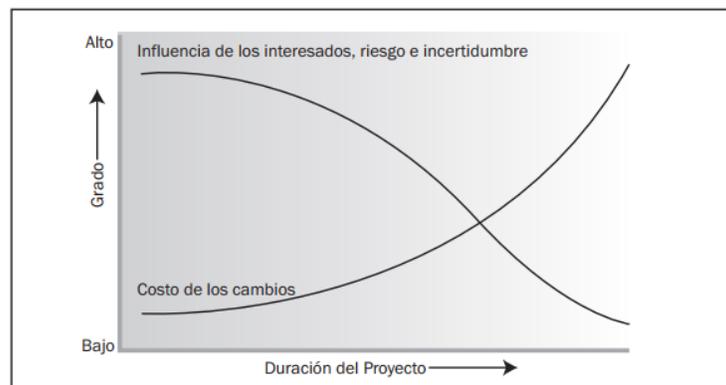


Figura 2. Grado del costo de los cambios y riesgo según la duración del proyecto.
Fuente: PMI, 2017.

Dirección de proyectos

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este (PMI, 2017). Sin embargo, los encargados de la dirección de proyectos, Gray y Larson (2009) mencionan que administran actividades temporales y no repetitivas a fin de completar un proyecto con vida fija a diferencia de otros administradores que se encargan de operaciones existentes.

Por lo tanto, los encargados de la dirección de proyectos deben trabajar con un grupo diverso de personas; además, de ser el enlace directo con el cliente y manejar la tensión entre las expectativas del cliente y lo que es factible y razonable. Por lo tanto, son los responsables del desempeño del proyecto que garanticen una compensación entre los requerimientos de tiempo, costo y desempeño del proyecto. Asimismo, las personas encargadas deben tener un conocimiento técnico rudimentario para tomar las decisiones pertinentes. Por otra parte, deben organizar la terminación del proyecto induciendo a las personas adecuadas, en el momento apropiado, a resolver los asuntos indicados y tomar las decisiones correctas. (Gray y Larson, 2009)

Debido a esto, el PMI (2017) establece las siguientes áreas de gestión de conocimiento para la dirección de proyectos:

- Gestión de la integración.
- Gestión de alcance.
- Gestión de cronograma.
- Gestión de costos.
- Gestión de calidad.
- Gestión de los recursos.
- Gestión de las comunicaciones.
- Gestión de riesgos.
- Gestión de adquisiciones.
- Gestión de interesados.

Debido a esto, la importancia directa de un proyecto constructivo es gestionar todas estas áreas de conocimiento para cumplir los objetivos de forma óptima y eficiente. Por consecuencia, la definición tradicional de la calidad y el éxito final del proyecto, según Gray y Larson (2009), es cumplir y/o superar las expectativas del cliente en términos de costo, tiempo y alcance. En consecuencia, la interrelación entre estos criterios es cambiante (ver figura 3); por lo que, si alguno de estos factores se ve afectado es probable que al menos otro cambie. Por ejemplo, al realizar un adelanto en el cronograma del proyecto se debe añadir recursos adicionales para completar la misma actividad en el nuevo tiempo propuesto, sin embargo, si no es posible aumentar el presupuesto, se puede reducir la calidad del producto para entregar este producto en menor tiempo con el mismo presupuesto.

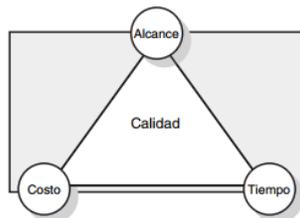


Figura 3. Compensaciones en la administración de proyectos.

Fuente: Gray y Larson, 2009.

Al realizar esto, puede generar riesgos adicionales; por lo tanto, el equipo de trabajo debe ser capaz de evaluar la situación y equilibrar las demandas para entregar un proyecto exitosamente. Por lo tanto, sin dejar de lado la gestión del tiempo y el alcance, el enfoque principal de este proyecto se centrará en la correcta gestión de costos del proyecto.

Gestión de costos

La gestión de costos, según PMI (2017), incluye los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado y el ciclo de vida propuesto. Estos procesos interactúan entre sí y con procesos de las otras áreas de conocimiento. Dependiendo de las necesidades del proyecto, cada proceso puede implicar el esfuerzo de una persona o grupo de personas. Cada proceso se ejecuta por lo menos una vez en cada proyecto y en una o más fases del proyecto, en caso de que el mismo esté dividido en fases.

Como se mencionó anteriormente en el ciclo de vida de un proyecto, la capacidad de influir en los costos es mucho mayor en las primeras etapas del proyecto, lo que hace que la definición temprana del alcance del proyecto sea crítica. Por lo tanto, el PMI (2017) establece un plan de gestión de costos que determina el formato y establece los criterios necesarios para planificar, estructurar, estimar, presupuestar y controlar los costos del proyecto. Además, menciona que los procesos de gestión de los costos del proyecto, así como sus herramientas y técnicas asociadas, se seleccionan generalmente durante la definición del ciclo de vida del proyecto y se documentan en el plan de gestión de costos. Este plan de gestión de costos es el objetivo principal de la planificación de la gestión de costos, el cual, según el PMI (2017) puede establecer los siguiente:

- Nivel de exactitud: Las estimaciones del costo de las actividades se ajustará a un redondeo de datos, dependiendo del alcance de las actividades y de la magnitud del proyecto.
- Unidades de medida: Todas las unidades que se utilizan en las mediciones se definen para cada recurso calculado.
- Enlaces con los procedimientos de la organización: La estructura de desglose del trabajo (EDT) establece el marco para el plan de gestión de costos, permitiendo la consistencia con las estimaciones de costos, los presupuestos y el control de costos. El componente de la EDT que se utiliza para la contabilidad de los costos del proyecto se denomina cuenta de control (CA); a estas cuentas de control se les asigna un código único o un número de cuenta vinculado con el sistema contable.
- Umbrales de control: Para monitorear el desempeño de los costos, se puede establecer un porcentaje de desviación con respecto a la línea base establecida antes de que sea necesario realizar una acción.
- Reglas para la medición del desempeño: Se establecen reglas para la medición del desempeño gracias a la gestión del valor ganado (EVM).
- Formatos de los informes: Se definen los formatos y la frecuencia de presentación de los diferentes informes de costos.
- Descripciones de los procesos: Se documentan las descripciones de cada uno de los tres procesos de gestión de los costos del proyecto.

Según la PMI (2017) la gestión de costos del proyecto debe tener en cuenta los requisitos de las partes interesadas para obtener los costos. Este es básicamente el costo de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto; además, es necesario considerar el impacto de las decisiones del proyecto sobre el costo, el mantenimiento y el respaldo de los resultados del proyecto. Estos esfuerzos de planificación de la gestión de costos ocurren temprano en el proceso de planificación del proyecto y enmarcan cada proceso de gestión de costos para que su implementación sea efectiva y coordinada.

Estimación de costos

Una estimación de costos, según el PMI (2017), consiste en una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar la actividad. Además, es una predicción basada sobre la información disponible en un momento determinado. Estas estimaciones incluyen la identificación y consideración de diversas alternativas de cálculo de costos para iniciar y completar el proyecto. Para conseguir un costo óptimo del proyecto, se debe tener en cuenta un balance entre los costos y los riesgos. Por otra parte, las estimaciones de costos se expresan normalmente en unidades de alguna moneda; sin embargo, se puede utilizar otra unidad de medida para eliminar las fluctuaciones de las divisas.

A lo largo del ciclo de vida de un proyecto, se debe revisar y ajustar las estimaciones de costos para ir reflejando detalles adicionales. Esto se debe a que la exactitud de los costos de un proyecto va aumentando durante el transcurso de este. El PMI (2017) muestra mediante un ejemplo que un proyecto en su fase de inicio puede tener una estimación aproximada en el rango de -25% a +75%; mientras tanto, en etapas posteriores de un proyecto, el rango se reduce a un -5% a +10%. Esto permite observar la importancia de realizar estos ajustes en el momento óptimo.

Los costos se estiman para todos los recursos necesarios del proyecto a ejecutar; por lo tanto, se puede considerar que la estimación de costos es una evaluación cuantitativa de los costos probables. Estos, según Gray y Larson (2009), pueden dividirse en costos directos (un paquete específico de tareas), costos indirectos (recursos a utilizar) y costos de administración y generales (costos de la organización que no se relacionan a un proyecto en específico). Algunos de estos costos son los siguientes:

- Costos de mano de obra.
- Costos de materiales.
- Costos de subcontratos.
- Costos de equipo y maquinaria.
- Costos de administración.
- Costos de servicios.
- Costos de instalaciones.
- Costos para casos de contingencia.
- Costo de financiamiento.

El PMI (2017) menciona diferentes formas de calcular la estimación de costos de un proyecto; las herramientas y técnicas propuestas son las siguientes:

- Juicio de expertos: El juicio de expertos aporta una perspectiva valiosa sobre el ambiente y la información procedentes de proyectos similares anteriores. También, se puede utilizar para determinar que métodos de estimación deben combinarse y cómo conciliar las diferencias entre ellos.
- Estimación análoga: La estimación de costos por analogía utiliza los valores de parámetros de un proyecto anterior similar, como base para calcular el mismo parámetro del proyecto actual. Esta estimación se utiliza cuando existe información detallada sobre el proyecto.
- Estimación paramétrica: La estimación paramétrica utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables para calcular una estimación de parámetros de una actividad. Con esta técnica se puede desarrollar niveles superiores de exactitud que la análoga, dependiendo de los datos que utilice el modelo.
- Estimación ascendente: La estimación ascendente es un método para estimar los componentes del trabajo. El costo de cada actividad se calcula con el mayor nivel de detalle. El costo detallado luego se resume en niveles superiores para fines de información y seguimiento.
- Estimación por tres valores: La exactitud de las estimaciones de costos de una actividad única puede mejorarse tomando en consideración la incertidumbre y el riesgo. Esta técnica utiliza tres estimados para definir un aproximado de costo de una actividad: más probable (CM), optimista (CO) y pesimista (CP). Seguidamente, se calcula el costo sacando un ponderado de estas tres estimaciones; donde se consigue una mayor exactitud, y los tres valores forman parte del rango de incertidumbre.

Además, de las técnicas y herramientas antes explicadas, el PMI (2017) muestra las siguientes técnicas de análisis de datos que se pueden utilizar en el proceso de estimación de costos:

- Análisis de alternativas: El análisis de alternativas es una técnica utilizada para evaluar las opciones identificadas a fin de seleccionar qué opciones o enfoques utilizar para ejecutar y llevar a cabo el trabajo del proyecto.
- Análisis de reserva: Las estimaciones de costos pueden incluir reservar para imprevistos para tener en cuenta la incertidumbre del proyecto. Estas reservas forman parte del presupuesto destinadas a cubrir lo que es susceptible de afectar al proyecto. Entre más información detallada sobre el proyecto, este monto puede reducirse, utilizarse o eliminarse.
- Costo de la calidad: Los supuestos relativos a los costos de la calidad se pueden utilizar para preparar las estimaciones. Esto consiste en evaluar el costo de la inversión adicional con una calidad más alta a la esperada frente a un costo de la inversión para una calidad menor a la esperada. También, puede incluir la evaluación de reducciones de costos a corto plazo frente a la reducción de la calidad en el ciclo de vida del producto.

Por último, Gray y Larson (2009) explican que la manera en que se recopilen los estimados y en que se les utilice puede afectar su utilidad en la planeación y el control. El clima en el equipo, la cultura de la organización y la estructura de ésta pueden afectar mucho la importancia que se le dé a los estimados de costos y tiempos y cómo se les utilice en la administración de proyectos.

Determinación del presupuesto

Según el PMI (2017), determinar el presupuesto es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo autorizada. La principal diferencia con la estimación de costos es que un presupuesto es un tipo de plan financiero aprobado por el cliente. La principal confusión que se tiene con estos conceptos se debe a que una estimación de costos se convierte en presupuesto del proyecto cuando el cliente aprueba dicha estimación. El desempeño de los costos del proyecto se medirá con respecto al presupuesto autorizado.

La línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto del proyecto con fases de tiempo, excluida cualquier reserva de gestión, la cual sólo puede cambiarse a través de procedimientos formales de control de cambios (PMI, 2017). Gracias a esto, se utiliza como comparación con los resultados reales como método de control de costos del proyecto. Cada estimación de costos de cada actividad junto con su monto de imprevistos es asignada a una cuenta de control; por lo tanto, la suma de estas cuentas de control es la línea base de costos. Además, debido a que está ligada al cronograma de actividades del proyecto, este permite obtener una visión temporal de la misma. Finalmente, al sumar las reservas de gestión con la línea base de costos, se obtiene el presupuesto del proyecto (observar figura 4).

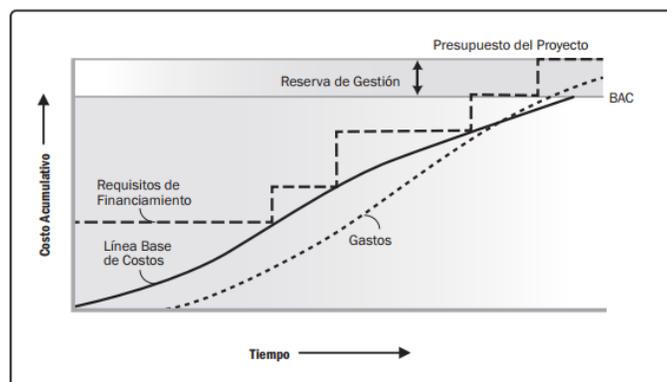


Figura 4. Línea base de costo, gastos y requerimientos de financiamiento.
Fuente: PMI, 2017.

Además, es de suma importancia tener en cuenta a los involucrados en este proceso. Por lo tanto, Rivera y Hernández (2010), establecen distintos roles principales en el proceso de determinación de presupuesto. Los roles son los siguientes:

- Estimación paramétrica: La estimación paramétrica utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables para calcular una estimación de parámetros de una actividad. Con esta técnica se puede desarrollar niveles superiores de exactitud que la análoga, dependiendo de los datos que utilice el modelo.
- Administrador del proyecto: Desarrollar el presupuesto y el flujo de caja del proyecto realizando los estudios y las consultas que sean necesarias.
- Equipo de trabajo: Colaborar con el administrador del proyecto aportando datos, considerando que sus integrantes realizarán el trabajo.
- Cliente o destinatario: Proveer información y aprobar los documentos generados por los roles anteriores.
- Patrocinador: Mantenerse atento al desarrollo de la planificación del proyecto y aprobar los documentos generados por el administrador y equipo de trabajo.

Control de costos

El control de costos, según el PMI (2017), es el proceso de estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios a la línea base de costos a lo largo del ciclo de vida del proyecto; el beneficio clave de este proceso es que la línea base de costos es mantenida a lo largo del proyecto. Durante el proceso constructivo de un proyecto, se conoce que los costos van variando a lo largo del proyecto con respecto a los costos planeados. La función primordial de un administrador en el área de control de costos es limitar esas diferencias al máximo posible sin comprometer la integridad del proyecto y las necesidades del cliente. Esto se consigue conociendo los costos reales actuales del proyecto en marcha.

El control de costos, según el PMI (2017), incluye:

- Influir sobre los factores que producen cambios a la línea base de costos autorizada.
- Monitorear que todas las solicitudes de cambio se lleven a cabo de manera oportuna.
- Gestionar los cambios reales cuando y conforme suceden.
- Evitar que los gastos excedan los fondos autorizados por período, por componente de la EDT/WBS, por actividad y para el proyecto en su totalidad.
- Monitorear el desempeño del costo para detectar y comprender las variaciones con respecto a la línea base de costos aprobada.
- Monitorear el desempeño del trabajo con relación a los gastos en los que se ha incurrido.
- Evitar que se incluyan cambios no aprobados en los informes sobre utilización de costos o de recursos.
- Informar a los interesados pertinentes acerca de todos los cambios aprobados y costos asociados.
- Realizar las acciones necesarias para mantener los excesos de costos previstos dentro de límites aceptables.

El PMI (2017) menciona diferentes formas de realizar el control de costos de un proyecto; las técnicas y herramientas que se pueden utilizar son las siguientes:

- Gestión del valor ganado:

La gestión del valor ganado (EVM) integra las mediciones del alcance del proyecto, costo y cronograma para ayudar al equipo de dirección del proyecto a evaluar y medir el desempeño junto al avance de la obra. Es una técnica de dirección de proyectos que requiere la constitución de una línea base integrada para medir el desempeño durante la ejecución del proyecto. La EVM establece y monitorea tres dimensiones claves para cada actividad:

- Valor planificado: El valor planificado (PV) es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que debe ejecutarse para completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del trabajo. El total del PV se conoce a veces como la línea base para la medición

del desempeño (PMB). El valor planificado total para el proyecto también se conoce como presupuesto hasta la conclusión (BAC).

- Valor ganado: El valor ganado (EV) es la cantidad de trabajo completado expresado en términos del presupuesto aprobado asignado a dicho trabajo para una actividad del cronograma. El EV medido debe corresponderse con la línea base del PV (PMB) y no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para una actividad. Este término se suele usar para describir el avance actual de un proyecto.
- Costo real: El costo real (AC) es el costo total en el que se ha incurrido realmente y que se ha registrado durante la ejecución del trabajo realizado para una actividad. El AC debe corresponderse con lo que haya sido presupuestado para el PV y medido para el EV. El AC no tiene límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV.

También, se monitorea las variaciones con respecto a la línea base aprobada:

- Variación del cronograma (SV): Es una medida del desempeño del cronograma en un proyecto. Es igual al valor ganado (EV) menos el valor planificado (PV).
- Variación del costo (CV): Es una medida del desempeño del costo en un proyecto. Es igual al valor ganado (EV) menos los costos reales (AC). En la EVM, la CV es particularmente crítica porque indica la relación entre el desempeño real y los costos gastados; por lo tanto, un valor negativo de CV con frecuencia no es recuperable para un proyecto.

Estos valores pueden convertirse en indicadores de eficiencia para observar el desempeño del costo y el cronograma de un proyecto, comparándolo con otros proyectos; además, de las variaciones existen índices de desempeño que son útiles para determinar el estado del proyecto. Estos índices son los siguientes:

- Índice de desempeño del cronograma (SPI): Es una medida del avance logrado con comparación con el avance planificado en un proyecto. Un valor inferior a 1 indica que la cantidad de trabajo es menor a la prevista; en cambio, si es mayor a 1, se ha conseguido un trabajo mayor al previsto. Este índice mide todo el trabajo del proyecto, para determinar la fecha de finalización de un proyecto se debe analizar el desempeño de la ruta crítica. La ecuación utilizada es la siguiente: $SPI = EV/PV$.
- Índice de desempeño del costo (CPI): Es una medida del valor del trabajo completado, en comparación con el costo o avance reales del proyecto. Se considera la métrica más importante de la EVM y mide la eficacia de la gestión del costo para el trabajo completado. Un valor inferior a 1 indica un sobrecosto según lo planeado; en cambio, si es mayor a 1, se ha conseguido un costo inferior de lo previsto. La ecuación utilizada es la siguiente: $CPI = EV/AC$.

A partir de diagramas, se puede monitorear sobre tres parámetros (PV, EC y AC) por periodos de forma acumulativa. El siguiente gráfico, mediante curvas S, representa los datos del EV para un proyecto con sobrecosto y con una cantidad de trabajo menor a la prevista:

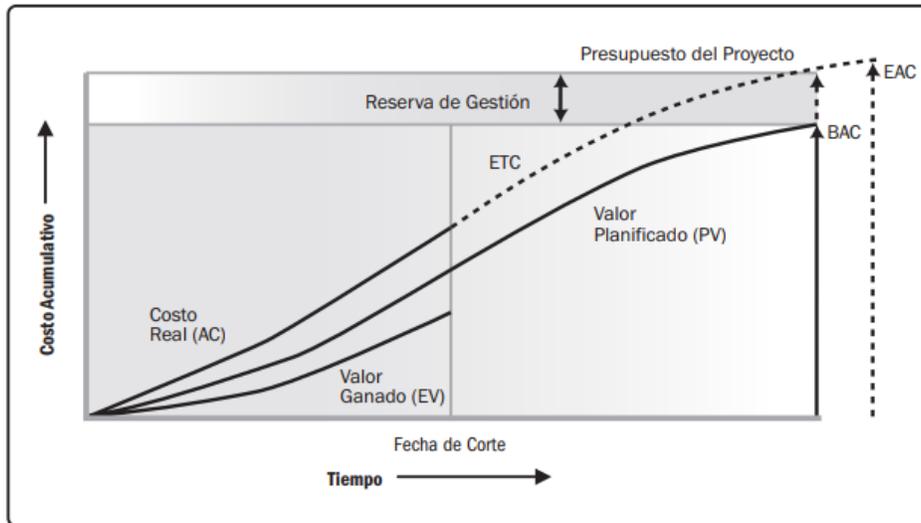


Figura 5. Valor ganado, valor planificado y costos reales.
Fuente: PMI, 2017.

- **Proyecciones:**

Si resulta evidente que el BAC ya no es viable, el director del proyecto debe proyectar una estimación de la conclusión (EAC). La proyección de una EAC implica hacer estimaciones o predicciones de condiciones y eventos futuros para el proyecto, basadas en la información disponible en el momento de realizar la proyección. Las EAC se basan en los costos reales en los que se ha incurrido para completar el trabajo, más una estimación hasta la conclusión (ETC) para el trabajo restante (como se puede observar en la figura 5).

El método de la EVM funciona bien junto con las proyecciones manuales de los costos requeridos según la EAC. El método más común de proyección de la EAC es una suma ascendente manual. El método ascendente de EAC utilizado por el director del proyecto se basa en los costos reales y la experiencia adquirida a partir del trabajo completado. La EAC realizada manualmente puede compararse con varias EAC calculadas según diferentes escenarios de riesgo; mientras, que los EVM puede proporcionar rápidamente varios valores de EAC estadísticas. A continuación, se describen las tres más comunes:

- Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado según la proporción presupuestada: Este método de EAC toma en cuenta el desempeño real del proyecto a la fecha y prevé que el trabajo según la ETC se llevará a cabo de acuerdo con el ratio presupuestado. La ecuación utilizada es la siguiente: $EAC = AC + BAC - EV$.
- Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado según el CPI actual: Este método supone que se espera que lo que el proyecto ha experimentado a la fecha continúe en el futuro. La ecuación utilizada es la siguiente: $EAC = BAC / CPI \text{ acumulativo}$.
- Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado considerando ambos factores (SPI y CPI): En esta proyección, el trabajo correspondiente a la ETC se realizará según una proporción de eficiencia que toma en cuenta tanto el índice de desempeño del costo como el índice de desempeño del cronograma. La ecuación utilizada es la siguiente: $EAC = AC + [(BAC - EV) / (CPI \text{ acumulativo} \times SPI \text{ acumulativo})]$

- **Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI):**

El índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI) es la proyección calculada del desempeño del costo que debe lograrse para el trabajo restante. Si resulta evidente que el BAC ya no es viable, el director del proyecto proyecta una estimación a la conclusión (EAC). Una vez aprobada, la EAC reemplaza efectivamente el BAC como meta de desempeño del costo. La ecuación para el TCPI basada en el BAC es:

$TCPI = (BAC - EV)/(BAC - AC)$. En el momento, que no se puede cumplir con el BAC, se puede realizar el índice de desempeño con los EAC; la ecuación basada en la EAC es: $TCPI = (BAC - EV)/(EAC - AC)$.

Metodología

En este capítulo se describen los métodos de trabajo utilizados para desarrollar los objetivos propuestos, además, de un análisis de la aplicación del software Plan Yard como herramienta para el control de costos.

Caracterización de la situación actual de la empresa

En primer lugar, para conocer la situación actual de la empresa Monge y Arce Project Builders S.R.L. (MAPB), se estudió y caracterizó los principales proyectos realizados por la empresa mediante una investigación cualitativa. Para realizar esta investigación, se solicitó a la empresa los históricos y la información necesaria de cada proyecto realizado (estimación de costos, presupuestos, ofertas, planos, especificaciones, cotizaciones, tablas de pagos, facturas de compra, entre otros documentos). Los proyectos realizados por la empresa que se utilizaron fueron los siguientes:

CUADRO 01. PROYECTOS DE MAPB.	
Nombre del proyecto	Localización
Surfside Potrero	Playa Potrero, Santa Cruz
The preserve	Puerto Viejo, Talamanca
Journey School	Tamarindo, Tamarindo
Sophie Menou	Matapalo, Savegre
Remodelación Dean Dike.	Playa Potrero, Santa Cruz
Casita Dean Dike.	Playa Potrero, Santa Cruz

Con base en la información obtenida, se determinaron las características principales de cada proyecto constructivo, esto con el fin de desarrollar un cuadro comparativo donde se pueda observar los tipos de proyectos que realiza la empresa y la tendencia de proyectos en los que participa.

Metodología y herramientas utilizadas para la gestión de costos de la empresa MAPB

Para conocer la metodología y herramientas actuales que utiliza la empresa MAPB, se procedió a realizar una encuesta en línea a los trabajadores encargados directa o indirectamente con la administración de proyectos (Apéndice A). Esta encuesta permitió recolectar información sobre el uso de una metodología y las herramientas para el control de costos. Además, con esta información se pudo realizar un análisis del conocimiento de las personas involucradas en el control de costos de los proyectos realizados.

De igual manera, para investigar acerca de la metodología y herramientas utilizadas actualmente por la empresa se realizó una revisión de los documentos utilizados en cada proyecto en ejecución. Esta investigación se realizó con el fin de encontrar plantillas, procedimientos, formularios, entre otras cosas; para tomarlas en cuenta a la hora de realizar la guía de uso del software para el control de costos.

Posteriormente, se consultó a los socios fundadores de la empresa y encargados de la misma, al Ing. Pedro Arce Cascante y al Ing. Jonathan Monge Cubillo, acerca de la metodología y las herramientas utilizadas para la gestión de costos durante los proyectos constructivos. A partir de esta información, se buscó identificar

posibles problemáticas, necesidades y limitaciones de la empresa para el desarrollo posterior de la metodología de control de costos empleando el software “Planyard”.

Seguidamente, para poder contrastar la información obtenida, se realizó una investigación cualitativa sobre las distintas metodologías de control de costos utilizadas a nivel nacional e internacional. Además, se buscó información acerca de buenas prácticas y documentación de modelos de gestión de costos para el desarrollo posterior de la metodología de control de costos.

Basado en la revisión de documentos históricos de la empresa, en la investigación bibliográfica, en las herramientas identificadas y en el seguimiento en campo sobre la metodología de control de costos, se elaboró un análisis sobre posibles criterios de mejora en las problemáticas y limitaciones encontradas.

Caracterización del software “Planyard”

Se comenzó recopilando información sobre la herramienta “Planyard” en el control de costos de un proyecto de construcción. Esto se consiguió buscando documentación sobre el uso del software, y la información brindada por los desarrolladores de este; así como, la retroalimentación obtenida al hacer uso del software.

A partir de esta información, se realizó un análisis del alcance y las limitaciones presentes en el software para ser utilizado en la gestión de costos de un proyecto. Así mismo, la información fue contrastada con proyectos que se hayan gestionado con el uso de este software a nivel nacional e internacional.

Con toda la información obtenida, se procedió a realizar un análisis de la aplicación de este software desde un marco de gestión de costos, enfocándose directamente en el control. Este análisis se realizó con base a la sexta edición de La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) desarrollada por el Project Management Institute.

Implementación del software “Planyard”

Primeramente, se implementó el uso del software “Planyard” en un proyecto actual de la empresa MAPB enfocándose en mostrar los problemas y limitaciones de su metodología actual en comparación del uso del software. Este proyecto es el llamado “The preserve” ubicado en Puerto Viejo, Talamanca. Esta implementación se hizo cargando el presupuesto previamente desarrollado por la empresa al software “Planyard”, en el cual se suben los costos reales del proyecto mediante facturas, recibos, depósitos, entre otros. Estos costos reales se categorizaron dentro de la línea de actividad correspondiente, tomando en cuenta la mano de obra de esta.

A partir de los resultados obtenidos de la implementación del software, se identificaron las consecuencias provocadas en el desarrollo del proyecto centrándose en el control de costos. Además, se realizó una consulta a los trabajadores encargados de la administración de los proyectos sobre su experiencia acerca del software.

Posteriormente, se realizó un análisis del alcance y limitaciones brindadas por el software con las problemáticas actuales y las posibilidades de mejora del control de costos de la empresa antes identificadas. Finalmente, con la información obtenida, se realizó un plan de implementación del software “Planyard” en la empresa MAPB, con el cual se busca realizar un paso a paso y recomendaciones para futuras implementaciones del software en distintos proyectos.

Guía de uso para el software “Planyard”

A partir de la información recolectada, los resultados obtenidos y los análisis respectivos, se procedió a plantear una metodología de control de costos junto a la herramienta “Planyard” mediante un diagrama de flujo. Esta metodología se basó en la información sobre el control de costos de La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) desarrollada por el Project Management Institute.

Finalmente, con el plan de implementación del software y la metodología de control de costos, se elaboró como documento final una guía de uso del software "Planyard" acorde a la información recolectada, los resultados obtenidos y los análisis respectivos.

Resultados y análisis

Caracterización de la situación actual de la empresa

Como primer objetivo se planteó analizar la metodología y herramientas utilizadas por la empresa Monge y Arce Project Builders S.R.L. (MAPB) en los tres principales proyectos constructivos que han realizado, esto con el fin de observar posibles mejoras. El único requerimiento para la selección de los proyectos fue que su área total de construcción fuera mayor a 150 m², esta recomendación fue propuesta por el Ing. Jonathan Monge, ya que estos proyectos por requerimientos del cliente y características del proyecto tenían información completa en los históricos de la empresa. Por lo tanto, en el cuadro 02 se presenta las características identificadas en los planos, presupuestos, especificaciones, oferta, entre otros puntos; de los proyectos que cumplen este requerimiento.

CUADRO 02. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS CONSTRUIDOS POR MAPB			
Nombre del proyecto	The Preserve	Surfside Potrero	Casita Dean Dike
Inicio de construcción	1 noviembre de 2021	28 octubre de 2021	20 de marzo de 2022
Final de construcción	22 marzo de 2022	25 marzo de 2022	En construcción actualmente
Localización	Puerto viejo, Talamanca	Playa potrero, Santa Cruz	Playa potrero, Santa Cruz
Área total de construcción	Un nivel, 167,77 m ²	Dos niveles, 279.16 m ²	Dos niveles, 290.11 m ²
Cimentaciones	Losa Flotante	Placa Corrida	Placa Corrida
Tipo de estructura principal	Steel Framing	Steel Framing	Steel Framing y mampostería
Contrapiso y entepiso	Losa de concreto lujado	Losa de concreto y entepiso de Metaldeck	Losa de concreto y entepiso de Metaldeck
Paredes	Láminas de Plyrock	Láminas de Plyrock	Láminas de Plyrock y Mampostería
Cielorraso	Láminas de Gypsum	Láminas de Gypsum	Láminas de Gypsum
Estructura de techo	Tubo de Steel Framing, lámina HG esmaltada calibre #26	Tubo de Steel Framing, lámina HG esmaltada calibre #26	Tubo de Steel Framing, lámina HG esmaltada calibre #26
Costo de oferta	₡ 79 777 230,25	\$253 498,03	\$345 480,86
Costo real del proyecto	₡ 85 547 367,74	\$268 665,41	No se sabe todavía

Con el fin de obtener información acerca de la situación actual de la empresa, se realizó una investigación de las principales características de los proyectos construidos o cotizados mayores a 150 m². Por lo tanto, se caracterizó los tres proyectos que cumplían dicha norma: The preserve, Surfside Potrero y Casita Dean Dike. Los clientes de estos tres proyectos son extranjeros y están ubicados en las zonas costeras del país (Guanacaste y Limón en este caso).

En primer lugar, se caracterizó el proyecto llamado "The preserve". El proyecto está localizado en Puerto Viejo de Talamanca; a dos kilómetros de la playa. Este proyecto se empezó a construir el 1 de noviembre de 2021 para finalizar el 22 de marzo de 2022; cabe destacar que es un proyecto de 167,77 m² de área total de construcción. Su cimentación es una losa flotante de concreto con acero de refuerzo.; asimismo, su estructura principal consiste en el Steel Framing. El contrapiso presenta la losa flotante con un lijado de acabado. Las paredes son láminas de plyrock colocadas en la estructura de Steel Framing; además, de que el cielorraso se compone de láminas de gypsum. La estructura de techo se compone del mismo sistema de Steel Framing con una cubierta de lámina de hierro galvanizado esmaltado de calibre #26.

Finalmente, todo este proyecto se ofertó en ₡79 777 230,25 colones. Sin embargo, cabe destacar, que por múltiples cambios de acabados por parte del cliente el proyecto costo realmente ₡85 547 367,74. Además, el no llevar un control de costos al inicio del proyecto afectó directamente al costo final de este. Al revisar la información de la empresa, se pudo observar que el control de costos fue realizado hasta que se implementó en "Planyard" el 1 de febrero de 2022; demostrando la baja rentabilidad actual del proyecto. En el momento, el Ing. Arce, consiguió solventar lo máximo posible el excedente en los costos reales; pero, tuvo que solicitar al cliente una orden de cambio para aumentar los presupuestos y abordar los cambios de acabados solicitados por el cliente.

En segundo lugar, se caracterizó el proyecto llamado "Surfside Potrero". El proyecto está localizado en Playa Potrero en Santa Cruz. Este proyecto se empezó a construir el 28 de octubre de 2021 para finalizar el 22 de marzo de 2022; cabe destacar que es un proyecto de 279,16 m² de área total de construcción y presenta dos niveles a diferencia del proyecto The preserve. Su cimentación es una placa corrida de concreto con acero de refuerzo.; asimismo, su estructura principal consiste en el Steel Framing. El contrapiso presenta la losa con un piso de porcelanato. Las paredes son láminas de plyrock colocadas en la estructura de Steel Framing; además, de que el cielorraso se compone de láminas de gypsum. La estructura de techo se compone del mismo sistema de Steel Framing con una cubierta de lámina de hierro galvanizado esmaltado de calibre #26.

Este proyecto se ofertó en \$253 498,03 dólares y su precio real fue de \$268 665,41 dólares. Esta diferencia de precios, según el Ing. Monge, se debe a que se colocó una piscina no considerada dentro del presupuesto inicial. Este cambio se realizó mediante una orden de cambio. También, el Ing. Monge explicó que el control, de costos de este proyecto fue realizado mediante Excel por él mismo. Sin embargo, las inspecciones respectivas del proyecto fueron hechas por otro colaborador; esto provocó diferencias entre los costos de ambos profesionales por no tener una plataforma y un formato estándar.

Por último, se caracterizó el proyecto llamado "Casita Dean Dike". El proyecto está localizado en Playa Potrero en Santa Cruz. Este proyecto se empezó a construir el 20 de marzo de 2022 y no ha finalizado todavía. Además, es un proyecto de 290,11 m² de área total de construcción y presenta dos niveles. Casi todas las características del proyecto son similares al proyecto "Surfside Potrero", sin embargo, la principal diferencia radica que hay una pared con función de muro y se tuvo que construir con mampostería. El costo de este proyecto se cotizó en \$345 480,86 dólares. Este proyecto en temas de control de costos, a diferencia de los anteriores, se realiza directamente en "Planyard" donde el profesional a cargo del proyecto es el encargado de categorizar las facturas a las líneas del presupuesto.

Metodología y herramientas utilizadas para la gestión de costos de la empresa MAPB

Se presentan los resultados obtenidos en la encuesta realizada a los colaboradores de MAPB, la cual se muestra en el apéndice A.

1- ¿Conoce usted acerca de la metodología actual de gestión de costos de la empresa MAPB?

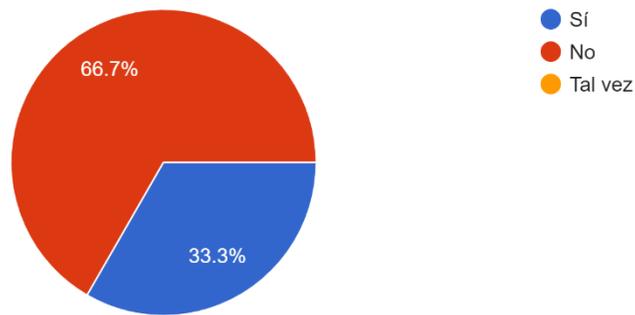


Figura 6. Existencia de una metodología de gestión de costos.
Fuente: Elaboración propia mediante Google Forms.

2- ¿Cuáles herramientas ha utilizado para la gestión de costos en los proyectos realizados u ofertados de la empresa MAPB?

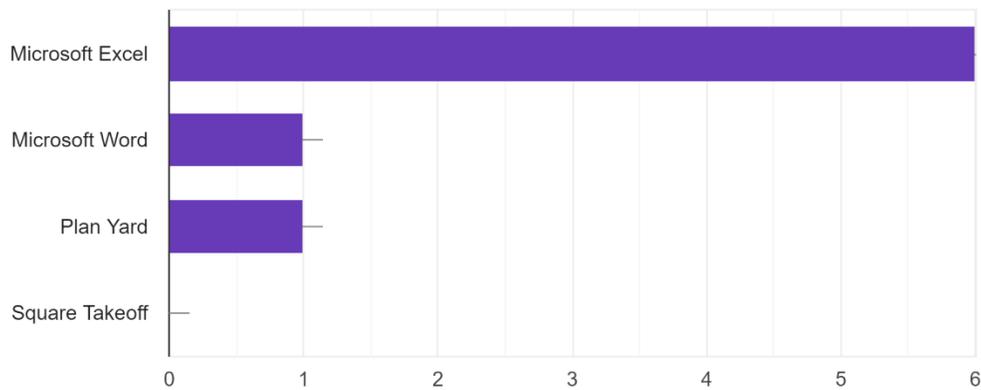


Figura 7. Herramientas usadas en la gestión de costos.
Fuente: Elaboración propia mediante Google Forms.

3- ¿A cuál proceso de la gestión de costos le da menor importancia la empresa?

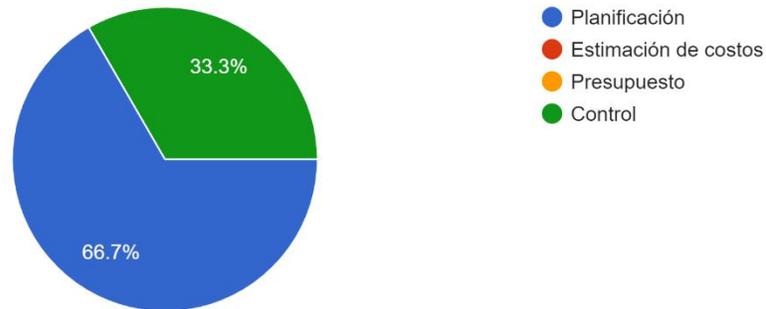


Figura 8. Proceso al que se le da menor importancia..
Fuente: Elaboracion propia mediante Google Forms.

4- ¿Se utiliza alguna herramienta, plantilla o formato estándar para realizar órdenes de cambio en el alcance de los proyectos constructivos?

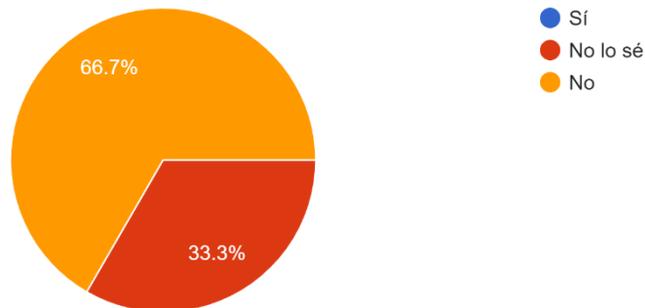


Figura 9. Herramientas para órdenes de cambio..
Fuente: Elaboracion propia mediante Google Forms.

5- ¿Qué aspectos usted considera más importantes al gestionar los costos en un proyecto constructivo para la empresa?

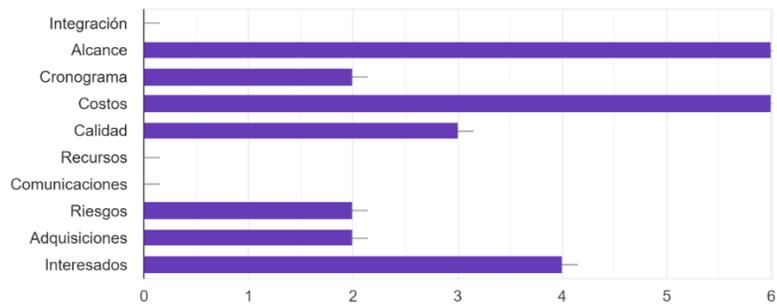


Figura 10. Importancia del area de gestión.
Fuente: Elaboracion propia mediante Google Forms.

6- ¿Cuáles costos considera usted que son más importantes realizarles un control?

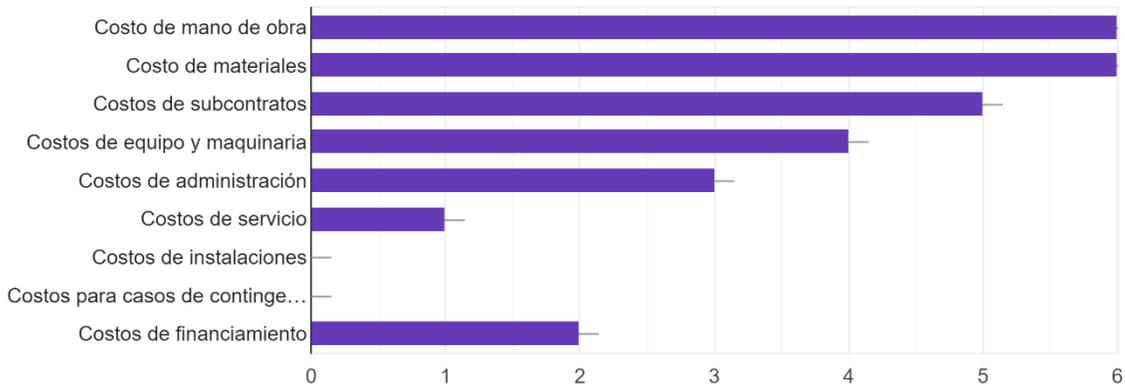


Figura 11. Tipos de costos y su importancia en el control.
Fuente: Elaboracion propia mediante Google Forms.

7- ¿Qué problemas considera usted que la empresa tiene a la hora de realizar el control de costos?

CUADRO 03. RESULTADOS PREGUNTA 7	
Entrevistado 1	No existe un formato o programa estandarizado.
Entrevistado 2	Todas las facturas de los proyectos llegan a una misma dirección de correo, lo que complica encontrarlas.
Entrevistado 3	Las diferencias de formatos.
Entrevistado 4	El poco orden.
Entrevistado 5	Que no existe un protocolo de compras.
Entrevistado 6	Que no muchos saben utilizar el Planyard.

Al observar los resultados de la encuesta, en la figura 6, se puede observar que la mayoría colaboradores de la empresa no conocen la existencia metodología actual de gestión de costos. Esto puede llegar a ser un problema a largo plazo porque no existe un proceso estandarizado en la gestión de costos; por lo tanto, la importancia de generar una metodología de control de costos para ir estableciendo un proceso en todos los proyectos de la empresa.

Asimismo, en la figura 7 se muestra que la herramienta principal para la gestión de costos actualmente es Microsoft Excel como lo mencionó el Ing. Monge en la entrevista. De igual manera, el ingeniero hizo énfasis en la problemática de utilizar esta herramienta en el control de costos. Por lo tanto, es de importancia empezar a utilizar en mayor medida el software “Planyard”, el cual está especializado en el control de costos. El uso de este software es de importancia para una empresa pequeña como MAPB; ya que brinda experiencia y facilidades por ser usado por empresas de mayor tamaño que retroalimentan este software.

En la figura 8, se observa que la fase de gestión de costos que se le da menor importancia es la planificación sin dejar de lado que el control es la segunda. Una de las razones por el cual sucede esto, es el no utilizar alguna herramienta, planilla o formato estándar en los procesos de control de los proyectos constructivos (figura 9). Una buena práctica en la fase de planificación es determinar las herramientas por

utilizar en todas las etapas del proyecto; esto hace evidencia de la carencia por parte de la empresa MAPB en esta fase.

Por otra parte, los aspectos que se consideran más importante a la hora de gestionar los costos de un proyecto constructivo son el alcance, los costos, los interesados y la calidad (figura 10). Según Gray y Larson (2009), es importante cumplir y/o superar las expectativas del cliente en términos de costo, tiempo y alcance (figura 3). Aunque en términos de gestión de costos, se suele destacar estos aspectos, se debe realizar una gestión integral que permita abarcar de mejor manera todos los aspectos mencionados.

Al preguntar sobre que costos considera más importante realizarles un control, los colaboradores mencionaron al costo de materiales y el de mano de obra; sin dejar de lado los costos de subcontrato y de equipo y maquinaria (figura 11). Esto permite observar que los colaboradores de la empresa MAPB buscan controlar los costos directos en mayor medida; esto da a entender los tipos de proyectos que desarrolla la empresa (proyectos pequeños de elaboración casi en su mayoría por los colaboradores de la empresa). Sin embargo, es de suma importancia, como se mencionó anteriormente, al realizar una gestión de costos (en este caso del control) conseguir un modelo que permita trabajar todos los costos de manera integral.

Al observar el cuadro 3, se puede definir distintas problemáticas que tiene la empresa a la hora de realizar el control de costos. Uno de los problemas principales, es que no existe un formato o programa estandarizado de uso global en la empresa, ya que esto puede generar diferencias entre proyectos y no beneficiar al orden de estos. Además, cabe destacar, que un problema que mencionan los colaboradores es el poco conocimiento acerca del software "Planyard", problema que busca solucionar esta investigación.

En temas de control de costos, debido a la experiencia que tiene sus socios, la empresa MAPB tiene un objetivo muy claro al tener presente su importancia en el éxito de los proyectos. Este es el buscar tener un proceso estandarizado para conseguir un adecuado control de costos; a pesar, de que actualmente, al no existir los procedimientos, plantillas o herramientas no se puede obtener una retroalimentación de cada proyecto. Por lo tanto, el utilizar un software como "Planyard" es posible cumplir este objetivo; sin embargo, aún no se está aprovechando sus funciones por completo. Como se destacaba en el cuadro 3, se observó que los colaboradores no están capacitados para utilizar esta herramienta, inclusive los directores de proyecto, quienes son los encargados del control de costos.

Además de la información obtenida mediante la encuesta, se consultó a los socios fundadores de la empresa, al Ing. Pedro Arce Cascante y al Ing. Jonathan Monge Cubillo acerca de la metodología y las herramientas utilizadas para la gestión de costos durante los proyectos constructivos.

Primeramente, en la reunión se hizo énfasis en la importancia de llevar un control de costos actualizado para mostrar el avance del proyecto. Por lo tanto, los ingenieros destacan que la línea de la empresa es lograr conseguir este objetivo mediante un proceso general que pueda adaptarse a cada proyecto por realizar. Actualmente, según la información que se brindó, la empresa busca migrar todo su control de costos directamente al software "Planyard" para conseguir el objetivo antes mencionado; esto con el fin de realizar las acciones pertinentes a tiempo y no aumentar los costos del proyecto.

Seguidamente, se preguntó sobre los procedimientos que se llevan actualmente a cabo en la empresa para la gestión de costos de cualquier proyecto. Los ingenieros mencionaron que el primer paso es la estimación de costos, este proceso se lleva a cabo por el encargado de presupuestos mediante los planos previamente aprobados por el cliente en la herramienta de Excel. El segundo paso, consiste en revisar la estimación de costos con el Ing. Monge o el Ing. Arce; esta revisión se lleva a cabo mediante la experiencia de los ingenieros aprobando los costos mencionados e identificando cualquier error pertinente.

Al terminar la revisión y realizar los cambios pertinentes, se concluye la estimación de costos dando con el presupuesto final del proyecto. Con el presupuesto final, se procede a montar la oferta en Word que considera: la descripción del trabajo (Información del proyecto, inclusiones y exclusiones), el monto estimado de las obras, el plazo estimado de las obras, la forma de pago; por último, las aclaraciones finales y garantías. Al término de la oferta, el ingeniero a cargo del proyecto firma la oferta para ser enviada al cliente.

Cuando el proyecto es adjudicado, el Ing. Monge o el ing. Arce es el que lleva a cabo la gestión de compras y asignación de costos de acuerdo con el presupuesto final. En cada compra, el ingeniero puede solicitar una nueva cotización a la oficina de la empresa, la cual es la encargada de buscar que el material se encuentre en stock y buscar mantener o mejorar los precios. Los ingenieros son los encargados de la aprobación final y los encargados de realizar el pago correspondiente.

En temas de control de costos, la empresa no cuenta con formato establecido; lo que se hace es modificar el Excel del presupuesto agregando columnas de valor real y calculando la variación del costo (EV). Ese valor real se obtiene directamente de las facturas del proyecto. El principal problema radica en que cada ingeniero en campo realiza un formato diferente según lo que cada uno requiera como se puede observar a continuación:



ESTIMATED BUDGET

Project: AIRBNB
T.C \$ 665.00

ID	DESCRIPTION	QTY	UNIT	MATERIAL	SUBCONTRACT	LABOR	TOTAL	\$/m2	AC	%Avance	EV
GREYWORK											
Preliminary		250	m2	\$ 1,700.00	\$ 4,485.71	\$ 1,050.00	\$ 7,235.71	\$ 60.30	\$ 14,137.49	95%	6873.929
	Boundary checks	250	m2		\$ 1.14	\$	\$ 285.71				0
	Back Hoe Clean	1	m2		\$ 3,000.00		\$ 3,000.00				0
	Tree removal and dump plus street	1	un		\$ 3,200.00		\$ 3,200.00				0
	Lines and initial marks	250	un	\$ 2.00		\$ 2.00	\$ 1,000.00				0
	Storage room	1	un	\$ 600.00		\$ 300.00	\$ 900.00				0
	Fences	0	un				\$				0
	Access road	1	m	\$ 600.00		\$ 250.00	\$ 850.00				0
	Foundations: Slab on grade	0		\$ 7,981.82	\$ 1,400.00	\$ 3,762.00	\$ 13,143.82	\$ 93.88	\$ 15,640.72	100%	13143.82
	Substitution material	3	loads		\$ 250.00		\$ 750.00				0
	Block, rebar and others	1	un	\$ 2,000.00		\$ 12.00	\$ 2,012.00				0
	Plastic	90	m2				\$				0
	Concrete with pump	20	m3	\$ 145.00			\$ 2,900.00				0
	Rebar	1	un	\$ 1,581.82	\$ 650.00		\$ 2,231.82				0
	Formwork	1	un	\$ 500.00			\$ 500.00				0
	Finishing	1	un				\$				0
	Concrete labor main slab	1	un			\$ 3,150.00	\$ 3,150.00				0
	Drains and mechanical on slab	1	m2	\$ 1,000.00		\$ 600.00	\$ 1,600.00				0
	Terrace and exterior foundations	0	m2				\$				0

Figura 12. Control de costos del proyecto Airbnb.
Fuente: Formato realizado por el Ingeniero Jonathan Monge.

PRESUPUESTO DETALLADO DE MATERIALES
VERSIÓN 1 20200720

PROYECTO **The Preserve**
FECHA 25/11/2022
ELABORADO POR: PAC

		TC		615			COSTOS TOTALES		
N°	ITEM	CANT.	UNID.	COSTO MATERIAL	COSTO SUBCONT.	COSTO MANO DE OBRA	SUBTOTAL MATERIAL	SUBTOTAL SUBCONT.	SUBTOTAL MANO OBRA
Casa JPJ									
1 Preliminares y Fundaciones		7.04 m3							
1 Preliminares		118.00 m2							
	Trazo	15.00	m2	c	100.00	c	1500.00	c	1500.00
	Limpieza	15.00	m2	c	-	c	-	c	30.000.00
	Bodega	100	un	c	200.000.00	c	200.000.00	c	85.000.00
	Excavación con botado	54.00	m3	c	-	c	-	c	288.850.00
	Cerramiento Perimetrales	70.00	m	c	2.500.00	c	250.000.00	c	100.000.00
2 Sustitución y Losa		130.00 m2							
	Lestra compactada	38.96	m3	c	16.000.00	c	591.360.00	c	73.520.00

Figura 13. Control de costos del proyecto The preserve.
Fuente: Formato realizado por el Ingeniero Pedro Arce.

A partir de las figuras anteriores, la diferencia de formatos es significativa tanto visualmente como de contenido. En la figura 12, en tema de control de costos, se puede observar los costos reales, el porcentaje de avance y el valor ganado. De igual manera, la figura 13, en tema de control de costos, solo muestra los costos reales y la variación del costo. Toda esta diferencia provoca que a la hora de comparar la ejecución de ambos proyectos se deba agregar información en uno de los formatos utilizados para obtener resultados. Por lo tanto, la importancia de crear un modelo estándar en "Planyard" es el poder comparar proyectos en ejecución y observar a tiempo cambios significativos en los costos.

En temas de manejo de órdenes de cambio, la empresa a pesar de no tener un formato estándar; tampoco se modifica un presupuesto donde cada colaborador de la empresa pueda tener acceso para observar la información. La orden de cambio queda a criterio de cada ingeniero en sitio con la respectiva aprobación de los clientes y los socios de la empresa. Por lo tanto, al utilizar el software "Planyard" se busca conseguir que las órdenes de cambio se reflejen a tiempo real y se pueda observar su impacto dentro del proyecto. A continuación, se muestra un ejemplo del formato utilizado por el ingeniero Monge en sus proyectos:



CONSTRUCTION CHANGE ORDER

PROJECT NAME			
LOCATION OF WORK			
PROJECT MANAGER		CLIENT	
REQUESTING PARTY		DATE OF REQUEST	

CHANGE REQUEST OVERVIEW

DESCRIPTION OF CHANGES NEEDED	
REASON FOR CHANGE	
SUPPORT & JUSTIFICATION DOCUMENTS	
SPECIFICATIONS	
ADDITIONAL INFORMATION	

CHANGE IN CONTRACT PRICE

ORIGINAL PRICE	
NET CHANGES OF PREVIOUS CHANGE ORDERS	
NET INCREASE / DECREASE	
TOTAL CONTRACT PRICE WITH APPROVED CHANGES	

CHANGE IN CONTRACT TIMES

ORIGINAL TIMES	
NET CHANGES OF PREVIOUS CHANGE ORDERS IN DAYS	
NET INCREASE / DECREASE	
TOTAL CONTRACT TIME WITH APPROVED CHANGES	

ACCEPTED BY SIGNATURE	
NAME & TITLE	
DATE	

APPROVED BY SIGNATURE	
NAME & TITLE	
DATE	

Figura 14. Control de costos del proyecto The preserve.
Fuente: Formato realizado por el Ingeniero Pedro Arce.

Seguidamente, para poder contrastar la información obtenida, se realizó una investigación cualitativa sobre las distintas metodologías de control de costos utilizadas a nivel nacional e internacional. Álvarez (2018), mediante entrevistas realizadas, logró recopilar información de los procesos y herramientas para la gestión de costos utilizados por cuatro empresas a nivel nacional y una empresa transnacional.

CUADRO 04. PROCESOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA GESTIÓN DE LOS COSTOS RELACIONADOS CON PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.					
Empresa	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
Constructora Volio y Trejos	Presupuesto completo y detallado según alcance	Definición del control de gastos del proyecto y su frecuencia de revisión	Revisiones semanales de control financiero	Se realizan informes con control de gastos	Cierre de contratos y pagos
Edica Constructora	No presento información	Se cuenta con un plan para el control de costos	Se realizan reuniones y revisiones semanales	Se tienen plantillas para el control de presupuesto vs real	No presento información
Constructora Van der Laet y Jiménez	Presupuesto detallado con cierre ajustado	Cuadro de control de obra. Presupuesto de obra	Reunión semanal de gerencia. Presupuestos, compras rutinarias y compras no tradicionales	Seguimiento mensual con el control de obra	Cierre de contratos mayores y menores, recepción de retenciones y cierre contable
Constructora Edificar	No presento información	Cuadro de control de costos y presupuesto de obra	Reunión semanal con proveeduría	Seguimiento mensual con el control de obra	No presento información
Geofortis Nicaragua	Reunión	Lista de verificación	SEO (Seguimiento de ejecución de obra) semanal	SEO (Seguimiento de ejecución de obra) mensual	SEO (Seguimiento de ejecución de obra) final

Fuente: Álvarez, 2018.

Además, se buscó información acerca de buenas prácticas y documentación de modelos de gestión de control de costos para el desarrollo posterior de la metodología. Por lo tanto, basándose en la guía del PMI (2017), se muestra el siguiente procedimiento para la gestión de control de costos:

- Inicio: Establecer y ajustar un presupuesto detallado de todas las actividades involucradas para la ejecución del proyecto obtenido previamente en la estimación de costos.
- Planificación: Determine los procedimientos y herramientas por utilizar para gestionar los costos en todas las etapas del proyecto.
- Ejecución: Realice comparativos de al menos tres opciones para cada una de las actividades por realizar en el proyecto.
- Monitoreo y control: Realice revisiones periódicas de las líneas del presupuesto contra los gastos reales de ejecución del proyecto.
- Cierre: Realice procedimientos de cierre de todas las actividades de la ejecución del proyecto.

De igual manera, durante la entrevista realizada a los socios de la empresa, el Ing. Monge y el Ing. Arce, se les consulto sobre las buenas prácticas de la gestión de costos en las diferentes etapas del proyecto. Como primer aspecto, los ingenieros mencionan la importancia de llevar a cabo un histórico de las cotizaciones y de los costos calculados en proyectos anteriores similares, siendo importante implementarlo en cualquier tipo de empresas. Este histórico permite comparar y revisar montos establecidos en el proyecto para no incurrir en errores similares que se cometieron anteriormente. Otro aspecto que mencionaron los ingenieros es la correcta revisión de planos para identificar falta de información y posibles errores, con esto se busca reducir las suposiciones que debe asumir el encargo del presupuesto bajo su propio juicio.

Con respecto al control de costos, el Ing. Monge menciona la importancia de contratar un software consolidado para el control de costos en la empresa debido al tamaño de esta, debido a que estos softwares brindan experiencia acumulada que han conseguido en el ámbito constructivo; asimismo, esto permite que una empresa pequeña como MAPB consiga obtener mejores resultados desde un inicio en el control de costos. Otra razón importante del uso de estos softwares es conseguir un modelo estandarizado donde todas las personas involucradas puedan alimentar la información que estos programan requieren y evitar problemas actuales que tiene la empresa al utilizar Excel como herramienta. Además, es de vital importancia que este programa pueda enlazarse directamente con el área contable para que esta se haga cargo del flujo de efectivo de cada proyecto y del global de la empresa.

Caracterización del software “Planyard”

Esta herramienta es un software de gestión presupuestaria, desarrollado por la empresa Fiture Oü. Este software de construcción rastrea automáticamente el progreso y la rentabilidad del proyecto. Una de sus funciones es realizar un seguimiento de los costos de un proyecto con hojas de cálculo integradas; esto permite tener un lugar donde realizar toda la administración de costos del proyecto.

Además, este software permite realizar un seguimiento de lo que se estimó, lo que se ofertó y lo que se facturó. Gracias a esta información, se puede estar al tanto de las previsiones de rentabilidad de su proyecto. En resumen, “Planyard” brinda una visión general en tiempo real de las previsiones de rentabilidad del proyecto. A continuación, se muestra como se ve este software:

Mis proyectos anclados

[Crear un proyecto de demostración](#)

[Crear el proyecto](#)

Proyectos fijados **Activo** Archivado

< 1 > 50 Filas

Nombre	Costo estimado	Ingresos estimados	Presupuesto del proyecto	Comprometido	Total de gastos aprobados	Pronóstico
[DEMO] Stone Road House F. Briceño	20,410,644.00\$	24,492,772.80\$	Presupuesto proyectado: 20,410,644.00\$ Presupuesto revisado: 19,609,810.95\$ Contratado: 5.34%	Total: 550,983.60\$ Ordenes de cambio...: 0.00\$ Esperando: 553,543.60\$	Total: 120,000.00\$ Esperando: 550,983.60\$	Previsión de beneficios: 4,882,961.85\$ Pronóstico de ganancias %: 19.94% Flujo de efectivo: -120,000.00\$ Ingresos aprobados: 0.00\$ Pérdida de beneficios: 800,833.05\$

< 1 > 50 Filas



Figura 15. Pantalla de inicio del software "Planyard".
Fuente: Planyard.

Por otra parte, el programa es capaz de tener un único punto de entrada de datos para toda la información del proyecto. Los archivos de entrada que permite son las ofertas de los subcontratistas, informes de progreso, órdenes de compra, facturas, planillas, contratos, entre otros. El alcance de las funciones del software se limita según el tipo de proyecto; como se muestra en los siguientes cuadros:

CUADRO 05. FUNCIONES DEL SOFTWARE “PLANYARD” SEGÚN EL TIPO DE PROYECTO			
Función del software	Tipo de Proyecto		
	Proyecto pequeño	Proyecto mediano	Proyecto grande
Gestión presupuestaria			
Seguimiento del presupuesto en tiempo real	X	X	X
Bloquear estimaciones de costos y unidades	X	X	X
Importar y exportar datos de Excel	X	X	X
Seguimiento de costos comprometidos		X	X
Derecho y uso compartido del equipo	X	X	X
Previsión de costos			
Control de costos comprometidos		X	X
Errores y advertencias	X	X	X
Seguimiento de la rentabilidad del proyecto	X	X	X
Manejo de costos			
Aplicaciones móviles	X	X	X
Complementos de Outlook	X	X	X
Correo electrónico principal de facturas	X	X	X
Aprobación de facturas consolidadas	X	X	X
Compartir equipo	X	X	X
Advertencias por datos duplicados	X	X	X
Órdenes de compra			
Crear y enviar órdenes de compra		X	X
Seguimiento de los costos en el presupuesto		X	X
Facturas por órdenes de compra		X	X
Compartir equipo		X	X

CUADRO 06. FUNCIONES DEL SOFTWARE “PLANYARD” SEGÚN EL TIPO DE PROYECTO			
Función del software	Tipo de Proyecto		
	Proyecto pequeño	Proyecto mediano	Proyecto grande
Subcontratos y ordenes de cambio			
Registro de subcontratos		X	X
Facturas por subcontratos		X	X
Gestión de ordenes de cambio		X	X
Advertencias de riesgo		X	X
Retenciones			X

Pagos de avance			X
Ofertas			
Seguimiento de subcontratistas			X
Recopilación automática de ofertas			X
Vista de comparación de ofertas			X
Compartir equipo			X
Oferta de varios concursos			X
Análisis de escenarios de oferta			X
Facturación de subcontratistas			
Envío de informes de progreso en línea			X
Equipo de revisión y aprobaciones			X
Facturas por informes de progreso			X
Envío de órdenes de cambio			X
Gestión de subcontratistas y proveedores			
Categorizar	X	X	X
Importar y exportar datos de Excel	X	X	X
Gestión de perfiles de empresa	X	X	X
Gestión de contacto de personas	X	X	X
Actualización automática del perfil de proveedor			X
Integración contable			
Xero	X	X	X
QuickBooks	X	X	X
Directo	X	X	X
API	X	X	X
Personalizado	X	X	X

Fuente: Elaboración propia mediante la información del software "Planyard".

Este software de gestión presupuestaria tiene como objetivo principal el mostrar el progreso y la rentabilidad del proyecto en el momento de su ejecución. Una de las funciones que brinda el software, es la capacidad de tener la información de todos los proyectos que se están construyendo actualmente; además, de que permite que múltiples usuarios puedan observar y editar la información de cada proyecto provocando un control más integral.

El alcance del software se limita concretamente en el control de costos durante la ejecución de un proyecto constructivo. Esto limita el software a no poder ser evaluado en etapas previas de la gestión de costos. A pesar de poderse enlazar directamente a un programa del área contable y de poder exportarse su información para ser utilizada en esta, no es un software que permite realizar un cierre de los proyectos, sino que se necesita, como se mencionó anteriormente, exportar la información para realizarse en otro programa.

Además, otra de sus limitaciones, es a la hora de cargar facturas; ya que se guardan con la fecha en la que se adjuntan al proyecto y no se puede editar esta fecha a la que realmente se ejecutó este pago en concreto. Esto provoca que se debe estar retroalimentando la aplicación cada semana, cada quince días o cada mes para poder observar las tendencias del proyecto. Este problema también afecta a la hora de incluir proyectos ya comenzados; por lo que, su control se limita concretamente a los proyectos nuevos y que se realice un control desde el inicio de este.

En otro apartado, en el momento de subir los archivos al "Planyard", una de sus funciones es permitir adjuntar archivos mandando los documentos directamente a la dirección del correo electrónico propia de cada proyecto generado. Sin embargo, si ese documento es una factura electrónica, se adjuntan todos los documentos que traiga el correo tanto como el pdf de la factura, como el xml del Ministerio de hacienda. Esta problemática satura el apartado de archivos del proyecto al generar desorden. A pesar de esta problemática,

la ventaja que presenta el programa es que en el momento que se carga una factura y un monto a una línea de presupuesto, el software identifica si hay duplicados e inclusive si se quiere categorizar este documento en otro proyecto distinto.

Para el limitar el alcance de las funciones del software, se diferencia cada proyecto en tres tipos: Proyecto pequeño, proyecto mediano y proyecto grande. El proyecto pequeño busca enfatizar un fácil proceso de gestión de facturas y seguimiento del costo real del proyecto con respecto al presupuesto en tiempo real. En cambio, un proyecto mediano contiene las mismas funciones de un proyecto pequeño, sin embargo, permite generar y controlar subcontratos, órdenes de cambio y órdenes de compra. Finalmente, un proyecto grande a diferencia de su predecesor añade funciones de un proceso de licitación y facturación simplificado para automatizar el trabajo con subcontratistas y proveedores. En el cuadro 6 se muestran a detalle las funciones del software “Planyard” según el tipo de proyecto seleccionado.

Sin embargo, el escoger el tamaño correcto del proyecto es crucial para una correcta gestión de costos. La principal razón es que, a la hora de escoger un tipo de proyecto, solo se puede cambiar el proyecto a un tipo de proyecto más grande; esto genera que el categorizar en mayor un tamaño a un proyecto limita el orden de este al presentar más funciones de las requeridas y el no poder cambiar el tipo de proyecto.

Otra limitación del software es el llevar a cabo un histórico de todos los proyectos construidos. La única función que trae el software es archivar los proyectos para no poder editarlos y mantener la información del sistema. Sin embargo, por las limitaciones del software al control de costos, como se mencionó anteriormente, no se puede realizar un cierre de cada proyecto; por lo tanto, no se puede realizar un registro de las recomendaciones o mejoras por realizar a futuro.

Implementación del software “Planyard”

Se implementó el uso del software “Planyard” en el proyecto actual de la empresa llamado “The Preserve” como proyecto piloto. Este proyecto, como se puede observar anteriormente, está ubicado en Puerto Viejo, Talamanca, presenta un área de construcción total de 167,77 m2. Por el tamaño del proyecto y las características que presenta, se catalogó como pequeño.

Como el uso del software se centra directamente en el control de costos, se comenzó el proceso adaptando el presupuesto aprobado al formato requerido (Anexo A). El formato es brindado en un documento de Excel por el software, además, “Planyard” muestra un video demostrativo del proceso que se debe llevar a cabo para cargar el presupuesto del proyecto. En la figura 16, se muestra el formato requerido para importar los datos de Excel al “Planyard” del proyecto en estudio.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Category level	Cost code	Line-item	Unit	Quantity	Unit price	Estimated cost	Signed with the client	Target budget budget		
1	1	Preliminares y fundaciones								
2	11	Preliminares								
3	111	Trazo	m2	115	1 300.00	149 500.00	149 500.00	143 520.00		
4	112	Limpieza	m2	115	800.00	92 000.00	92 000.00	88 320.00		
5	113	Bodega	un	1	285 000.00	285 000.00	285 000.00	273 600.00		
6	114	Excavación con botado	m3	54	5 535.00	298 890.00	298 890.00	286 934.40		
7	115	Cerramientos perimetrales	m	100	3 500.00	350 000.00	350 000.00	336 000.00		
8	2	Sustitución y losa								
9	121	Lastre compactado	m3	36.96	18 000.00	665 280.00	665 280.00	638 668.80		
10	122	Formaleta	m	60	5 000.00	300 000.00	300 000.00	288 000.00		
11	123	Plastico negro	un		650.00		0.00	0.00		
12	124	Losa fundación concreto	m3	20.13	75 000.00	1 509 375.00	1 509 375.00	1 449 000.00		
13	125	Bombeo	un		8 500.00		0.00	0.00		
14	126	Colocación y acabado	m2	96	5 500.00	528 000.00	528 000.00	506 880.00		
15	127	Acero refuerzo	m	900	450.00	405 000.00	405 000.00	388 800.00		
16	128	Malla electrosoldada	un		20 000.00		0.00	0.00		
17	129	Mano de obra armadura , formaleta plástico malla (8 dias 4 pax)	un	1	1 300 000.00	1 300 000.00	1 300 000.00	1 248 000.00		
18	2	Sanitario y pluvial								
19	131	Unitario	m2	115	5 535.00	636 525.00	636 525.00	611 064.00		
20										

Figura 16. Formato del presupuesto del proyecto “The preserve” requerido para importar datos de Excel.

Fuente: Elaboración propia mediante el ejemplo brindado por Planyard.

Para poder realizar este documento, se requirió sumar todos los precios unitarios calculados por actividad o material para estimar el costo total relacionado a la línea del presupuesto. Seguidamente, se coloca el precio aprobado por el cliente, en este caso, el cliente no presentó cambios y aprobó el presupuesto revisado por la empresa. Además, el programa pide un presupuesto objetivo al cual la empresa quiera llegar;

entonces, por recomendación del Ing. Monge y como meta de la empresa MAPB, el monto objetivo por cada línea del presupuesto que se busca obtener es del 96% del monto original para realizar un ahorro total del proyecto aproximado del 4%.

Al momento de ingresar la información, la herramienta de control de costos se muestra como en la figura 17.

The Preserve

Visión general **Presupuesto** Contrato principal Costos Ingresos Archivos Ajustes

Cambiar las categorías Ir a la fila Columnas visibles: 7/13 Detalles Exportación Agregar línea de pedido

Artículo de línea	Costo estimado	Ingresos estimados	Presupuesto proyectado	Presupuesto revisado	Costos asociados	Contrato asociado	e en el presupuesto revisado
Total del proyecto	75,647,545.85	75,647,545.85	72,621,644.02	72,621,644.02	0.00	0.00	72,621,644.02
> 1 Preliminares y fundaciones	6,519,570.00	6,519,570.00	6,258,787.20	6,258,787.20	0.00 0.00%	0.00	6,258,787.20 100.00%
> 2 Bodega y tapia perimetral	1,158,000.00	1,158,000.00	1,111,680.00	1,111,680.00	0.00 0.00%	0.00	1,111,680.00 100.00%
> 3 Estructura principal	26,522,620.00	26,522,620.00	25,461,715.20	25,461,715.20	0.00 0.00%	0.00	25,461,715.20 100.00%
> 4 Electromecánico	5,115,250.00	5,115,250.00	4,910,640.00	4,910,640.00	0.00 0.00%	0.00	4,910,640.00 100.00%
> 5 Acabados	21,963,500.00	21,963,500.00	21,084,960.00	21,084,960.00	0.00 0.00%	0.00	21,084,960.00 100.00%
> 6 Costos indirectos	12,371,200.00	12,371,200.00	11,876,352.00	11,876,352.00	0.00 0.00%	0.00	11,876,352.00 100.00%
> 7 Imprevistos	1,997,405.85	1,997,405.85	1,917,509.62	1,917,509.62	0.00 0.00%	0.00	1,917,509.62 100.00%

Figura 17. Presupuesto del proyecto “The preserve” en el software “Planyard”.
Fuente: Planyard, 2022.

Para cargar facturas aprobadas del proyecto, existen diferentes procesos que se pueden utilizar. La primera manera es cargar los archivos de manera manual, subiendo el documento de la factura o tomando una foto de esta; este proceso se puede hacer desde la plataforma en el navegador o desde la aplicación del celular. De igual manera, se pueden subir documentos a través del reenvío del correo electrónico de la factura correspondiente a “Planyard”; cabe destacar que cada proyecto tiene una dirección de correo electrónico en particular. En el momento que el archivo fue cargado, se notificará al encargado de la dirección de proyectos y este podrá categorizar el archivo cuando tenga tiempo a una línea del presupuesto.

A continuación, el encargado del proyecto será el responsable de categorizar las facturas a una línea del presupuesto. Este proceso se realiza llenando la información que el software solicita y adjudicándola a una línea del presupuesto; cabe destacar que se puede adjudicar el monto correspondiente a cada línea del proyecto. En la figura 18 se muestra un ejemplo de la información solicitada por “Planyard” para categorizar un costo.

Selecciónar tipo de documento o proyecto ?

The Preserve

Nombre del archivo principal ?

FACT ALTUMLAT-0587-COYOL.pdf

Opcionalmente complete los siguientes campos

número de factura ?

número de factura

Fecha de la factura ?

Fecha de factura no especificada

Fecha de vencimiento ?

Fecha de vencimiento no especificada

Selecciona la compañía

Selecciona la compañía

Cancelar

Asignar al proyecto

Figura 18. Ejemplo de categorización de factura en Planyard.

Fuente: Planyard, 2022.

A partir de esta información el software “Planyard” es capaz de realizar una previsión de rentabilidad (figura 19), un informe de métricas financieras clave (figura 20), un gráfico de las líneas del presupuesto menos rentables (figura 21), un gráfico de las líneas de pedido más rentables (figura 22), un gráfico de las líneas de pedido de mayor costo proyectado (figura 23), un gráfico de la mayoría de las líneas de costos confirmadas (figura 24) y un gráfico de la mayoría de los costos por confirmar por cada artículo de la línea de presupuesto (figura 25). Además, en el presupuesto puede mostrar las ganancias o pérdidas por cada actividad o material (figura 26). Por lo tanto, a continuación, se van a mostrar los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto de ejemplo, además, de su respectivo análisis:

Previsión de rentabilidad



Figura 19. Ejemplo de previsión de rentabilidad.
Fuente: Planyard, 2022.

En la figura 19, se muestra una previsión de rentabilidad. En el eje Y se muestra el costo en millones de la rentabilidad esperada del proyecto, así mismo, en el eje X se muestra el tiempo en el que transcurre el proyecto. Se puede observar que en el inicio del proyecto se logró mantener una rentabilidad positiva, sin embargo, por los cambios establecidos por el cliente y el atraso del proyecto, el programa realizó una previsión negativa. Esta previsión lo que muestra es la variación del costo (CV), que se obtiene al restar el costo real (AC) contra el valor ganado (EV).

Proyecto de métricas financieras clave

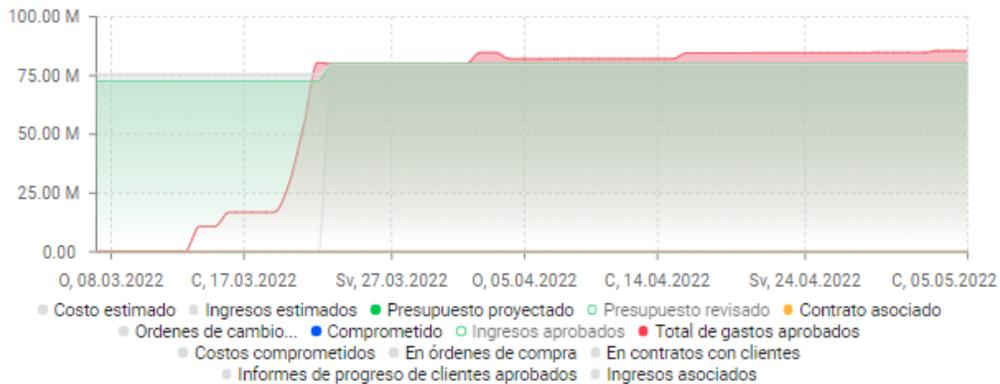


Figura 20. Ejemplo de gráfico de métricas financieras claves.
Fuente: Planyard, 2022.

En la figura 20, se observa las métricas que el usuario quiera mostrar. El software permite modificar las curvas que se muestran en el gráfico para poder utilizarlo como comparación entre los parámetros escogidos. En este caso, se escogieron de manera de ejemplo, el presupuesto proyectado y el total de gastos proyectados para observar el comportamiento a tiempo real del proyecto a lo largo de los meses. Aquí se puede observar como en el caso anterior como los gastos son superiores al presupuesto proyectado.



Figura 21. Ejemplo de las líneas menos rentables.
Fuente: Planyard, 2022.

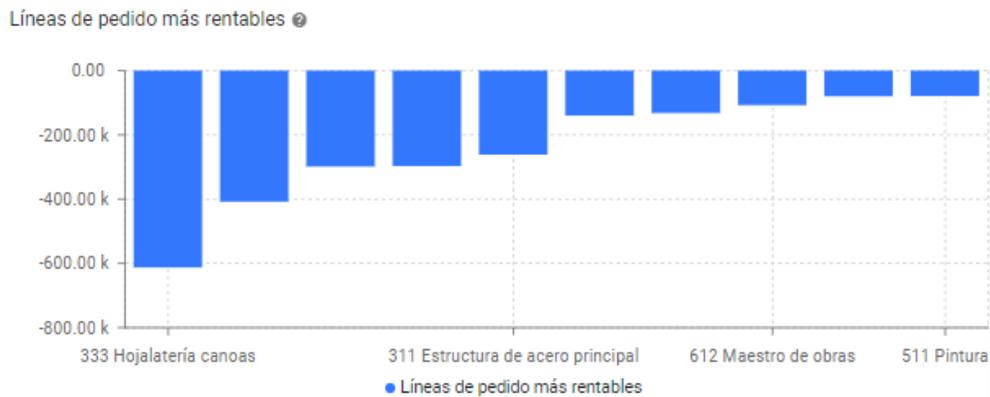


Figura 22. Ejemplo de las líneas más rentables.
Fuente: Planyard, 2022.

En la figura 21 y 22, se pueden observar las líneas del presupuesto menos y más rentables del proyecto respectivamente, indicando la diferencia entre el costo real y el valor planificado. Cabe destacar que en el software "Planyard" se puede observar la línea a la que corresponde los datos, de igual manera, los valores negativos en este caso presentan un riesgo menor. Así mismo, se puede observar que la línea del presupuesto menos rentable del proyecto es la del mobiliario y la línea mas rentable, la de hojalatería en canoas. Por lo tanto, estos gráficos permiten diferencia que línea del presupuesto específica son las que se deben intervenir.



Figura 23. Ejemplo de las líneas de mayor costo proyectado.
Fuente: Planyard, 2022.

En la figura 23, se puede observar las líneas de mayor costo proyectado del presupuesto. Por lo tanto, se puede observar que la estructura de acero principal representa casi ₡10 500 000; cabe destacar, que este gráfico toma en cuenta el costo meta decidido en el formato del presupuesto (en este caso fue del 96% del costo). Gracias a esta información, se deben tener especial cuidado en los resultados de este gráfico, ya que, estas líneas son las que tienen mayor influencia directa a la rentabilidad del proyecto.



Figura 24. Ejemplo de las líneas con mayor costo confirmado.
Fuente: Planyard, 2022.



Figura 25. Ejemplo de las líneas con mayor costo por confirmar.
Fuente: Planyard, 2022.

En las figuras 24 y 25, se observa las líneas de presupuesto con mayor costo confirmado y por confirmar respectivamente. La línea del presupuesto de mayor costo confirmado son los forros totales, esto da a entender que el mayor costo real del proyecto recae en esta línea del presupuesto. Esto significa que el costo real de los forros totales son los que tienen menos margen para intervenir; por lo tanto, se debe analizar su variación del costo para poder observar el comportamiento y cuantificar un costo real final para esta línea que no supere su costo proyectado. Así mismo, la línea de presupuesto con mayor costo por confirmar es el diseño y los permisos; esto significa que esta línea tiene los menores costos reales y presenta un mayor margen de intervención. Esta información es importante para saber en que línea del presupuesto puedo buscar obtener un ahorro considerable para mejorar la rentabilidad del proyecto.

Artículo de línea	Costo estimado	Ingresos estimados	Presupuesto proyectado	Presupuesto revisado	Costos asociados	Contrato asociado e en el presupuesto revisado		
Total del proyecto	79,777,230.25	79,777,230.25	79,981,028.81	118,012,428.74	85,547,367.74	0.00	32,465,060.99	
> 1 Preliminares y fundaciones	6,519,570.00	6,519,570.00	9,026,757.59	12,494,588.35	11,904,540.05 95.28%	0.00	590,048.30 4.72%	
> 2 Bodega y tapia perimetral	1,158,000.00	1,158,000.00	1,122,480.00	1,612,931.97	1,659,466.71 102.57%	0.00	-46,534.74 -2.89%	
> 3 Estructura principal	26,522,620.00	26,522,620.00	25,461,715.20	35,709,209.32	30,440,684.74 85.23%	0.00	5,268,524.58 14.75%	
> 4 Electromecánico	5,115,250.00	5,115,250.00	5,481,690.00	6,876,717.98	6,759,023.56 98.29%	0.00	117,694.42 1.71%	
> 5 Acabados	21,963,500.00	21,963,500.00	21,099,240.00	34,813,685.90	16,469,906.39 47.31%	0.00	18,343,779.51 52.69%	
> 6 Costos indirectos	12,371,200.00	12,371,200.00	11,741,952.00	20,458,101.20	17,186,366.09 84.01%	0.00	3,271,735.11 15.99%	
> 7 Imprevistos	1,997,405.85	1,997,405.85	1,917,509.62	1,917,509.62	1,121,380.20 58.48%	0.00	796,129.42 41.52%	
> 8 Diseño y permisos	4,129,684.40	4,129,684.40	4,129,684.40	4,129,684.40	6,000.00 0.15%	0.00	4,123,684.40 99.85%	

Figura 26. Ejemplo de las líneas de presupuesto finales.

Fuente: Planyard, 2022.

Por último, el software presenta un resumen general del presupuesto (figura 26). En este apartado se puede observar el comportamiento línea por línea y la variación del costo (CV) cuantitativamente. Así mismo, en la figura 23, se puede observar que la línea del presupuesto de bodega y tapia perimetral supera en ¢ 46 534.74 el costo proyectado; por lo tanto, se debe analizar profundamente esta línea de presupuesto y observar el monto que se supero e intentar compensarlo con las otras líneas del presupuesto. De igual manera, este apartado permite exportar esta tabla en formato de Excel para poder analizar esta información y obtener el índice de desempeño del costo (CPI) que “Planyard” no calcula por su cuenta. Además, el exportar esta información permite al departamento contable realizar flujos de caja, análisis económicos, evaluaciones contables, entre otras cosas.

Guía de uso para el software “Planyard”

A partir de la información recolectada, los resultados obtenidos y los análisis respectivos de la situación actual de la empresa y las buenas prácticas sobre procesos y herramientas para la gestión de costos, se realizó una metodología de control de costos junto a la herramienta “Planyard”. Como primer paso en la elaboración de esta metodología se realizó un diagrama de flujo (figura 27), donde se representa cada proceso del control de costos a partir de los resultados obtenidos en los puntos anteriores. Como segundo paso, se muestra cada proceso del diagrama de manera individual y como se muestra las tareas o actividades a seguir para un correcto flujo de información; además, se mencionan las herramientas o plantillas necesarias para cada tarea.

Como paso final, se desarrolló una guía de uso para el software “Planyard”, donde se busca explicar a detalle el uso de este con la metodología de control de costos propuesta anteriormente. La idea principal de esta metodología y la guía propuesta es presentar el conjunto de estrategias, procedimientos y acciones necesarias que puedan utilizar los colaboradores de la empresa para un correcto control de costos en los proyectos.

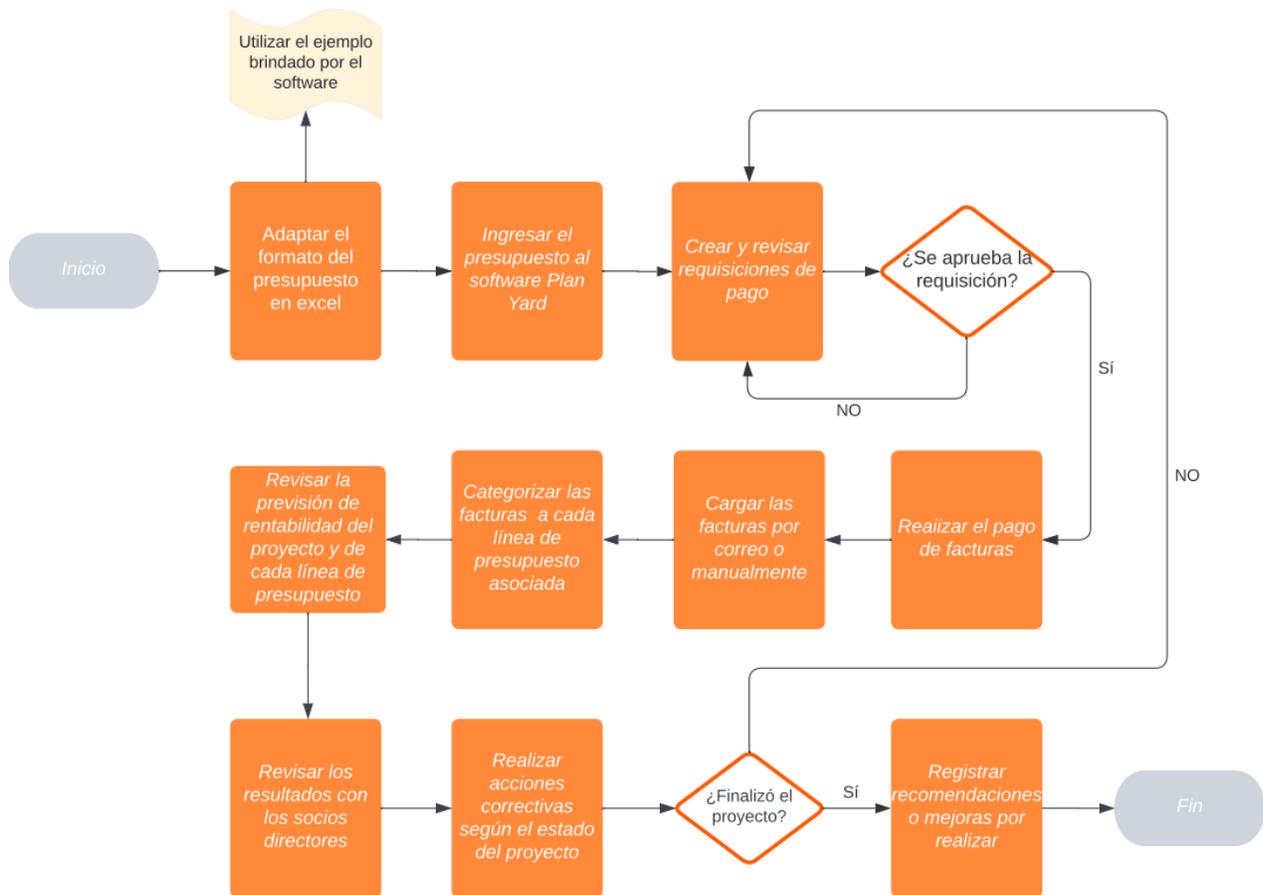


Figura 27. Diagrama de flujo que muestra la metodología de control de costos .
Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación Flowchart.

A partir del diagrama de flujo, se plantea la siguiente serie de procesos para un correcto control de costos junto al responsable o los responsables de cada proceso:

- Adaptar el formato del presupuesto en Excel: para comenzar a realizar un correcto control de costos, se necesita adaptar el presupuesto aprobado de cada proyecto al formato requerido por el software “Planyard” (observar figura 16). Este proceso debe ser llevado a cabo por el departamento de presupuestos, se recomienda utilizar el documento de ejemplo brindado por el software, además, de observar el video demostrativo que “Planyard” ofrece.
- Ingresar el presupuesto al software “Planyard”: Al obtener el presupuesto aprobado en el formato requerido, este debe ser cargado al software elegido para el control de costos por parte de la empresa, en este caso en concreto se utiliza el software “Planyard”. El resultado de este proceso se puede observar en la figura 17. Este proceso debe ser realizado por el departamento de presupuestos para que la persona encargada de ingresar este documento pueda verificar que no hubo ningún error en el proceso. Además, aquí se puede ingresar un costo proyectado meta al que la empresa busque conseguir basando sus resultados en este objetivo planteado.
- Crear y revisar requisiciones de pago: A partir del presupuesto aprobado del proyecto en ejecución, el encargado de cada proyecto realizará una requisición de pago para solicitar la compra de material, la contratación de servicios, el alquiler de equipo, entre otras cosas. El formato por utilizar fue elaborado con el fin de mantener un formato estándar para toda la empresa (figura 28). Este

documento solicita información general del proyecto, una breve descripción general de lo que se solicita pagar (indicando el código y la línea correspondiente del presupuesto aprobado); además, es necesario incluir las cotizaciones realizadas con sus respectivas observaciones y comentarios. Por último, este documento solicita la información de la cotización seleccionada, además, de la firma tanto del solicitante como del encargado de aprobarla. Esta aprobación es realizada por el gerente general de la empresa.

REQUISICIÓN DE PAGO			
<i>Proyecto</i> _____		<i>Fecha</i> _____	
<i>Ubicación</i> _____		<i>Solicitante</i> _____	
			
Descripción general			
Código	Línea de presupuesto	Descripción de la cotización	
Cotizaciones realizadas			
Proforma	Proveedor	Total de Factura	Observaciones y comentarios
Solicitud de pago			
<i>Fecha</i> _____		<i>Forma de pago:</i> <i>Tarjeta</i> __ <i>Deposito</i> __ <i>Cheque</i> __ <i>Orden de compra</i> __	
<i>Proforma</i> _____		<i>Observaciones:</i> _____	
<i>Proveedor</i> _____			
<i>Total de factura</i> _____		<i>Solicitante:</i> _____ <i>Firma</i> _____	
<i># de cuenta bancaria</i> _____		<i>Aprobación:</i> _____ <i>Firma</i> _____	

Figura 28. Formato de requisición de pago .

Fuente: Elaboración propia.

- Realizar el pago de facturas: En el momento de que la requisición de pago fue aprobada por parte del gerente general, se pasa la solicitud al departamento financiero de la empresa. Este departamento es el encargado de realizar el pago correspondiente con el fin de llevar un control sobre los flujos de caja de la empresa.
- Cargar las facturas por correo o manualmente: Para cargar facturas aprobadas del proyecto, existen diferentes procesos que se pueden utilizar. La primera manera es cargar los archivos de manera manual, subiéndolo el documento de la factura o tomando una foto de esta; este proceso se puede hacer desde la plataforma en el navegador o desde la aplicación del celular. De igual manera, se pueden subir documentos a través del reenvío del correo electrónico de la factura correspondiente a "Planyard"; cabe destacar, que cada proyecto tiene una dirección de correo electrónico en particular.

Este proceso es llevado a cabo por parte del departamento financiero quienes son los que tienen acceso a la información requerida en este proceso.

- Categorizar las facturas a cada línea de presupuesto asociada: El encargado del proyecto será el responsable de categorizar las facturas a una línea del presupuesto. Este proceso se realiza llenando la información que el software solicita y adjudicándola a una línea del presupuesto; cabe destacar que se puede adjudicar el monto correspondiente a cada línea del proyecto en caso de que la factura corresponda a más de una línea (observar la información solicitada en la figura 8). Se recomienda realizar este proceso cada semana para que el programa se mantenga actualizado y que las proyecciones del sistema no se vean limitadas por falta de información.
- Revisar la previsión de rentabilidad del proyecto y de cada línea del presupuesto: Se recomienda realizar una revisión general del proyecto cada semana con el fin de poder observar a tiempo cualquier problema que se tenga con los costos reales versus los costos proyectados (observar figura 19 y 25). Como se ha mencionado a lo largo de este documento, este paso es de suma importancia porque si se toman medidas a tiempo sobre estos problemas, la influencia directa sobre el proyecto será mayor y se podrán obtener los resultados deseados al finalizar el proyecto. Este apartado lo realiza el ingeniero a cargo de cada proyecto. Además, este responsable debe calcular el índice de desempeño del costo (CPI) para observar el comportamiento del proyecto con respecto al trabajo completado hasta el momento, este valor se puede calcular al exportar la tabla de la figura 26.
- Revisar los resultados con los socios directores: A diferencia del paso anterior, este paso se debe realizar mínimo cada mes, esto se debe a que el ingeniero a cargo del proyecto es responsable de entregar los resultados obtenidos a lo largo del periodo en estudio a los socios directores de la empresa. De igual manera que en el paso anterior, la finalidad de este proceso es tener una última revisión para poder tener la capacidad de tomar las medidas pertinentes a tiempo. Los resultados a revisar del programa se pueden observar desde la figura 19 hasta la figura 26, además, se recomienda revisar el CPI del proyecto calculado en el paso anterior.
- Realizar acciones correctivas según el estado del proyecto: A partir de todas las revisiones anteriores, se recomienda trazar un plan de trabajo del proyecto. Esto con el fin de conseguir soluciones en tema de control de costos para las condiciones actuales de cada proyecto. Cabe destacar, que una acción temprana en los costos de los proyectos va a generar un mejor resultado. Estas acciones deben ser ejecutadas por el personal en campo a cargo de la supervisión del encargado de cada proyecto. Como parte de este punto, aquí se pueden realizar cambios en los presupuestos del proyecto ya sean solicitados y aprobados por los clientes o los socios directores. Para mantener un formato estándar se realizó la siguiente plantilla para las órdenes de compra:

ORDEN DE CAMBIO			
<i>Proyecto</i> _____		<i>Fecha</i> _____	
<i>Ubicación</i> _____		<i>Solicitante</i> _____	
			
OBSERVACIONES GENERALES			
Descripción			
Información adicional			
CAMBIOS EN COSTO			
Linea del presupuesto	Costo proyectado	Nuevo costo proyectado	Observaciones
CAMBIOS EN TIEMPO			
Linea del presupuesto	Tiempo original	Tiempo nuevo	Observaciones
Aprobación de la orden de compra			
<i>Date</i> _____ <i>Name</i> _____ <i>Signature</i> _____			

Figura 29. Formato de orden de cambio .

Fuente: Elaboración propia.

- Registrar recomendaciones o mejoras por realizar: Al finalizar cada proyecto, como manera de retroalimentación, se busca que todos los departamentos de la empresa al final de cada mes puedan brindar las recomendaciones o mejoras por realizar a la metodología de control de costos mediante reunión. El departamento administrativo es responsable de llevar un registro de todo lo conversado en estas reuniones y junto a los ingenieros en campo, deben realizar las mejoras respectivas. Este paso es de vital importancia para la metodología, ya que permite que los distintos departamentos puedan expresar sus opiniones y puedan plantear soluciones o recomendaciones para la mejora de esta.

A partir de la metodología de control de costos realizada y los resultados obtenidos a lo largo del presente documento, se procede a realizar la guía de uso del software “Planyard”, la cual se muestra en el apéndice B. Esta guía presenta una estructura compuesta por las siguientes secciones: objetivo general, introducción, metodología de control de costos, manual de uso “Planyard” y referencias bibliográficas. En la figura 30 se muestra la portada de la guía realizada.



Guía de uso del software Plan Yard

Monge & Arce Project
Builders S.R.L

Fabián Briceño Artavia, noviembre 2022

Figura 30. Portada de la guía de uso del software "Planyard" .
Fuente: Planyard, 2022.

Conclusiones

- La empresa MAPB se centra en la estimación de costos y el presupuesto; ya que, se cuenta con plantillas y herramienta en Excel para su desarrollo. En cambio, la planificación es el aspecto que menos importancia le brindan al no presentar herramientas, plantillas o formato estándar para realizar órdenes de cambio, órdenes de compra o subcontratos. Por lo tanto, a lo largo del proyecto de graduación se elaboraron distintas plantillas con las cuales se realizó una estandarización de los formatos utilizados.
- A partir de la investigación realizada, se determinó que la empresa MAPB no tiene un proceso establecido y estandarizado para llevar a cabo el control de costos. Por lo tanto, se propuso una metodología para el control de costos junto a el software “Planyard” para atender esta necesidad.
- El control de costos llevado a cabo por la empresa MAPB, es realizado por el encargado de cada proyecto; por lo tanto, se dificulta el poder comparar los resultados y la forma de gestionar entre proyectos que se estén ejecutando. Esto se debe a que cada encargado obtiene la información de cada proyecto que necesiten, requieran por solicitud del cliente, y en un su formato establecido, por lo tanto, del histórico de cada proyecto se tiene registrada distinta información.
- La empresa MAPB busca implementar el software “Planyard” para el control de costos, herramienta capaz de reunir la mayoría de la información del proyecto en un solo sitio durante su ejecución. Sin embargo, los colaboradores de la empresa no tienen el conocimiento de cómo utilizarlo.
- La implementación del software “Planyard” en el proyecto “The preserve”, determina las ventajas del uso de este sobre las hojas de cálculo antes utilizadas. Entre sus ventajas se encuentra el poder observar la rentabilidad actual y a futuro del proyecto; así como, el comportamiento de los diferentes aspectos del presupuesto en ejecución. Así mismo, dentro de sus desventajas esta que este software esta exclusivamente pensado para el control de costos en la ejecución, no sirve para la planificación de estos, además, al no permitir introducir la fecha de los archivos correspondientes, el programa no se muestra los mismos resultados en proyectos ejecutados desde el inicio con este programa con respecto a los proyectos ya iniciados.
- La metodología de control de costos propuesta se ajusta a los procedimientos, características y herramientas de la empresa MAPB usando con base el software “Planyard” durante la ejecución del proyecto.
- El diseño de una metodología de control de costos y la elaboración de una guía de uso del software “Planyard” permite a la empresa MAPB estandarizar los procesos en temas de control de costos de los proyectos que se vayan a realizar en el futuro.

Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa MAPB elaborar una metodología en ámbitos como la planificación y la estimación de costos.
- Se recomienda a la empresa MAPB ampliar el alcance de la guía en aspectos como la gestión de procesos, la gestión de calidad, entre otros.
- Se recomienda a la empresa MAPB, adaptar la guía de uso del software “Planyard” para proyectos de tamaño grande (proyectos a partir de 5000 m2 según los desarrolladores) y las funciones que presenta esta categoría.

Apéndices

Apéndice A. Encuesta sobre la gestión de control.

Pregunta 1:

¿Conoce usted acerca de la metodología actual de gestión de costos de la empresa MAPB?

- Sí
- No
- Tal vez

Pregunta 2:

¿Cuáles herramientas a utilizado para la gestión de costos en los proyectos realizados u ofertados de la empresa MAPB?

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- Plan Yard
- Square Takeoff
- Otros: _____

Pregunta 3:

¿A cual fase de la gestión de costos le da menor importancia la empresa?

- Planificación
- Estimación de costos
- Presupuesto
- Control

Pregunta 4:

¿Se utiliza alguna herramienta, plantilla o formato estándar para realizar ordenes de cambio en el alcance de los proyectos constructivos?

- Sí
- No lo sé
- No

Pregunta 5:

¿Qué aspectos usted considera mas importante al gestionar los costos en un proyecto constructivo para la empresa?

- Integración
- Alcance
- Cronograma
- Costos
- Calidad
- Recursos
- Comunicaciones
- Riesgos
- Adquisiciones
- Interesados

Pregunta 6:

¿Cuáles costos considera usted que son mas importantes realizarles un control?

- Costo de mano de obra
- Costo de materiales
- Costos de subcontratos
- Costos de equipo y maquinaria
- Costos de administración
- Costos de servicio
- Costos de instalaciones
- Costos para casos de contingencia
- Costos de financiamiento

Pregunta 7:

¿Qué problemas considera usted que la empresa tiene a la hora de realizar el control de costos?

Tu respuesta

Apéndice B. GUIA DE USO DEL SOFTWARE “PLANYARD”.

[Archivo independiente en PDF]

Anexos

Anexo A. PRESUPUESTO DETALLADO DEL PROYECTO “THE PRESERVE”.

[Archivo independiente en Excel]

Anexo B. Formatos elaborados.

[Archivo independiente en Excel]

Referencias

En este capítulo se presentan las referencias bibliográficas utilizadas para la elaboración de este informe:

- Alfaro, F. (2018). *Control de costos de obra con la aplicación de la guía del PMBOK para la gestión de los costos del proyecto, en las obras de contra presa, en el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís*. [Trabajo de Grado, Universidad de Costa Rica]. Recuperado de: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/9084>
- Álvarez, H. (2018). *Guía metodológica para la gestión de un proyecto en la empresa Compañía Constructora Urbanotecnia S.A.* [Trabajo de Grado, Tecnológico de Costa Rica]. Recuperado de: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9872/guia_metodologia_para_gestion_proyectos_empresa_compa%C3%B1a_constructora_urbanotecnia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Álvarez, M., & Cochi, J. (2015). *Diseño de un modelo para el control de costos reales de una construcción*. [Trabajo de Grado, Tecnológico de Costa Rica]. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5646/dise%C3%B1o%20modelo%20control%20costos%20construccion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barquero, A., & Calderón, F. (2016). Influencia de las nuevas tecnologías en el desarrollo adolescente y posibles desajustes. *Revista Cúpula*, 30(2). <https://www.binasss.sa.cr/bibliotecas/bhp/cupula/v30n2/art02.pdf>
- Blanco, A. (2006). *Mejora del control de costos de una empresa dedicada a movimientos de tierra y obras de infraestructura*. [Trabajo de Grado, Tecnológico de Costa Rica]. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6033>
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica [CFIA]. (2020). *Guía para la Gestión Integrada de Proyectos de Ingeniería, Arquitectura y Construcción GIPIAC*. <http://cfia.or.cr/descargas/2020/comunicacion/GIPIAC.pdf>
- Devandas, O. (2007). *Diseño e implementación de un sistema de control de costos*. [Trabajo de Grado, Tecnológico de Costa Rica]. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6231/disenoeimplementaciondeunsistemadecontroldecostos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Duarte, A., & Martínez, S. (2015). *Manual práctico de control de costos en obras civiles, aplicado a construcción de edificaciones*. [Trabajo de Grado, Universidad Católica Andrés Bello]. Recuperado de: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS0661.pdf>
- Fonseca, M. (2021). *Mejora del modelo actual de gestión de costos de la empresa PRODEYCO con un enfoque en el control de costos*. [Trabajo de Grado, Tecnológico de Costa Rica]. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13331>

- Jaller, J. (2016). *Metodología de control de costos de presupuesto en construcciones verticales*. Bogotá, Colombia. Universidad militar Nueva Granada. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/143452376.pdf>
- Gray, C y Larson, E. (2009). *Administración de proyectos*. Cuarta edición. México: McGraw Hill Interamericana Editores S.A.
- Murillo, P. (2019). *Diseño de un Sistema Digital para el Control de Costos de Mano de Obra por Actividades para una Empresa Constructora*. [Trabajo de Grado, Universidad de Costa Rica]. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/9084/1/44180.pdf>
- Project Management Institute, Inc (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos* (Guía del PMBOK). Sexta edición. Guía del PMBOK. Project Management Institute, Inc.
- Ramírez, O. (2008). *Desarrollo de una aplicación y procedimiento para el control de costos de los proyectos constructivos de KIREBE*. [Trabajo de Grado, Tecnológico de Costa Rica]. Recuperado de: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6171/desarrollo_aplicaci%c3%b3n_procedimiento_control_costos_proyectos%20constructivos_KIREBE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rivera, F., & Hernández, G (2010). *Administración de proyectos. Guía para el aprendizaje*. Pearson Educación de México.
- Rojas, E. (2007). *Análisis, diseño y ejecución de un control de costos reales para un proyecto de construcción*. [Trabajo de Grado, Tecnológico de Costa Rica]. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6204/analisisdisenoyejecuciondeuncontroldecostosreales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>