

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Miguel Artavia Alvarado, Ing. Mauricio Araya Rodríguez, Ing. Milton Sandoval Quirós, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

GUSTAVO
ADOLFO
ROJAS MOYA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por GUSTAVO
ADOLFO ROJAS
MOYA (FIRMA)
Fecha: 2021.09.07
17:00:39 -06'00'

Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director

MIGUEL FRANCISCO
ARTAVIA ALVARADO
(FIRMA)

Firmado digitalmente por MIGUEL
FRANCISCO ARTAVIA ALVARADO
(FIRMA)
Fecha: 2021.09.07 14:20:30 -06'00'

Ing. Miguel Artavia Alvarado.
Profesor Guía

MAURICIO
ESTEBAN
ARAYA
RODRIGUEZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por MAURICIO
ESTEBAN ARAYA
RODRIGUEZ (FIRMA)
Fecha: 2021.09.08
18:35:40 -06'00'

Ing. Mauricio Araya Rodríguez.
Profesor Lector

MILTON
ANTONIO
SANDOVAL
QUIROS (FIRMA)

Firmado digitalmente
por MILTON ANTONIO
SANDOVAL QUIROS
(FIRMA)
Fecha: 2021.09.09
15:03:49 -06'00'

Ing. Milton Sandoval Quirós.
Profesor Observador

Mejora del modelo actual de gestión de costos de la empresa PRODEYCO con un enfoque en el control de costos

Abstract

This document presents the final graduation project to opt for the bachelor's degree in construction engineering, under the modality of directed professional practice. This paper proposes a model to improve the current cost management model of the company PRODEYCO. Through an organizational chart, application of forms to employees and personal interviews with managers of the company, it was possible to analyze the current situation of the company and detect that it lacks a standardized cost management model, and that therefore it does not carry an adequate cost control. In addition, an investigation of the good practices that are carried out in the management of costs and documentation of models was carried out, through interviews with professionals who are experts in the area and review of bibliographic sources.

In this way, knowing the current situation of the company and having the theoretical and practical support on cost management models, a model was proposed that covers the four processes of cost management (planning, estimation, budgeting and control) and that adapts with the tools that the company has.

Finally, a methodological guide is made for the use of the proposed model which contains templates and user manuals, so that all collaborators have access to this guide and therefore can be standardized satisfactorily.

Resumen

En este documento se presenta el proyecto final de graduación para optar por el grado de licenciatura en la carrera de Ingeniería en Construcción, bajo la modalidad de práctica profesional dirigida. Este trabajo propone un modelo de mejora del modelo actual de gestión de costos de la empresa PRODEYCO. A través de un organigrama, aplicación de formularios a los colaboradores y entrevistas personales con encargados de la empresa, se logró analizar la situación actual de la empresa y detectar que la misma carece de un modelo de gestión de costos estandarizado, y que por ende no existe un adecuado control de costos. Además, se realizó una investigación de las buenas prácticas que se realizan en la gestión de costos y documentación de modelos, a través de entrevistas con profesionales expertos en el área y revisión de fuentes bibliográficas.

De esta manera, al conocer la situación actual de la empresa y contar con el sustento teórico y práctico sobre modelos de gestión de costos, se propuso un modelo que abarque los cuatro procesos de la gestión de costos (planificación, estimación, presupuesto y control) y que se adapte a las herramientas con las que cuenta la empresa.

Por último, se realiza una guía metodológica, para el uso del modelo de propuesto la cual contiene plantillas y manuales de uso, de manera tal, que todos los colaboradores tengan acceso a esta guía, y por ende se pueda estandarizar de manera satisfactoria.

Mejora del modelo actual de gestión de costos de la empresa PRODEYCO con un enfoque en el control de costos

MAURICIO JAVIER FONSECA VALLEJOS

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

Agosto del 2021

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN**

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia que ha estado conmigo durante estos 5 años, brindándome el apoyo y aliento necesario para alcanzar mis metas. Además agradecer a mis compañeros de carrera y amigos, quienes fueron de mucha ayuda en cada uno de los cursos que llevamos juntos; y me impulsaron siempre a mejorar.

A cada uno de los profesores del TEC que tuve la dicha de conocer, ya que siempre me brindaron su conocimiento, valores y consejos para lograr la excelencia como profesional. Especialmente al profesor Ing. Miguel Artavia, por toda su ayuda y guía en este proceso.

A la empresa PRODEYCO y a todos sus trabajadores por la ayuda durante mi práctica profesional. Especialmente a la ingeniera Carmen Penabad, quien me brindó la oportunidad de realizar dicha práctica, al Ing. Luis Javier Castillo quien me brindó durante todo este tiempo su conocimiento y ayuda en todo lo que necesitara, y por último al jefe de presupuestos William Pérez, quien de una manera desinteresada siempre estuvo dispuesto a ayudarme.

Por último, a los ingenieros Norman Zamora y Fernando Betancourt, quienes de una manera muy servicial dedicaron su tiempo, para brindarme su conocimiento en las entrevistas aplicadas.

Índice

Índice de figuras	2
Índice de cuadros	3
Resumen Ejecutivo	4
Introducción	6
Objetivos	8
Alcances y limitaciones	9
Marco teórico	10
Metodología	21
Resultados	23
Análisis de los resultados	53
Conclusiones	71
Recomendaciones	73
Apéndices	75
Anexos	117

Índice de figuras

1.	Compensaciones en la administración de proyectos	10
2.	Descomposición jerárquica de la EDT	11
3.	Ejemplo de cronograma con MS Project	12
4.	Ciclo de vida de un proyecto.	13
5.	Interrelación entre el ciclo de vida del proyecto y los grupos de procesos.	14
6.	Valor Ganado, Valor Planificado y Costos Reales.	19
7.	Interpretación de los criterios principales del valor ganado.	20
8.	Organigrama general de la empresa PRODEYCO	24
9.	Resultados acerca del departamento en que se desempeñan los encuestados	28
10.	Resultados acerca del conocimiento previo de la gestión de costos	29
11.	Resultados acerca de los cambios a la línea base del presupuesto	31
12.	Resultados acerca de cuales herramientas se utilizan para llevar el control de costos dentro de la empresa	32
13.	Resultados acerca de los costos que se deberían controlar dentro de la empresa	33
14.	Documentos del proyecto	36
15.	Diagrama de flujo de la gestión costos en la empresa PRODEYCO	38
16.	Catálogo Unifomat personalizado por la empresa PRODEYCO	40
17.	Parte de la tabla de pagos utilizada por la empresa PRODEYCO	41
18.	Ejemplo de presupuesto para una placa corrida de concreto reforzado	41
19.	Ejemplo de hoja de cálculo para un contra piso de concreto reforzado	42
20.	Ejemplo de hoja de costos unitarios	43
21.	Formato de costos indirectos utilizado por la empresa	44
22.	Información necesaria para ejecutar macros del formato de presupuesto	44
23.	Macros del formato de presupuesto	44
24.	Funciones de la plataforma PROCORE	45
25.	Plantilla utilizada para el control de órdenes de cambio	46
26.	Modelo de Gestión de costos	61
27.	Tabla de contenidos de la Guía Metodológica para el uso del modelo de gestión de costos	62
28.	Portada de la Guía Metodológica para el uso del modelo de gestión de costos	63
29.	Filtro para obtener montos totales por actividades del presupuesto	64
30.	Plantilla para importar presupuesto a PROCORE	65
31.	Presupuesto original en la plataforma PROCORE	65
32.	Orden de compra de prueba del concreto	66
33.	Subcontrato de prueba para el sistema eléctrico	67
34.	Orden de cambio de prueba para el contrato del sistema eléctrico	68
35.	Reportes financieros ofrecidos por la plataforma PROCORE	69
36.	Reporte de presupuesto	70

Índice de cuadros

1.	Diferencia entre presupuesto y estimado de costos.	17
2.	Resultados acerca del conocimiento de procedimientos estándar para el control de costos dentro de la empresa.	29
3.	Resultados acerca de la importancia de las fases de la gestión de costos dentro de la empresa	30
4.	Resultados acerca del conocimiento de herramientas, plantillas o formatos estándar para llevar el control de cambios dentro de la empresa.	30
5.	Resultados acerca de como se realiza el control de costos dentro de la empresa	31
6.	Resultados acerca de los problemas presentes en la empresa a la hora de realizar el control de costos	32
7.	Resultados acerca de las oportunidades que podría tener la empresa dentro del proceso de control de costos	33
8.	Resultados acerca de la realización de lecciones aprendidas dentro de la empresa	34
9.	Resultados acerca de las buenas prácticas que se realizan dentro de la empresa	34
10.	Formato estándar de documentos utilizados según el tipo de proyecto	37
11.	Recopilación de procesos y herramientas para la gestión de costos	48
12.	Análisis de las mejores prácticas para proyectos en el área de construcción . . .	49
13.	Recopilación de buenas prácticas en la gestión de costos a partir de referencias bibliográficas	50
14.	Análisis FODA	59

Resumen Ejecutivo

El sector de la construcción, se ha convertido en un sector altamente competitivo con el pasar de los años. Bajo este entorno, resulta esencial desarrollar una adecuada gestión de los costos de los proyectos para optimizar el uso de los recursos y no encarecer los proyectos. Debido a esto, las empresas constructoras más grandes del país han buscado implementar sistemas de gestión de costos con ayuda de herramientas tecnológicas. Esto para obtener un mayor control de los proyectos y transparencia en la comunicación de los equipos de trabajo.

La empresa PRODEYCO S.A busca la implementación y estandarización de un sistema de gestión de costos que se adapte a sus proyectos y herramientas y enfocado principalmente, en el control de costos Actualmente la empresa cuenta con un sistema de administración de proyectos llamado PROCORE, el cual integra herramientas importantes y adecuadas para lograr este objetivo. Sin embargo, la empresa no cuenta con un modelo o estructura establecida para llevarlo a cabo.

El objetivo general de este trabajo propone mejoras al modelo actual de gestión de costos de la empresa PRODEYCO S.A, haciendo énfasis en el control de costos. Para lograrlo, se planteó como primer objetivo específico analizar la metodología de gestión de costos usada en la empresa actualmente y paralelo a esto como segundo objetivo específico, se investigaron y documentaron las buenas prácticas en cuanto a modelos de gestión de costos en empresas constructoras tanto nacionales como internacionales, donde se utilizaron como principales fuentes de información la bibliografía de tesis de maestría y entrevistas a profesionales con experiencia en el sector.

Con los primeros dos objetivos, se logró detectar que la empresa no contaba con un modelo de gestión de costos estandarizado, ya que no existía el proceso de planificación dentro de sus proyectos, con respecto a la estimación de costos y presupuesto contaban con herramientas tecnológicas establecidas; sin embargo, sólo eran utilizadas por el departamento de presupuesto y no existía comunicación con los demás departamentos. Por último, el proceso de control de costos estaba asignado únicamente a uno de los colaboradores que además debía cumplir con otras funciones, por lo tanto, no se le dedicaba el tiempo necesario a este proceso. El control de costos de los proyectos dentro de PRODEYCO dependía exclusivamente de si el gerente de contrataciones estaba involucrado en el proyecto.

Mediante la revisión bibliográfica, se obtuvo buenas prácticas constructivas que satisfacen un sistema de gestión de costos; y con el propósito de implementar este sistema a los proyectos de construcción, se consulta a profesionales, se obtiene como resultado, la necesidad de contratar un “software” para llevar el control de costos consolidado en la industria en lugar de crear un “software” a la medida para la empresa, además de otros resultados como por ejemplo, el registro de supuestos en la etapa de presupuesto, registro de lecciones aprendidas , encontrar la manera de enlazar el presupuesto con el área contable de la empresa, entre otros.

Una vez analizada la situación actual de la empresa y teniendo en cuenta las buenas prácticas investigadas, se procedió a diseñar el modelo de gestión de costos, según lo establecido en el tercer objetivo específico del proyecto. Este modelo está basado principalmente en el uso de la plataforma PROCORE, ya que la empresa al contar con este le debe sacar el máximo provecho.

El uso de PROCORE se enfoca principalmente en la etapa de control de costos.

Dentro del flujo de trabajo del modelo propuesto se encuentran algunas plantillas y “softwares” como PROCORE, NAVISWORKS y EXCEL. Por lo tanto, se planteó como cuarto objetivo específico crear una guía metodológica para el uso del modelo de gestión de costos propuesto. En esta guía se podrán encontrar propuestas de diferentes plantillas, como por ejemplo para el registro de supuestos y lecciones aprendidas. Además, de manuales de uso de los “softwares” antes mencionados, ya que, de la revisión de la situación actual de la empresa se logró detectar que muchos de los colaboradores no sabían utilizar estos programas, por lo tanto, se crearon en aras de estandarizar el modelo.

El proyecto obtuvo como principales conclusiones que en la empresa no existe un proceso establecido y estandarizado para llevar a cabo la gestión de costos, lo cual genera que en la mayoría de proyectos no se realice un adecuado control de costos. Además que el control de costos que se realiza actualmente en la empresa, depende únicamente de un colaborador de la empresa (Gerente de contrataciones), lo cual conlleva a que no se le dé la importancia necesaria en todos los proyectos. Debido a esto, la empresa debe sacar máximo provecho de los recursos con los que se cuenta, como por ejemplo la estandarización del uso de PROCORE, para que más colaboradores sean capaces de llevar el control de costos.

En síntesis, el proyecto en cuestión presenta un diagnóstico sobre la gestión de costos en la empresa PRODEYCO, documentación de buenas prácticas de modelos de gestión de costos utilizados en otras empresas, la propuesta de modelo de gestión de costos que se adapte y abarque los procesos administrativos y constructivos que rigen la empresa; y una guía metodológica que sirva como base para la estandarización del modelo propuesto.

Introducción

La gestión de costos es una de las áreas de conocimiento de la gestión de proyectos y es la encargada de definir y calcular los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. Según (Project Management Institute, 2017) la gestión de costos incluye los procesos de planificación, estimación, determinación del presupuesto y control de los costos del proyecto.

En Costa Rica, cada vez son más las empresas constructoras que se preocupan por realizar una adecuada gestión de costos, ya que con el constante incremento en el costo de los insumos necesarios para un proyecto de construcción y por ende en el costo total del proyecto, es de suma importancia realizar un control de costos adecuado. Para ello, muchas de estas empresas deciden implementar sistemas de gestión de costos con ayuda de herramientas tecnológicas. Esto para obtener un mayor control de los proyectos y transparencia en la comunicación de los equipos de trabajo. Empresas constructoras como Edificar y Volio y Trejos han optado por implementar plataformas tecnológicas que les permiten a todos los miembros de un proyecto extraer y aportar información. Por ejemplo, en la empresa Edificar se ha implementado el uso de la plataforma Procore, ya que como menciona el ingeniero (Murillo, s.f) para Edificar los beneficios de Procore van más allá de la herramienta en sí, pues les da trazabilidad y transparencia, lo que le genera un valor agregado al cliente.

El presente proyecto fue realizado en la empresa constructora PRODEYCO S.A de Costa Rica. Esta es una empresa costarricense dedicada al desarrollo y construcción de edificaciones comerciales, institucionales y residenciales. Con más de 5 años de experiencia en el sector construcción, esta empresa se ha caracterizado por brindar los más altos estándares de calidad teniendo como misión superar las expectativas de los clientes y como visión ser una empresa líder en el sector con capacidad de entregar soluciones innovadoras de alta calidad, en el plazo establecido y al mejor costo.

Actualmente, la empresa realiza el control de costos mediante herramientas tecnológicas ya desarrolladas como Procore, Excel, Google Sheets, entre otros. Sin embargo, el ingeniero de proyecto de la empresa Luis Javier Castillo mencionó que “estas herramientas son usadas únicamente si el ingeniero a cargo las sabe usar”, lo cual conlleva a que en algunos proyectos no se haya dado el seguimiento periódico requerido o no se hayan usado todas las herramientas que se tienen disponibles.

El ingeniero Castillo menciona que la empresa es consciente de la importancia de realizar una implementación y estandarización para todos los proyectos futuros del sistema de gestión de costos, ya que, es fundamental para el orden y crecimiento de la empresa, así como para la mejora de la estructura organizacional. Esta es una de las razones por las que surge la posibilidad de realizar esta práctica profesional. Es sabido que en el campo de la construcción se presentan diferencias entre lo planeado en la etapa de diseño contra lo gastado en el producto final del proyecto. Estas diferencias se pueden disminuir si se realiza un adecuado control de costos en todas las etapas del proceso constructivo y se usan los resultados como parámetro para mejorar. Como indica Project Management Institute (2017) controlar los costos es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar

cambios a la línea base de costos donde el beneficio clave de este proceso es que la línea base de costos es mantenida a lo largo del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. Sin embargo, para llevar a cabo el control de costos de un proyecto de construcción se deben revisar y analizar las etapas previas en la gestión de costos, tales como: “planificación de la gestión de costos, estimación de los costos y determinación del presupuesto” (Project Management Institute, 2017).

De acuerdo con (Coghi y Álvarez, 2002) el conocimiento de los costos reales de un proyecto de construcción permite la toma de decisiones adecuadas que pueden corregir la dirección o el enfoque original del proyecto, la ejecución y el resultado de este. Es por lo que en este proyecto se plantea realizar una mejora al modelo actual de gestión de costos usado en la empresa. La alternativa de mejora propuesta incluye elementos capaces de evidenciar la importancia de control de costos en los proyectos. Para ello se decidió primero conocer la forma de trabajo de la empresa a nivel administrativo, su cultura organizacional, así como los factores ambientales que se viven en esta, con el fin de conocer a fondo el problema que se plantea en este proyecto y poder desarrollar y abarcar de manera satisfactoria los objetivos planteados.

Ahora bien, para lograr este objetivo se decidió participar de manera neutral (como observador) en algunos de los proyectos que la empresa mantenía activos al momento de ingresar, algunos de ellos estaban por iniciar, lo cual permitió identificar los procesos para las etapas de planificación, estimación de costos y determinación del presupuesto. Otros proyectos se encontraban en etapas más avanzadas, lo cual permitió tener una idea clara sobre como llevan el control de los costos en los proyectos en ejecución. Aunado a esto se aplicaron entrevistas a los trabajadores que están involucrados directa o indirectamente en el proceso de gestión de costos que se ejecuta en la empresa, tanto a nivel administrativo como en campo.

Por otra parte, se realizó una revisión bibliográfica sobre las buenas prácticas aplicadas en la gestión de costos, utilizando como principal fuente la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos del (Project Management Institute, 2017), además de libros como Administración Profesional de Proyectos de (Chamoun, 2002), Administración de Proyectos de (Gray y Larson, 2009), trabajos de graduación asociados a la gestión del costo, entre otros, ya que esto brindó la base teórica sobre las buenas prácticas que se deben realizar en este tipo de proyectos. También se investigó mediante consultas (vía correo electrónico, llamadas telefónicas, videollamadas, reuniones) a profesionales expertos en el área de la administración de proyectos sobre sistemas de gestión de costos que se aplicaron en otras empresas constructoras y que utilizaron herramientas similares a las que se usan en la empresa de este proyecto.

Antes de proponer las mejoras del modelo de gestión de costos, se realizó un análisis FODA con los datos obtenidos de las actividades anteriores para conocer y tener una visión más clara de la situación actual de la gestión de costos en la empresa.

Por último, con la información recopilada y su respectivo análisis fue posible diseñar un modelo de mejora para la gestión de costos que se adapte a las necesidades y herramientas con las que cuenta la empresa. De manera que este modelo sea claro y preciso en su objetivo de ser estandarizado se creó una guía metodológica para realizar un adecuado uso de las herramientas propuestas en dicho modelo.

Objetivos

Objetivo general

Proponer mejoras al modelo actual de gestión de costos de la empresa PRODEYCO haciendo énfasis en el control de costos.

Objetivos específicos

- Analizar la metodología de gestión de costos usada en la empresa actualmente.
- Investigar las buenas prácticas y documentación en cuanto a modelos de gestión de costos en empresas constructoras tanto nacionales como internacionales.
- Diseñar un modelo para la mejora de gestión de costos con énfasis en el control.
- Crear una guía para el uso del modelo de control de costos propuesto.

Alcances y limitaciones

Para el desarrollo de este proyecto, es importante visualizar el alcance que este tendrá, ya que, como menciona (Sampieri, 2014) esta reflexión es importante, pues del alcance del estudio depende la estrategia de investigación o desarrollo. Por lo tanto, en este capítulo se expondrá cuales son los alcances del proyecto, cuales variables no se contemplan en el alcance de este proyecto y cuales limitaciones se encontraron para la realización del mismo.

Alcance del proyecto

El alcance de desarrollo de este proyecto incluye:

- Revisar y proponer mejoras en los procesos de la gestión de costos.
- Diseñar el modelo de gestión de costos haciendo énfasis en el control.
- Crear una guía metodológica para el uso del modelo propuesto.

Fuera del alcance de este proyecto

El alcance de desarrollo de este proyecto no incluye:

- Desarrollo de los procesos de gestión de las áreas de la administración de proyectos distintas a la gestión de costos.
- Creación de herramientas para el desarrollo de procesos de gestión de costos distintos al control de costos.
- Medición de rendimientos de mano de obra.
- Cuantificación de cantidades y elaboración de presupuesto.
- Crear un plan de implementación del modelo.

Limitaciones del proyecto

Dentro de las limitaciones para el desarrollo de este proyecto se encuentran:

- Bases de datos desordenadas y con información desactualizada.
- El tiempo de visita a un proyecto en campo se vio limitado dado que estaba ligado a la disposición y colaboración de la empresa.
- La mayor parte de los proyectos que la empresa se encontraba ejecutando se ubicaban fuera del GAM.
- Gran parte de los colaboradores de la empresa no llenaron el formulario en línea que se envió para la recolección de información.

Marco teórico

Para poder abarcar los objetivos que se establecen en este proyecto es necesario comprender y manejar los conceptos fundamentales de la administración de proyectos y más específicamente de la gestión de costos, para ello se realizó la siguiente investigación bibliográfica.

Conceptos relacionados con la administración de proyectos

Para este proyecto es importante definir ciertos conceptos vitales del área de la administración de proyectos que se estarán utilizando a lo largo de este, ya que, como se menciona más adelante en este documento, la gestión de costos es una de las áreas de conocimiento de la administración de proyectos.

Para una mayor comprensión de los términos es importante iniciar con la descripción de uno de los más básicos, el proyecto. Según (Project Management Institute, 2017) se puede definir como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Analizando esta definición se destaca que los proyectos son esfuerzos temporales, es decir, tienen un inicio y un fin. Durante la aplicación de este esfuerzo temporal, se debe atravesar una serie de fases que este autor define como: ciclo de vida del proyecto. También es importante destacar que el resultado obtenido de un proyecto es único, esto quiere decir que cada uno de ellos posee características distintas.

Ahora bien, para que un proyecto se pueda realizar es necesario utilizar distintos recursos para realizar las tareas que lo componen. Como indica (Gido y Clements, 2012) estos recursos pueden incluir diferentes personas, organizaciones, equipos, materiales e instalaciones. Gran parte de las funciones de la administración de proyectos se encargan de manejar estos recursos de manera que se puedan cumplir e inclusive superar las expectativas del cliente en cuestión de alcance, costo y tiempo. Como se muestra en la figura 1, existe una relación directa entre estos tres aspectos, sin embargo, (Gray y Larson, 2009) menciona que la interrelación entre estos criterios es cambiante, ya que, por ejemplo a veces es necesario comprometer el desempeño y el alcance del proyecto para que este se lleve a cabo con rapidez; y a menor costo.

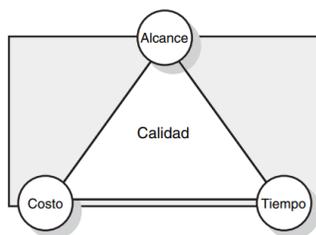


Figura 1. Compensaciones en la administración de proyectos
Fuente: (Gray y Larson, 2009)

Como se menciona anteriormente, el éxito de un proyecto depende de un adecuado manejo

del alcance, costo y tiempo. Por ello, a pesar de que este trabajo se centra principalmente en la gestión del costo, no se puede dejar de lado la gestión del alcance y tiempo.

Gestión del alcance

En todo proyecto de cualquier índole se debe definir el alcance que tendrá este, ya que, esto permitirá tener claro cuales son los productos finales que se deben entregar. Es importante que este alcance esté documentado, para ello existe la herramienta de la estructura de desglose de trabajo conocida comúnmente como EDT por sus siglas, que como menciona (Rivera y Hernández, 2010) es un gráfico jerárquico en el que se plasman las etapas de la metodología a seguir en el proyecto, con un desglose de sus actividades, además se menciona que con la EDT se busca especificar detalladamente todo el trabajo a realizar para lograr los productos deseados. De esta manera se podrá tener un mayor conocimiento de las tareas a realizar y un mejor control durante la fase de ejecución. En la figura 2 se puede apreciar como en una EDT se descomponen y se agrupan de manera jerárquica los paquetes de trabajo dentro de un proyecto.

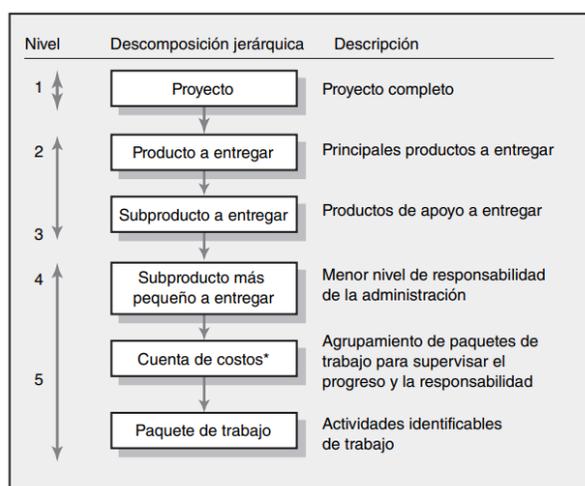


Figura 2. Descomposición jerárquica de la EDT
Fuente: (Gray y Larson, 2009)

Sin una clara definición del alcance de un proyecto no se podría realizar una adecuada gestión del costo, ya que, no estaría claro cuales entregables se deben planificar, presupuestar y tampoco controlar, como indica (Mena, 2020) con el alcance se garantiza al cliente que los entregables cumplen con los requisitos o criterios de aceptación del proyecto, se considera como criterio de aceptación, que se concluya dentro del costo presupuestado para tal entregable o para el proyecto en general.

Gestión del tiempo

Una vez definido el alcance de un proyecto, es necesario conocer cuanto tiempo tardará en realizar cada una de las tareas o actividades que se desglosan en la EDT, para así poder conocer la duración total del proyecto. Para ello, en esta etapa se debe crear un cronograma de trabajo que como mencionan (Rivera y Hernández, 2010) debe permitir en todo momento saber donde se está durante la ejecución del proyecto, como si fuera un mapa. Dentro de las principales herramientas para lograr este objetivo se encuentran:

- Diagrama de Gantt: "Este diagrama es fácil de interpretar pero es difícil de actualizar, puesto que no representa interrelaciones o dependencias entre actividades, programación de costos o recursos" (Chamoun, 2002)
- Método de la ruta crítica: "Este método considera las interrelaciones entre actividades y programación de costos y recursos. Se denomina como ruta crítica a la serie de actividades que determinan la ruta más larga para terminar el proyecto" (Chamoun, 2002).
- Diagrama PERT: "Es un método similar al de la ruta crítica basado en el análisis de las probabilidades. En el PERT, se calcula la duración de cada actividad en forma probabilística, estableciendo la duración mayor, la duración probable y la menor, lo que arroja probabilidades de que el proyecto termine en una fecha determinada" (Chamoun, 2002)

Actualmente, se tienen a disposición distintas herramientas de "software" computacionales capaces de crear y controlar los programas de un proyecto, como se muestra en la figura 3 que incluyen las herramientas que se mencionaron anteriormente: diagrama de Gantt, método de la ruta crítica, diagrama pert, entre, otros. Es fundamental, para la gestión de costos conocer y relacionar el cronograma del proyecto, ya que, este será el que indique como se moverá el costo a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

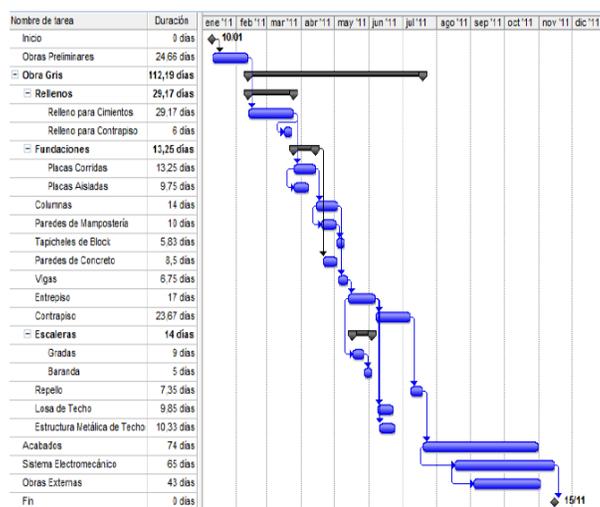


Figura 3. Ejemplo de cronograma con MS Project
Fuente: (Salas, 2010)

Gestión del costo

La gestión de costos según (Project Management Institute, 2017) incluye los procesos de planificación, estimación, determinación del presupuesto y control de los costos del proyecto. Estos procesos se llevan a cabo a lo largo del ciclo de vida del proyecto, el cual se puede subdividir en cuatro etapas: definición, planeación, ejecución y entrega. Para (Gray y Larson, 2009) en la primera etapa se definen las especificaciones del proyecto; se establecen sus objetivos; se integran equipos; se asignan las principales responsabilidades. En la etapa de planeación aumenta el nivel de esfuerzo y se desarrollan planes para determinar qué implicará el proyecto, cuándo se programará, a quién beneficiará, qué nivel de calidad debe mantenerse y cuál será el presupuesto. Mientras que en la etapa de ejecución una gran parte del trabajo del proyecto se realiza tanto en el aspecto físico como en el mental. Se elabora el producto físico (un puente, un informe, un programa de software). Se utilizan las mediciones de tiempo, costo y especificación como medios de control del proyecto. Por último, la etapa de entrega comprende dos actividades: entregar el producto del proyecto al cliente y volver a desplegar los recursos del proyecto. En la figura 4 se muestra gráficamente cómo se comporta el ciclo de vida del proyecto, a través del tiempo, así como los principales entregables por etapa.

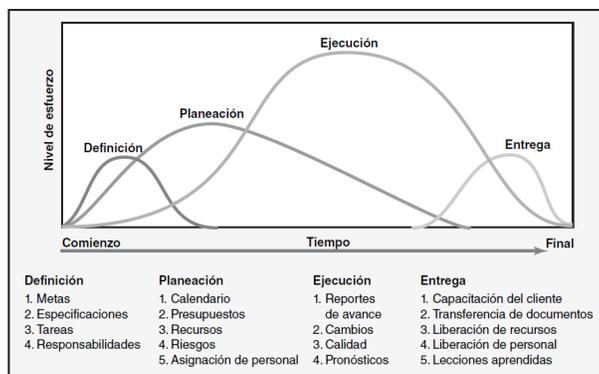


Figura 4. Ciclo de vida de un proyecto.
Fuente: (Gray y Larson, 2009)

Si bien se mencionó que la gestión de costos se debe realizar a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, se puede observar, en la figura 4, como los entregables de la etapa de planeación y ejecución son fundamentales para dicho objetivo. Es por ello por lo que (Project Management Institute, 2017) establece 5 grupos de procesos a lo largo del ciclo de vida del proyecto como se observa en la figura 5.

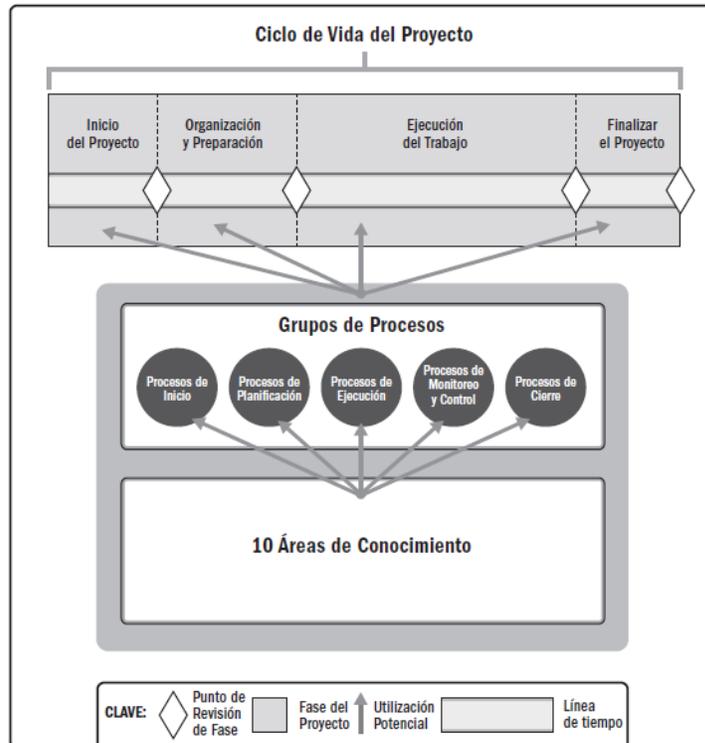


Figura 5. Interrelación entre el ciclo de vida del proyecto y los grupos de procesos.
Fuente: (Project Management Institute, 2017)

A partir de los grupos de procesos que se muestran en la figura anterior queda claro que la gestión de costos comprende tanto el proceso de planificación como el proceso de monitoreo y control. Una vez que se tiene claro este aspecto se procede a definir cada una de las etapas de la gestión de costos.

Planificación de la gestión de costos

“Es el proceso de definir como se han de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionarán los costos del proyecto a lo largo del mismo” (Project Management Institute, 2017). Para la realización de este proceso se debe tomar en cuenta la línea base del alcance del proyecto, la cual se establece en la estructura de trabajo del proyecto (EDT), ya que esta herramienta permite una mejor comprensión del trabajo a realizar para poder asignar o planificar los costos de cada actividad. La planificación de la gestión de costos tiene como objetivo principal el plan de gestión de los costos, el cual debe abarcar las respuestas a una serie de interrogantes tales como:

- ¿Qué nivel de precisión se utilizará?
- ¿Cuál es el nivel de exactitud de las estimaciones de costos?

- ¿Cuáles unidades de medida se utilizarán en el proyecto?
- ¿Cuáles tipos de costos se considerarán (directos, indirectos, fijos, variables, entre otros)?
- ¿Cómo se realizarán los enlaces con los procedimientos dentro de la organización?
- ¿Cuál será la variación del costo permitida antes de tomar medidas en el proyecto?
- ¿Cuál será la técnica empleada para realizar el respectivo control y seguimiento de los costos del proyecto?
- ¿Cuál será el formato en que se deben presentar los informes de costos del proyecto y con qué frecuencia se entregarán?

El plan de gestión de costos debería ser una herramienta robusta que permita y facilite la toma de decisiones en los procesos siguientes.

Estimación de los costos

“Estimar los costos es el proceso de desarrollar una aproximación del costo de los recursos necesarios para completar el trabajo del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que determina los recursos monetarios requeridos para el proyecto” (Project Management Institute, 2017). Por lo general, los costos se dividen en directos, indirectos y administrativos. Dentro de los costos estimados de cada actividad se pueden encontrar diferentes tipos de recursos, como por ejemplo:

- Costos de mano de obra
- Costos de materiales
- Costos de equipo
- Costos de subcontrato
- Costos de instalaciones
- Costos de contingencia
- Costos de administración y utilidad

Para estimar los costos de un proyecto existen diversas técnicas, sin embargo el (Project Management Institute, 2017) menciona las siguientes:

- Estimación análoga: este tipo de estimación se basa en utilizar valores o atributos de un proyecto anterior, que sea similar al que se estimará. Esta técnica es utilizada, principalmente cuando se cuenta con poca información y se necesita brindar una estimación global del proyecto.

- Estimación paramétrica: este tipo de estimación relaciona los datos de proyectos anteriores con otras variables, como por ejemplo; metros cuadrados de construcción. Con esta relación, es posible lograr mayores niveles de exactitud que con la estimación análoga.
- Estimaciones ascendentes: en este tipo de estimación el costo de cada paquete de trabajo o actividad se calcula detalladamente. Una vez que se tiene el costo exacto de cada paquete de trabajo, se acumula cada uno para obtener un valor de reporte.
- Estimaciones basadas en tres valores: este tipo de estimación toma en cuenta la incertidumbre y el riesgo a la hora de estimar los costos, esto se realiza mediante los siguientes tres escenarios: más probable (cM), optimista (cO) y pesimista (cP).

Actualmente para la estimación de costos existen diversos programas o “software” que facilitan este trabajo, sin embargo la mayoría de estos coinciden en un formato que contiene los siguientes datos:

- Unidades de medida
- Cantidades
- Precios unitarios (materiales, mano de obra, equipo y herramientas, subcontratos, entre otros)
- Precios totales
- Peso porcentual por actividad

(Chamoun, 2002) menciona que al desarrollar la estimación de costos es necesario considerar márgenes de error con base en factores que están dentro y fuera del alcance del equipo ejecutor, como los imprevistos que abarcan los factores inherentes a la naturaleza del proyecto y las contingencias para factores ajenos a la naturaleza del proyecto.

Por último, el (Project Management Institute, 2017) menciona que entre los activos de los procesos de la organización que pueden llegar a influir en la estimación de costos, y que por ende serán de gran importancia para este proyecto, se encuentran:

- Políticas de estimación de costos
- Plantillas de estimación de costos
- Información histórica y el repositorio de lecciones aprendidas.

Determinación del presupuesto

“Es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada”. (Project Management Institute, 2017)

La determinación del presupuesto es de suma importancia para la fase de control de costos, ya que, como indica (Blanco, 2016) el presupuesto de un proyecto es la base primordial de un sistema de control de costos, debido a que se debe plasmar la manera de construcción, los materiales, el equipo, las herramientas y el personal idóneo para la ejecución de cada uno de los procesos de la obra. Es muy común confundir los conceptos de presupuesto y estimación de costos, ya que, en proyectos de baja magnitud estos dos procesos se suelen unificar y son realizados por el mismo encargado, sin embargo, (Chamoun, 2002) establece las diferencias entre ambos (ver Cuadro 1)

Cuadro 1. Diferencia entre presupuesto y estimado de costos.

Presupuesto	Monto máximo autorizado para el proyecto, contra el cual mediremos el desempeño de los costos incurridos en la realización del proyecto. -Es lo que tengo disponible para gastar o invertir. -Es lo que puedo llevar a cabo con los medios disponibles.
Estimado de costos	Se utiliza para calcular el costo del proyecto, que servirá como soporte para desarrollar el presupuesto base. Una vez que el estimado de costos sea autorizado, integramos el presupuesto base y no debe alterarse, a menos que existan ordenes de cambio autorizadas. -Es lo que considero que el proyecto puede llegar a costar, en un momento dado.

Fuente: (Chamoun, 2002)

Con la determinación del presupuesto base y el cronograma del proyecto es posible realizar el control de los costos, ya que este presupuesto se puede graficar, para visualizar el comportamiento de los costos a lo largo del tiempo.

Control de los costos

“Controlar los Costos es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios a la línea base de costos” (Project Management Institute, 2017). Es sabido que en el campo de la construcción se presentan diferencias entre lo planeado en la etapa de diseño contra lo gastado en el producto final del proyecto. Estas diferencias se pueden disminuir si se realiza un adecuado control de costos en todas las etapas del proceso constructivo y se usan los resultados como parámetro para mejorar. En otras palabras, el control de costos se puede definir como un proceso de verificación y corrección del programa del proyecto planteado. Según (Gray y Larson, 2009), los pasos de control del proyecto para medir y evaluar el desempeño son los siguientes:

- Establecer un plan de línea base.
- Medir el progreso y el desempeño.
- Comparar el plan con lo tangible.
- Actuar.

Para realizar este proceso de la gestión de costos es de suma importancia haber realizado de manera correcta los procesos previos, ya que como indica (Chamoun, 2002) muchos de los proyectos tradicionalmente no parten de un plan de proyecto integrado contra el cual comparar el desempeño, por lo tanto en estos casos aunque se quiera aplicar un control de los costos del proyecto los resultados no serán confiables o veraces. Uno de los principales retos para realizar un adecuado control de costos es obtener un sistema o modelo para recabar de manera oportuna y periódica los datos sobre los costos reales en los que se está incurriendo. Para ello (Coghi y Álvarez, 2002) mencionan que es necesario buscar un procedimiento y una herramienta que sea eficaz, eficiente y segura y que además, no requiera de mucha capacitación y tenga un bajo costo.

Los sistemas o modelos de control de costos se deben realizar y ajustar conforme a las características y necesidades propias de cada empresa. En el curso de control de costos de la Escuela de Ingeniería en Construcción el profesor (Artavia, 2020) menciona que para un sistema de control de costos se deben tomar en cuenta aspectos previos tales como; condiciones financieras claras, condiciones de plazo, metodología para trámites y la forma de entrega de las obras.

Para la creación de un modelo de control de costos se deben establecer cuales son los datos de entrada necesarios para el correcto funcionamiento y por ende cuales serán sus salidas. Tomando como ejemplo proyectos de graduación sobre el diseño de modelos de control de costos, (Devandas, 2007) y (Ramírez, 2008) establecen como los principales registros de datos de entrada los siguientes:

- Datos generales del proyecto
- Programación del proyecto
- Porcentaje de avance semanal
- Costos reales
- Cobros efectivos
- Registro de órdenes de cambio

Con la información que se obtiene de la línea base de costos y el sistema de control de costos es posible emplear una de las principales herramientas para medir el progreso y el desempeño como lo es la técnica de valor ganado (EVA) con el fin de poder comparar el plan con lo tangible . “El análisis del valor ganado compara la línea base para la medición del desempeño con respecto al desempeño real del cronograma y del costo. El EVM integra la línea base del alcance con la línea base de costos y la línea base del cronograma para generar la línea base para la medición del desempeño.” (Project Management Institute, 2017)

Como se puede observar en la figura 6 esta herramienta compara tres líneas:

- Valor planificado (PV): es el presupuesto base que se autoriza en la etapa previa.
- Valor ganado (EV): se refiere a la cantidad de trabajo realizado en un proyecto.

- Costo real (AC): muestra los costos incurridos por la realización del trabajo hecho en el proyecto.

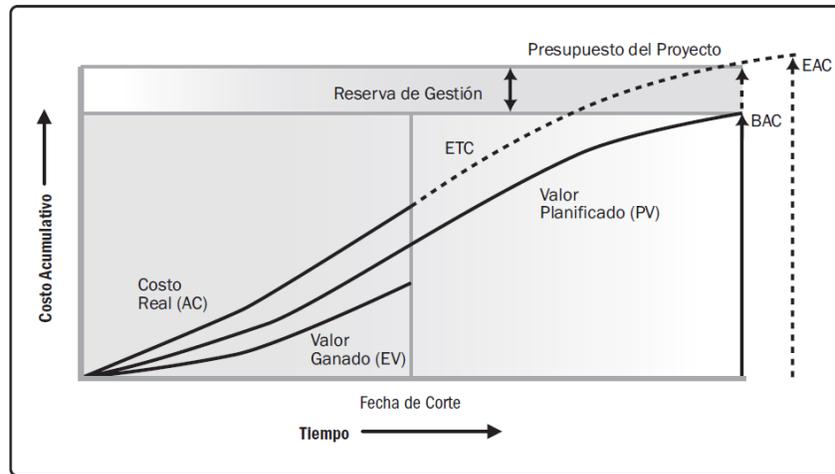


Figura 6. Valor Ganado, Valor Planificado y Costos Reales.
Fuente: (Project Management Institute, 2017)

Al graficar estas tres líneas mencionadas anteriormente se obtienen ciertos criterios que brindan información sobre el estado actual del proyecto, dentro de ellos se encuentra la varianza del costo (CV) la cuál es fundamental porque indica la relación entre el desempeño real y los costos incurridos, varianza del programa (SV) la cual indicará si el proyecto se encuentra retrasado o adelantado, según lo planificado. En la figura 7 (Gray y Larson, 2009) muestra la interpretación de signo que se debe realizar en el gráfico de valor ganado, donde sí el CV es menor que 0 el proyecto está costando más de lo presupuestado, sí es mayor que 1 el proyecto está costando menos de lo presupuestado, mientras que sí el SV es menor que 0 el ritmo del proyecto es más lento que el planificado y si es mayor que 0 el ritmo de proyecto es más rápido que el planificado.

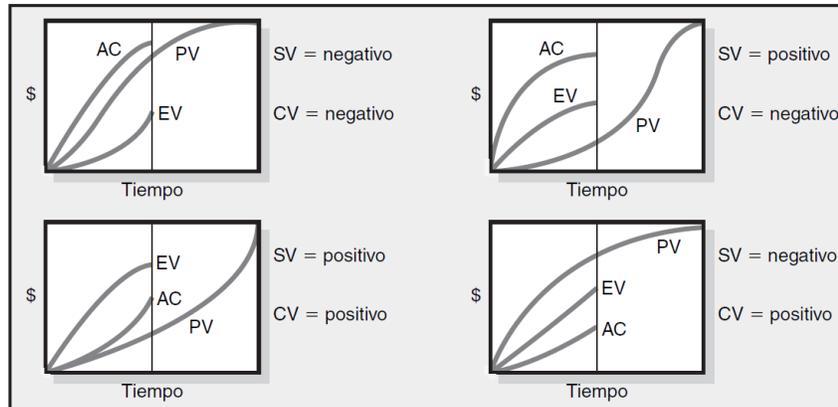


Figura 7. Interpretación de los criterios principales del valor ganado.
Fuente: (Gray y Larson, 2009)

Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta esencial para el estudio de una empresa, como lo menciona (Leiva, 2016) es una herramienta de planificación estratégica, diseñada para realizar un análisis interno (Fortalezas y Debilidades) y externo (Oportunidades y Amenazas) en la empresa. El nombre FODA proviene de las siglas de cada uno de los componentes de esta herramienta, los cuales son los siguientes:

- **Fortalezas:** "los atributos o destrezas que una industria o empresa contiene para alcanzar los objetivos" (Leiva, 2016).
- **Oportunidades:** "lo que es perjudicial o factores desfavorables para la ejecución del objetivo" (Leiva, 2016).
- **Debilidades:** "las condiciones externas, lo que está a la vista por todos o la popularidad y competitividad que tenga la industria u organización útiles para alcanzar el objetivo" (Leiva, 2016).
- **Amenazas:** "lo perjudicial, lo que amenaza la supervivencia de la industria o empresa que se encuentran externamente, las cuales, pudieran convertirse en oportunidades, para alcanzar el objetivo" (Leiva, 2016).

Por lo general, el análisis FODA se realiza mediante una matriz dividida en cuatro cuadrantes correspondientes a cada uno de los componentes que se mencionaron anteriormente.

Metodología

En este capítulo se expone el método de trabajo utilizado para el desarrollo de este proyecto. Dicho método se compone de la definición del tipo de investigación que se llevó a cabo, las fuentes de información del proyecto, así como las técnicas y herramientas de recolección de datos.

Para desarrollar este proyecto se planteó una metodología que contempla una serie de actividades establecidas de manera estratégica para cumplir con los objetivos específicos propuestos, que a su vez responden al objetivo general de este proyecto que consiste en proponer mejoras al modelo actual de gestión de costos de la empresa PRODEYCO.

Tipo de investigación

Para este proyecto se utilizó una investigación mixta, la investigación cualitativa para la recolección y el análisis de la información y que a su vez dan inicio a la investigación cuantitativa, la cual se encargó de la medición numérica para la creación e implementación de la herramienta de control de costos propuesta, esto con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías como menciona (Sampieri, 2014).

Por otro lado, (Sampieri, 2014) menciona que dentro de la investigación cuantitativa se puede realizar una investigación aplicada o práctica, para fines de este proyecto es la que mejor se adecua, ya que, esta se caracteriza por buscar la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación.

Fuentes de información

Con respecto a las fuentes de información utilizadas para el desarrollo de este proyecto, las podemos dividir en dos grupos: fuentes bibliográficas tales como libros, artículos, proyectos de graduación, webinars y fuentes experimentales que hacen referencia a aquellas personas con conocimientos sobre el tema a tratar en este proyecto y con las que se pudo interactuar de distintas formas.

Técnicas y herramientas de recolección de datos

Revisión documental

Esta técnica se basó en la búsqueda de fuentes bibliográficas que aportaran información relevante, para la realización de este proyecto. Para ello, primero se realizó una base de datos con los libros, artículos, proyectos de graduación, entre otros, que estuvieran relacionados con la administración de proyectos. Sin embargo, fue necesario simplificar esta base de datos con aquellos documentos que se adaptaran y aportaran a la conclusión de los objetivos de este proyecto.

Entrevistas personales

La entrevista consiste, en una conversación entre dos o más personas, está basada en una serie de preguntas o afirmaciones planteadas por el entrevistador, y a las que la persona entrevistada debe dar su respuesta u opinión.. Esta herramienta se utilizó principalmente con el fin de recabar información sobre el estado actual de la empresa PRODEYCO, ya que, se contó con la facilidad para este proyecto de tener contacto directo o personal con la gran mayoría de trabajadores de la empresa. Tal como Sampieri, 2014 sugiere entrevistar a actores clave que se relacionen con la problemática, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los encargados del área administrativa, presupuesto y contrataciones.

Entrevistas por videollamada

La entrevista por videollamada se basa en los mismo principios que las entrevistas personales, sin embargo, esta se lleva acabo mediante una herramienta digital, como por ejemplo, Zoom, MS Teams, Google Meet, Skýpe, entre otros. El uso de esta técnica y herramienta digital fue de vital importancia para la investigación de las buenas prácticas y documentación en cuanto a modelos de gestión de costos que se utilizan en otras empresas constructoras. Mediante esta técnica se tuvo la oportunidad de entrevistar a ingenieros de distintas empresas, tales como; Edica S.A, Proyza y Volio y Trejos.

Encuestas online

La encuesta es un instrumento utilizado para recolectar información, que puede ser tanto cualitativa como cuantitativa a un grupo o población que se quiera estudiar. Para realizar una encuesta es necesario crear un cuestionario o un formulario como es el caso de este proyecto. Esta técnica se utilizó mediante la creación de un formulario en la herramienta Google Forms, la cuál se compone de una serie de preguntas tanto de selección única, selección múltiple así como preguntas abiertas, y que fue compartida mediante correo electrónico principalmente con los colaboradores que se encontraban en campo.

Juicio de expertos

El juicio de expertos se puede definir como la recolección de información mediante una opinión informada de profesionales con trayectoria en el tema que se está investigando y que por lo tanto pueden brindar información, evidencia, juicios y valoraciones desde su experiencia y conocimiento. Dentro de esta técnica se consideraron los ingenieros de la empresa, así como ingenieros externos que brindaron su ayuda y conocimiento además de la opinión del profesor guía.

Resultados

En esta sección se presentan los resultados que fueron obtenidos a través del desarrollo de este proyecto de graduación.

Estado actual de la empresa PRODEYCO S.A

Para el desarrollo de este proyecto se planteó como primer objetivo analizar la metodología de gestión de costos usada en la empresa actualmente, se realizaron varios procedimientos que se muestran a continuación de los cuales se pudo obtener y documentar la información que se presenta en este capítulo. Con la información recopilada se logró definir y entender la situación actual de la empresa con respecto a la gestión de costos, también quienes son las y los encargados de planificar y ejecutar dichos costos.

Estructura organizacional de la empresa

Este apartado permitió visualizar como está constituida la empresa en sus respectivos departamentos, para así identificar cuales de ellos se relacionan con la gestión de los costos y comprender cuales son sus funciones y de qué manera operan. Otro aspecto importante que se logró obtener mediante la estructura organizacional son los canales de comunicación que se emplean entre departamentos, es decir, como se lleva a cabo el trabajo en conjunto.

A continuación en la figura 8 se muestra el organigrama general de la empresa constructora PRODEYCO.

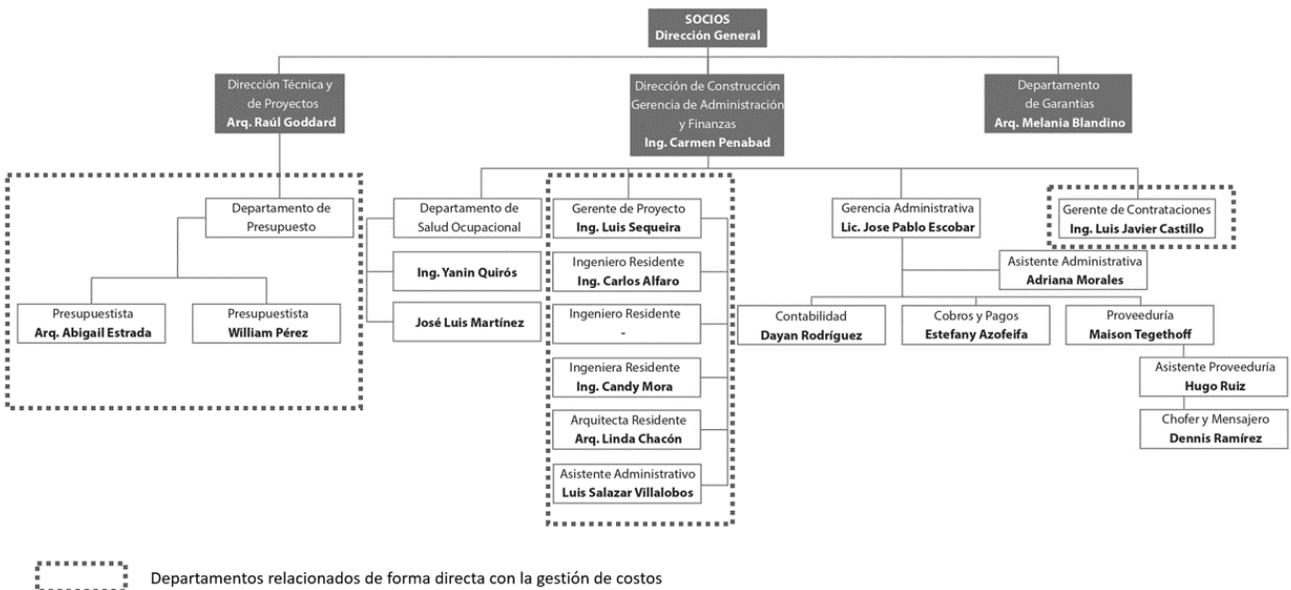


Figura 8. Organigrama general de la empresa PRODEYCO
Fuente: (PRODEYCO S.A)

Del organigrama se puede observar que la dirección general de la empresa está a cargo de los socios de la empresa y está dividida en tres grandes áreas:

- Dirección Técnica y de Proyectos
- Dirección de Construcción
- Departamento de Garantías

En las áreas mencionadas anteriormente se subdividen diferentes departamentos y gerencias, en el siguiente apartado se aborda el alcance y la función de cada uno de ellos.

Alcance y función de los departamentos

Con el fin de identificar los puestos dentro de la empresa que están ligados a la gestión de costos, se realizó un análisis del alcance y las funciones de cada uno de ellos, la información que se muestra a continuación fue brindada por la empresa y recopilada mediante sondeos.

- Gerencia Administrativa:

Este departamento es el responsable de planificar, dirigir, coordinar y controlar la gestión administrativa y financiera de Prodeyco, debe garantizar el adecuado funcionamiento de las áreas que tiene a su cargo: Finanzas, Administración, Proveeduría y Recursos Humanos. Además debe velar porque el área a su cargo asuma el compromiso de apoyar

y asistir a la Dirección Técnica y de Proyectos. Algunas de las funciones específicas de este departamento son:

1. Responsable de mantener un flujo de caja equilibrado, realizando una eficiente gestión de cobro y pago.
2. Asegurarse del cumplimiento de las leyes laborales y tributarias, de seguridad social, contratación de seguros, compromisos contractuales, seguridad ocupacional y procedimientos internos.

- Contabilidad:

Este departamento es el responsable de la planificación, organización y coordinación de todas las tareas relacionadas con el área contable, con el objetivo de entregar oportunamente los Informes, Declaraciones y Estados Financieros requeridos por la organización y los diferentes Organismos Gubernamentales. Algunas de las funciones específicas de este departamento son:

1. Proveer información contable oportuna y certera de forma tal que la contabilidad sea una herramienta importante en la toma de decisiones de la Dirección General de Prodeyco.
2. Coordinar, supervisar y controlar las labores realizadas por sus reportes directos: cobros y pagos, asistente administrativa, proveeduría, chofer y mensajero

- Ingeniería:

Este departamento está constituido principalmente por los ingenieros residentes en obra, los cuales tienen como función darle seguimiento diario al cronograma de la obra y supervisar la calidad de los trabajos. Además deben colaborar durante la ejecución completa del proyecto y ayudar al director o gerente de forma tal que la obra esté totalmente equipada desde el punto de vista legal, municipal, contractual, mano de obra, maquinaria e insumos. Los encargados de este departamento tienen diversas funciones y responsabilidades en las diferentes etapas del proyecto, dentro de las cuales destacan:

1. De acuerdo con las especificaciones del proyecto, elaborar un cronograma de actividades.
2. Realizar tablas comparativas de los subcontratistas con el objetivo de que el gerente o director tome la decisión final.
3. Programar y coordinar necesidades de concreto de forma diaria.
4. Monitorear cumplimiento de Diagrama de Gantt.
5. Planificar todos los recursos necesarios de forma tal que estén en el proyecto en el momento requerido de manera coordinada con el maestro de obras.
6. Responsable de la calidad de la obra completa: Revisar que el acero corresponda al plano estructural, solicitar las muestras de concreto a un laboratorio certificado, revisar trazos y plomos, revisar que la instalación electromecánica sea correcta.

7. Llevar control de costos de la obra. Dirigir reuniones semanales con subcontratistas y maestro de obra, con el objetivo de evaluar la semana anterior, tomar acciones correctivas y programar las siguientes actividades. Se debe evaluar la seguridad ocupacional.
8. En caso de no contar con gerente de proyecto, preparar mensualmente el reporte de costo y avance para fines internos.
9. Participar en reuniones periódicas con el fin de analizar ejecución del presupuesto y determinar acciones en caso de ser necesario.
10. En caso de no contar con bodeguero, será responsable de realizar la solicitud de materiales a proveeduría.

- Cobros y pagos:

Este departamento es el responsable de registrar en el sistema contable todo documento y comprobante de forma oportuna y correcta. Mantener información contable y archivos físicos y digitales actualizados, promoviendo el orden y organización de la información y documentación. Además debe cerciorarse del cumplimiento de la normativa legal, tributaria, regulaciones de la CCSS, del INS; y procedimientos internos de la organización.

- Proveeduría:

Este departamento es el responsable de cotizar, comparar y evaluar la mejor alternativa con el objetivo de adquirir los insumos necesarios, para que la empresa funcione de manera adecuada. Además es el responsable de suplir los proyectos de construcción en el momento oportuno, la cantidad y calidad de materiales requeridos, a un precio justo y competitivo. La gestión de este puesto debe asegurar que todos los insumos, bienes y servicios necesarios para la operación del negocio se adquieran y se encuentren a tiempo donde son requeridos.

- Presupuestos:

Este departamento es el encargado de preparar con la mayor precisión posible el presupuesto de cada proyecto. Una vez finalizado el proyecto, y en caso de ser necesario es informado de las desviaciones y posibilidades de mejora. Sus principales funciones y responsabilidades se encuentran en la etapa de anteproyecto, dentro de las cuales se encuentran:

1. Planificar y evaluar las actividades de un proyecto.
2. Efectuar cálculos para determinar los costos del proyecto según especificaciones y el plano impreso.
3. Investigar los costos de mano de obra, materiales y equipos en el mercado según especificaciones.
4. Buscar las mejores alternativas en insumos que cumplan con las especificaciones del proyecto y con la mejor relación precio, calidad y tiempo de entrega. Realizar recomendaciones adecuadas.

5. Preparación y elaboración del presupuesto final del proyecto.
6. Preparar presupuestos de obras civiles para licitaciones públicas, concursos y solicitudes de precios.

Formulario aplicado a colaboradores de la empresa

Tal como se menciona en la metodología de este proyecto, una de las herramientas que se utilizó para recolectar la información de la empresa fue la aplicación de un formulario en línea, a los colaboradores que se relacionaban con la gestión de costos. Este formulario que se encuentra completo en la sección de anexos, tenía como principal objetivo determinar el nivel de conocimiento de los colaboradores con respecto a la gestión de costos y su aplicación dentro de la empresa. Debido a esto se prefirió aplicar el formulario únicamente a los colaboradores que están involucrados en alguno de los procesos de la gestión de costos, ya que, por ejemplo el área contable no tendría mucho conocimiento sobre como se lleva a cabo un presupuesto o bien el control de costos de un proyecto de construcción, por lo cual la información no sería de gran utilidad para este proyecto. Por otra parte, se decidió utilizar una combinación entre preguntas cerradas y abiertas, donde cada tipo de pregunta tiene un objetivo distinto, por ejemplo, las preguntas cerradas se utilizaron principalmente para delimitar a la población en estudio en distintos aspectos que se explican más adelante, mientras que las preguntas abiertas fueron utilizadas para la recolección de información y opinión de los colaboradores participantes. A continuación se presentan los resultados más relevantes que se obtuvieron de la aplicación del formulario:

• ¿En cuál departamento se desempeña?

Para la primer pregunta se consultó en cuál departamento se desempeñan, ya que, el formulario fue enviado a diferentes profesionales de distintos departamentos dentro de la empresa y se quería conocer el área de conocimiento de la población en estudio. Los resultados a esta pregunta se encuentran en la figura 9.

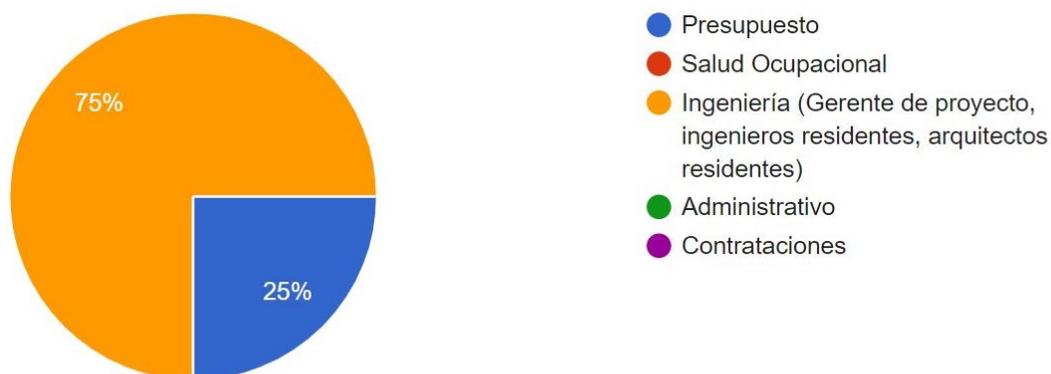


Figura 9. Resultados acerca del departamento en que se desempeñan los encuestados

Fuente: Elaboración propia

“Software”: Google Forms

• ¿Había escuchado anteriormente sobre la gestión de costos en los proyectos?

Dentro del formulario aplicado se brindó una definición general de la gestión de costos y los procesos que lo componen. Por lo tanto, se quería conocer si la población en estudio tenía conocimiento previo sobre esta área de conocimiento de la gestión de proyectos. Como se muestra en la figura 10 se obtuvo como resultado que el 100 % de los encuestados habían escuchado anteriormente sobre la gestión de costos.

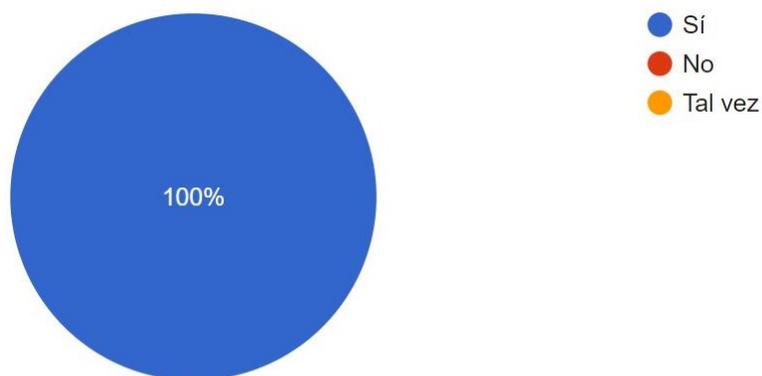


Figura 10. Resultados acerca del conocimiento previo de la gestión de costos

Fuente: Elaboración propia
 “Software”: Google Forms

- **¿Conoce si la empresa tiene establecidos procedimientos estandarizados para llevar a cabo la gestión de costos? y de ser así ¿cree usted que se realiza una adecuada gestión de costos en la empresa?**

Con esta pregunta se pretendía iniciar con la recolección de información sobre el modelo de gestión de costos utilizado en la empresa actualmente, para ello era fundamental consultar si existían procedimientos estandarizados para llevar a cabo este proceso y además conocer la opinión de los colaboradores sobre la aplicación de estos procedimientos. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados acerca del conocimiento de procedimientos estándar para el control de costos dentro de la empresa.

Involucrado 1	Sería ideal que el ingeniero a cargo del proyecto se involucre en la gestión de costos desde la creación del presupuesto.
Involucrado 2	Si, pero muy por encima
Involucrado 3	Si, me parece que falta un poco más que aunque la información la maneje 1 sola persona práctica debería haber mayor apertura desde el inicio previo al inicio de una obra y así saber con que costos cuenta uno.
Involucrado 4	Si! En algunos Proyectos

- **¿A cuál de las fases de la gestión de costos (planificación, estimación de costos, presupuesto y control) cree usted que se le da mayor y menor importancia en la empresa? Justifique respuesta.**

El objetivo de esta pregunta se basa en conocer cuál de las fases de la gestión de costos tiene mayor y menor relevancia dentro de la empresa según el criterio de sus propios colaboradores, ya que, esto refleja un mejor panorama de las fortalezas y debilidades que poseen. Además, la pregunta sirve para ratificar el concepto que tienen sobre la gestión de costos, ya que, en las preguntas anteriores se pudo haber ocultado información o no haber existido claridad sobre lo que se consultaba. Los resultados se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados acerca de la importancia de las fases de la gestión de costos dentro de la empresa

Involucrado 1	Mayor: Control / Menor: Planificación
Involucrado 2	Mayor a presupuestos menor a control, el día a día no va de la mano con el presupuesto en la mayoría de proyectos
Involucrado 3	Presupuesto y control, que la plata alcance básicamente.
Involucrado 4	Mayor: Presupuesto / Menor: Control

- **¿Se utiliza alguna herramienta, plantilla o formato estándar para llevar el control de los cambios en el alcance de los proyectos (órdenes de cambio)? ¿Cómo es el flujo de trabajo al que se someten dichas órdenes de cambio?**

Un aspecto importante dentro de la gestión de costos es el control de las órdenes de cambio, por lo tanto, se quiso consultar a los colaboradores sobre las herramientas, plantillas o formato estándar que utilizan para realizar dichas órdenes de cambio, y acerca de cuál es el flujo de trabajo al que se someten, es decir, quien se encarga de realizarlas y de aprobarlas. Los resultados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados acerca del conocimiento de herramientas, plantillas o formatos estándar para llevar el control de cambios dentro de la empresa.

Involucrado 1	Procore
Involucrado 2	Si
Involucrado 3	Si, pero sólo una persona la maneja generalmente "soilo" LJ y cuesta tener una información ya que el anda en todo y cuesta mucho la comunicación.
Involucrado 4	Procore. Flujo de trabajo pre-establecido

- **¿Durante la ejecución de los proyectos se realiza un control y monitoreo de los costos, gastos, flujos de efectivo y recursos del proyecto para gestionar los cambios a la línea base del presupuesto?**

Por otra parte, este proyecto se enfoca en el control de costos, por lo tanto, es de suma importancia conocer si en la empresa se realiza dicho proceso, para ello se consultó si durante la ejecución de los proyectos se realiza un control y monitoreo de los costos, gastos, flujo de efectivo y recursos para realizar los cambios respectivos a línea de base del presupuesto. Estos resultados se pueden observar en la figura 11.

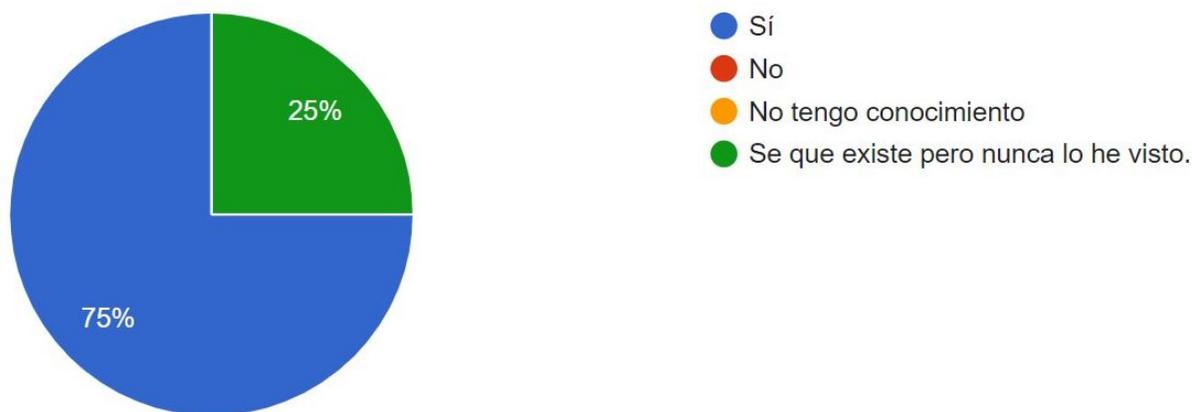


Figura 11. Resultados acerca de los cambios a la línea base del presupuesto

Fuente: Elaboración propia
 "Software": Google Forms

• **¿Actualmente en la empresa cómo se realiza el control de los costos?**

Como uno de los principales objetivos del formulario está el recopilar información sobre como se lleva acabo la gestión de costos, por lo tanto, fue necesario consultar cómo se lleva acabo actualmente el control de costos en la empresa. Los resultados se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Resultados acerca de como se realiza el control de costos dentro de la empresa

Involucrado 1	Si
Involucrado 2	Cada ingeniero lo lleva de forma distinta y apegándose mas a un estándar que maneje el cliente final
Involucrado 3	Una tabla
Involucrado 4	Excel

• **¿Cuáles herramientas ha utilizado para llevar el control y monitoreo de los costos en un proyecto?**

Teniendo en cuenta que este proyecto se plantea como uno de sus objetivos, diseñar un modelo de gestión de costos con énfasis en el control, es importante conocer cuales herramientas o "software" han utilizado anteriormente los colaboradores de la empresa. En

esta pregunta se establecieron de manera predeterminada algunos programas computacionales utilizados generalmente para estas tareas, pero también se les dio la oportunidad de agregar algún otro programa. Sin embargo, como se muestra en la figura 12, la mayor parte de la población encuestada seleccionó los mismos programas.

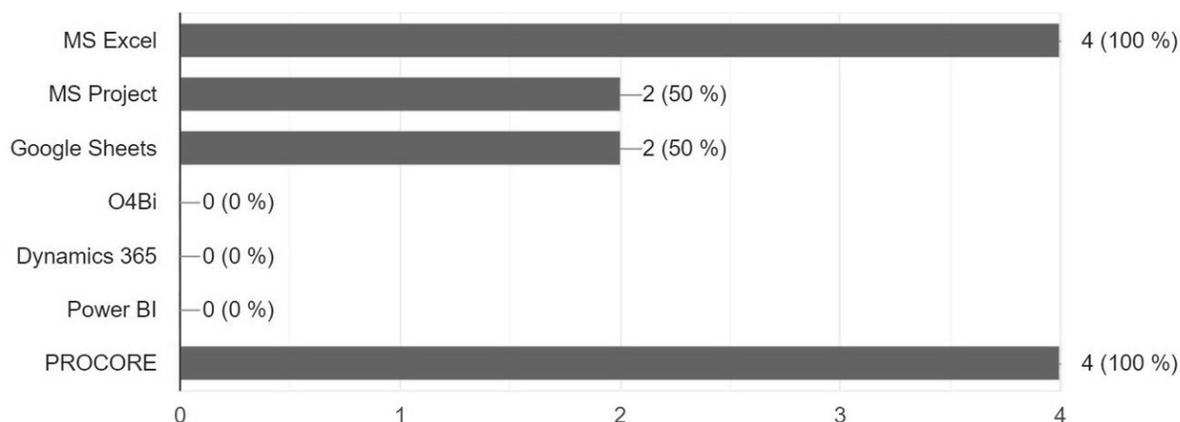


Figura 12. Resultados acerca de cuales herramientas se utilizan para llevar el control de costos dentro de la empresa

Fuente: Elaboración propia
 "Software": Google Forms

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

Es importante conocer cuales problemas tiene la empresa para realizar un control de costos adecuado desde la perspectiva de sus propios colaboradores, ya que, esto puede brindar un panorama más claro de donde se encuentran dentro de este proceso. Estos resultados se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Resultados acerca de los problemas presentes en la empresa a la hora de realizar el control de costos

Involucrado 1	El ajustar el control al presupuesto inicial.
Involucrado 2	Que solo 1 persona lo maneja LJ.
Involucrado 3	Disciplina y la constancia
Involucrado 4	-

• **¿Qué oportunidades cree usted que tiene la empresa para mejorar el proceso de control de costos?**

Al igual que la pregunta anterior, es importante también conocer las oportunidades que los colaboradores creen que puede tener la empresa para mejorar el procesos de control de costos. Los resultados de esta pregunta se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados acerca de las oportunidades que podría tener la empresa dentro del proceso de control de costos

Involucrado 1	Mejorando la comunicación entre el departamento de presupuestos con el de Ingeniería
Involucrado 2	En mi caso me gustaría aprender ya a llevar esto.
Involucrado 3	Un informe mensual de avance y costos para garantizar el status de todos los proyectos
Involucrado 4	-

- **¿Cuáles costos cree usted que se deberían controlar?**

Esta pregunta nace por la necesidad de conocer cuales costos se deberían empezar o controlar o bien mejorar el control que ya se realiza desde la perspectiva de los colaboradores que se desempeñan diariamente y cuentan con la experiencia de proyectos anteriores. Los resultados se pueden observar en la figura 13.

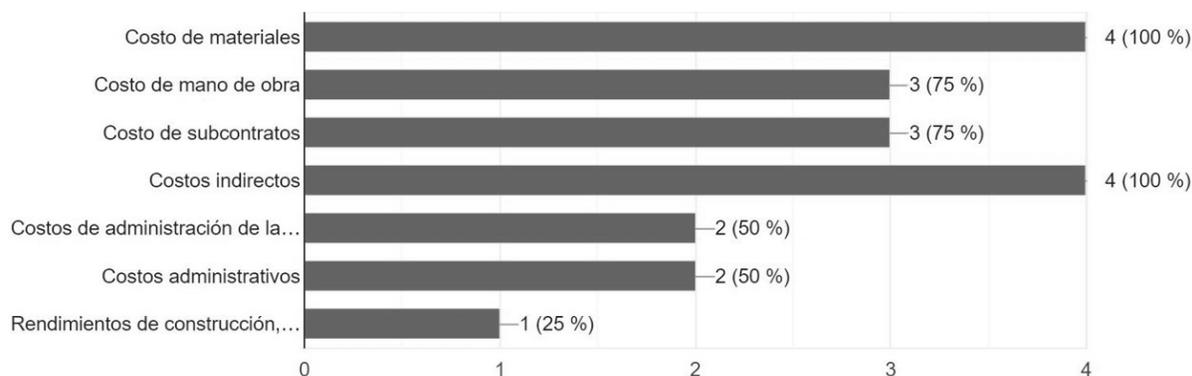


Figura 13. Resultados acerca de los costos que se deberían controlar dentro de la empresa
Fuente: (elaboración propia)

- **¿Se realiza un registro de lecciones aprendidas durante los proyectos para mejorar el desempeño en la gestión de los costos para proyectos futuros?**

Para efectos de este proyecto es importante conocer si la empresa tiene un registro o base de datos con las lecciones aprendidas de proyectos anteriores, ya que, esta acción podría beneficiar la gestión de costos en los proyectos nuevos. Los resultados se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Resultados acerca de la realización de lecciones aprendidas dentro de la empresa

Involucrado 1	No y me parece demasiado necesario
Involucrado 2	No
Involucrado 3	No lo sé, pero si espero y quiero que se realice
Involucrado 4	Pocas veces

- **¿Cuáles considera usted que son las buenas prácticas que realiza la empresa para una adecuada gestión de costos?**

Por último, se decidió realizar esta pregunta, ya que, es importante conocer cuales son las buenas prácticas que se realizan en la empresa desde el punto de vista de los propios colaboradores. Estos resultados se muestran en el cuadro 9.

Cuadro 9. Resultados acerca de las buenas prácticas que se realizan dentro de la empresa

Involucrado 1	El guardar todo en una nube con acceso en ingeniería para una retroalimentación propia
Involucrado 2	No lo sé.
Involucrado 3	El Control contable, ayuda a medir los pagos y que nada se salga de la orbita del proyecto.
Involucrado 4	-

Resultados entrevistas personales

Otra de las herramientas que se utilizó para investigar sobre la metodología empleada para la gestión de costos en la empresa fue realizar entrevistas personales semidirigidas. A través de estas entrevistas, se busca evacuar aquellas dudas que surgen de los formularios en línea, ya que, por su naturaleza, se dificulta obtener respuestas complejas.

Para este caso se tenía acceso al Gerente de contrataciones: el ingeniero Luis Javier Castillo, quién además de encargarse del proceso de contratación, es parte fundamental de la gestión de los costos en la organización.

Al ingeniero Luis Javier Castillo, se le consultó acerca de los procedimientos estandarizados para llevar a cabo la gestión de costos en la empresa. El Ing. Castillo menciona que el primer paso que ellos realizan al momento en que llega un proyecto es coordinar la gestión del presupuesto, el cual se divide en dos etapas; cuantificación y medición a cargo del jefe de presupuesto donde él se encarga de asignar costos de obra gris y otros materiales que se tienen de referencia, y al mismo tiempo se envía a cotizar todo lo que es con subcontratistas (electromecánico, aire acondicionado, ventanearía, entre otros) para tener precios de referencia. Con esta información, el encargado de presupuesto monta la tabla de pagos para después realizar sesiones de trabajo donde se reúne con alguno o varios de los socios, para revisar el presupuesto e incluir los costos indirectos del proyecto y así realizar un análisis de los costos por metro cuadrado obtenidos. Una vez que se realiza este análisis y se aprueba el presupuesto se envía la oferta al cliente, este presupuesto se denomina: "presupuesto base".

Por otra parte, una vez que el proyecto es adjudicado el Ing. Castillo menciona que llevan a cabo la gestión de compras y asignación de costos, donde se realiza una reclasificación del presupuesto con base en las cuentas contables de la oficina, además menciona que dependiendo de la diferencia de tiempo entre los inicios de la obra y la realización del presupuesto se debe realizar una recotización de materiales para asegurarse que estén en stock o disponibles; y que los precios no hayan variado. También menciona que a partir de este punto se inician las compras grandes y aperturas de subcontratos siempre con base en el presupuesto, las cuales son gestionadas por él únicamente en los proyectos que la empresa cataloga como grandes y en los proyectos pequeños lo gestiona el ingeniero residente a cargo.

En relación con la etapa de control de costos, el Ing. Castillo menciona que cuenta con hojas de excel para llevar el control de materiales como concreto y acero, además de la mano de obra, sin embargo, estas hojas electrónicas no se usan a menos que él esté en el proyecto, de ahí la importancia de realizar una estandarización mediante herramientas para que cualquier ingeniero de la empresa pueda llevar dicho control y no dependa únicamente de él. Además, el Ing. Castillo, menciona que para él los cuatro puntos más volátiles en un proyecto son: el concreto, acero, mano de obra y manejo de subcontratos; y por ser él la persona encargada, esto se llega a controlar en la empresa.

Por último, se le consultó al Ing. Castillo acerca del manejo y flujo de las órdenes de cambio y como estas modifican el presupuesto base, por lo que él menciona que la revisión de los cambios le corresponde al ingeniero en sitio así como la creación del documento que respalda esta orden de cambio, pero en los proyectos grandes estas órdenes de cambio, deben pasar por él para su aprobación y presentación al cliente, una vez que ambas partes aceptan la orden de

cambio se realiza el registro de la misma en un documento en Excel establecido para órdenes de cambio, donde tienen un apartado para el presupuesto inicial y para el presupuesto actualizado. Otro aspecto importante que menciona el Ing. Castillo es que en el proyecto Botanika que se está ejecutando en estos momentos, se está implementando por primera vez, el manejo de las órdenes de compras y órdenes de cambio, por medio de la plataforma Procore.

Revisión de documentación de la empresa

Como parte de la revisión documental de la empresa, se tuvo acceso a algunas de las carpetas compartidas que manejan a través de la plataforma Google Drive. Una de estas carpetas es la de 'PROYECTOS', en dicha carpeta se agregan aquellos proyectos que la empresa se ha adjudicado y están pronto a iniciar, dentro de cada carpeta se crean de manera estandarizada para todos los proyectos una serie de subcarpetas que se pueden observar en la figura 14, que contienen los documentos del proyecto.



Figura 14. Documentos del proyecto

Fuente: Elaboración propia

“Software” : MS Visio

Sin embargo, a pesar de que la empresa cuenta con un formato estándar de los documentos que se deberían manejar, no en todos los proyectos se utiliza de la misma forma, o bien en algunos proyectos hay carpetas que no se utilizan.

Para realizar una adecuada revisión de estos documentos, fue importante determinar los tipos de proyectos que manejaba la empresa en ese momento. Como resultado se obtuvo que la empresa PRODEYCO maneja principalmente tres tipos de proyectos: remodelaciones, casas de habitación y edificios habitacionales. A partir de esta clasificación se procedió a verificar el uso que se le da a cada una de las carpetas, según el tipo de proyecto. Los resultados se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10. Formato estándar de documentos utilizados según el tipo de proyecto

Documentos del proyecto	Tipo de proyecto		
	Remodelación	Casa habitacional	Edificio habitacional
Planos y aclaraciones	X	X	X
Trámites	X	X	X
Documentos contraactuales	X	X	X
Estrategia constructiva			X
Presupuesto	X	X	X
Cronograma		X	X
Control de materiales			X
Control de mano de obra			X
Control de calidad			X
Agendas y minutas			
Informes			
Reportes de revisión			
Cotizaciones		X	X
Subcontratos		X	X
Tablas de pago		X	X
Administración del proyecto	X	X	X
Fotografías			X
Seguridad ocupacional			X
Cierre de proyecto			X

Además, mediante la revisión efectuada se comprobó que a pesar de manejar un directorio estándar, el contenido de cada carpeta varía según el tipo de proyecto o como se consultó dentro de la empresa, varía según el ingeniero que esté a cargo del proyecto. Por último, se realizó una revisión más minuciosa en las carpetas de presupuesto, control de materiales, control de mano de obra, cotizaciones, subcontratos y tablas de pago, ya que, estas son las que en teoría están más relacionadas con la gestión de costos y se pudo observar en diferentes proyectos, que no todas manejan la misma información o plantillas estándar, e inclusive no se maneja el mismo orden.

Gestión de costos actual

Con los resultados obtenidos en la descripción del alcance y función de los departamentos de la empresa, formularios aplicados, entrevistas personales, revisión de la documentación de la empresa, así como el conocimiento que se adquirió al participar en muchos de los procesos que realiza la empresa, fue posible visualizar y entender la metodología de gestión de costos que emplea actualmente la empresa constructora PRODEYCO.

De esta manera se realizó un diagrama de flujo como se muestra en la figura 15, que muestra de manera general los principales procesos que se llevan a cabo en la gestión de costos. Una vez que se identificó el flujo general de procesos fue posible detallar cada uno de los procesos de manera individual como se muestra en los siguientes apartados.

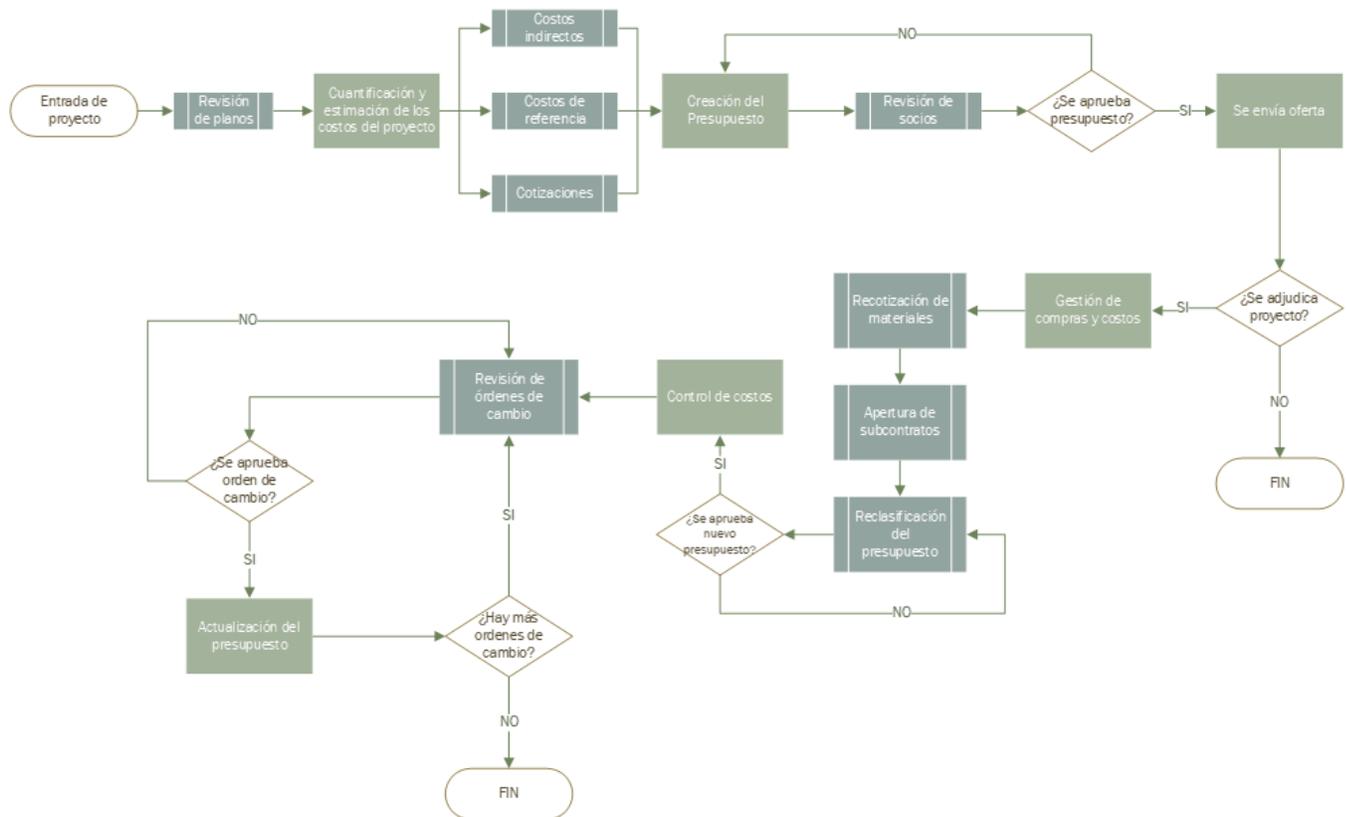


Figura 15. Diagrama de flujo de la gestión de costos en la empresa PRODEYCO

Fuente: Elaboración propia

Software: MS Visio

- **Planificación del costo:**

El proceso de planificación del costo que utiliza la empresa para cada proyecto que ingresa es en gran parte el mismo, ya que, cuentan con un proceso de planificación establecido, donde ya se tienen definidos los tipos de costos a considerar, los niveles de exactitud de las estimaciones, las unidades de medida a utilizar, rangos de valores dentro del presupuesto esperados, como se realizarán los enlaces con los distintos departamentos de la

empresa, entre otros aspectos. Debido a esto no hay una persona específica encargada de realizar la planificación como tal, pero sí de verificar que se cumpla con lo que ya se tiene establecido, en dicha labor se desempeña principalmente el Arq. Raúl Goddard encargado de la dirección técnica y en algunos proyectos la Ing. Carmen Penabad y el Ing. Luis Javier Castillo. Esto lo han logrado a través de los años gracias a la experiencia que han ido adquiriendo principalmente en proyectos de construcción de viviendas, edificios residenciales, remodelaciones, entre otros. En síntesis, la empresa no considera la planificación del costo como un proceso que se deba cumplir, sino que lo asumen de manera estándar. Sin embargo, se encontró que la empresa no cuenta con un proceso de planificación establecido, para el control y seguimiento de los costos del proyecto, ya que, en algunos proyectos si se toma en cuenta de cierta manera; pero, en otros no, esto se detallará en el apartado correspondiente.

- Estimación del costo y presupuesto

En la empresa PRODEYCO la estimación de los costos y la creación del presupuesto es realizada por la misma persona, el jefe de presupuestos William Pérez. Tal como se mencionó en el marco teórico de este proyecto, es muy común encontrarlo en empresas pequeñas y medianas que se trabaje de esta manera.

Una vez que se decide ingresar a concursar por algún proyecto, el encargado de este proceso realiza una revisión minuciosa de los planos estructurales, arquitectónicos, mecánicos, eléctricos, de acabados, entre otros, y en caso de que exista alguna duda que imposibilite o afecte el proceso de cuantificación, se pueda resolver a la brevedad posible.

Ahora bien, el proceso de cuantificación y medición se realiza mediante el “software” Navisworks Manage de la empresa Autodesk. Este “software” es de gran ayuda, ya que, cuenta con una función diseñada específicamente para la cuantificación de elementos en planos 2D en formato PDF. Otra ventaja de este “software” es que brinda la posibilidad de cuantificar los elementos bajo una estructura de desglose de trabajo (EDT) con catálogos de clasificación como 'Unifomat', 'CSI-16', 'CSI-48', o bien crear uno que se adapte a las necesidades de la empresa, tal es el caso de PRODEYCO, quien cuenta con un catálogo 'Unifomat' personalizado.

En el catálogo 'Unifomat' personalizado de la empresa, se establecen 5 grandes entregables: subestructura, estructura, acabados, sistema, equipo y mobiliario, que a su vez se subdividen en paquetes de trabajo y luego en actividades. En la figura 16 se muestra un ejemplo de esta descomposición del trabajo dentro del “software” que se ha mencionado.

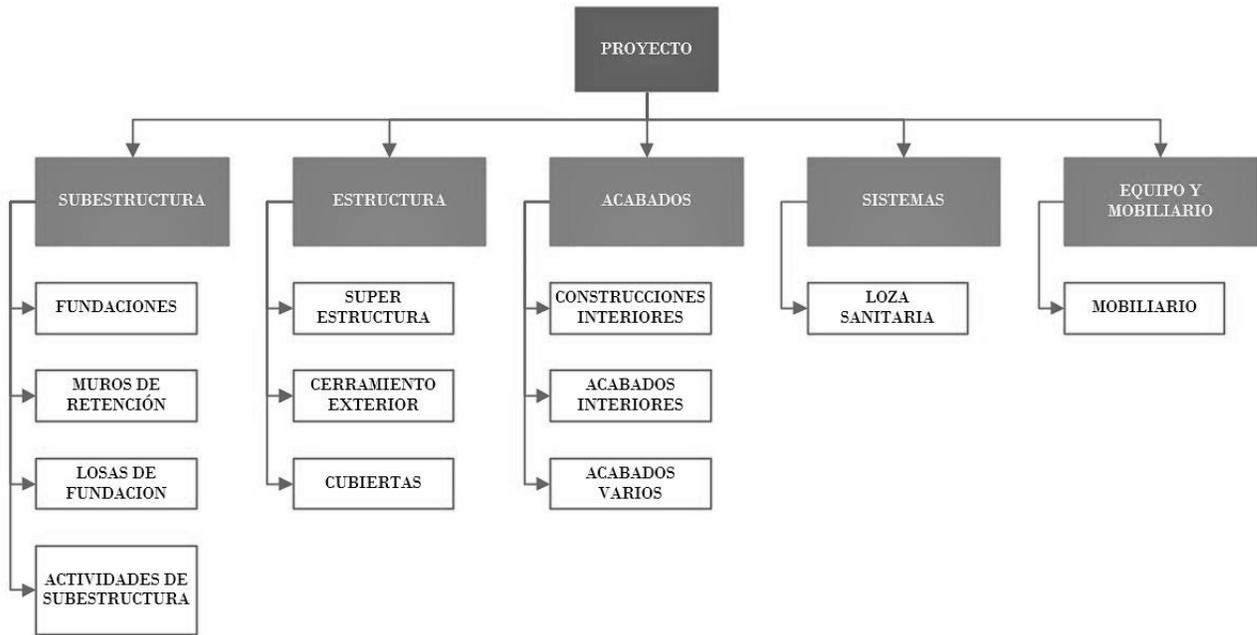


Figura 16. Catálogo Uniformat personalizado por la empresa PRODEYCO

Fuente: Elaboración propia a partir de información de PRODEYCO

“Software”: MS Visio

Una vez que se realiza la medición y cuantificación de los elementos incluidos en los planos del proyecto, mediante el software Navisworks Manage se realiza la exportación de estos datos a un archivo en formato Excel. La empresa PRODEYCO cuenta con un documento en excel que se utiliza como machote para la elaboración del presupuesto de todos los proyectos. Este archivo utilizado para la elaboración de presupuestos, contiene tablas que generan de manera automática, con la ayuda de macros, diversos cálculos y los acomoda de manera conveniente en una tabla de pagos que permite obtener un costo total y un desglose de los costos del proyecto de manera tan detallada como se desee. Para poder realizar estos cálculos son necesarias las tablas con los datos de medición exportados de Navisworks Manage.

El archivo en excel de presupuesto está constituido por seis pestañas o herramientas:

1. Tabla de pagos: es la principal hoja de cálculo de presupuestos en la empresa, ya que contiene toda la información de mediciones, cantidades y costos de las actividades definidas en el alcance del proyecto. Este machote es el que utilizan para presentar ofertas a clientes. En la figura 17, se puede observar que además de los costos directos, incluye el total de indirectos, imprevistos, aporte a oficina central y utilidad.

ITEM	DETALLE	CANTIDAD	UND	UNITARIO MATERIALES	UNITARIO MANO DE OBRA	UNITARIO SUBCONTRATO	TOTAL UNITARIO	TOTAL MATERIALES	TOTAL MANO DE OBRA	TOTAL SUBCONTRATO	TOTAL
A SUB-ESTRUCTURA											\$ -
B ESTRUCTURA											\$ -
C ACABADOS											\$ -
D SISTEMAS											\$ -
E EQUIPO Y MOBILIARIO											\$ -
F PRELIMINARES											\$ -
G INFRAESTRUCTURA											\$ -
Z GENERALES											
	TOTAL DIRECTOS										\$ -
Z1020	TOTAL INDIRECTOS										\$ -
	SUBTOTAL										\$ -
Z9050	IMPREVISTOS										3% \$ -
Z9010	APORTE A OFICINA CENTRAL										4% \$ -
Z9030	UTILIDAD										4% \$ -
	AJUSTE										\$ -
TOTAL											\$ -

Figura 17. Parte de la tabla de pagos utilizada por la empresa PRODEYCO
Fuente: (PRODEYCO S.A)

2. Presupuesto: esta hoja electrónica se utiliza para calcular el costo total de cada actividad o elemento a partir de las mediciones, cálculos y costos unitarios de materiales. En la figura 18 se muestra un ejemplo para una placa corrida de concreto reforzado con acero.

ITEMS	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	UNITARIO MATERIALES	UNITARIO MANO DE OBRA	UNITARIO SUBCONTRATOS	TOTAL MATERIALES	TOTAL MANO DE OBRA	TOTAL SUBCONTRATOS	TOTAL
PC	P1	ml	50,3937849	\$ 33,97	\$ 14,18	\$ 15,25	\$ 1 711,63	\$ 714,81	\$ 768,37	\$ 3 194,81
5	Excavación / Bote	m³	19,6535761	\$ -	\$ -	\$ 12,00	\$ -	\$ -	\$ 235,84	\$ 235,84
6	Sustitución	m³	0	\$ -	\$ -	\$ 35,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7	Relleno	m³	11,7921457	\$ -	\$ -	\$ 35,00	\$ -	\$ -	\$ 412,73	\$ 412,73
9	Sello	m³	1,51181355	\$ 120,00	\$ 20,00	\$ -	\$ 181,42	\$ 30,24	\$ -	\$ 211,65
16	Concreto kg/cm²	m³	6,3496169	\$ 151,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 958,79	\$ 190,49	\$ -	\$ 1 149,28
18	Bombeo de Concreto	m²	6,3496169	\$ -	\$ -	\$ 18,00	\$ -	\$ -	\$ 114,29	\$ 114,29
20,1	Acero Refuerzo #2	kg	0	\$ 0,93	\$ 0,60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
20,2	Acero Refuerzo#3	kg	434,596001	\$ 0,93	\$ 0,60	\$ -	\$ 404,17	\$ 260,76	\$ -	\$ 664,93
20,3	Acero Refuerzo#4	kg	0	\$ 0,93	\$ 0,60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
20,4	Acero Refuerzo#5	kg	0	\$ 0,93	\$ 0,60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
20,5	Acero Refuerzo#6	kg	0	\$ 0,93	\$ 0,60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
20,6	Acero Refuerzo#7	kg	0	\$ 0,93	\$ 0,60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
20,7	Acero Refuerzo#8	kg	0	\$ 0,93	\$ 0,60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
20,8	Acero Refuerzo#9	kg	0	\$ 0,93	\$ 0,60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
21	Alambre Negro	kg	17,38384	\$ 0,75	\$ 0,75	\$ -	\$ 13,04	\$ 13,04	\$ -	\$ 26,08
24	Formaleta Muros	m²	22,0293151	\$ 7,00	\$ 10,00	\$ 0,25	\$ 154,21	\$ 220,29	\$ 5,51	\$ 380,01

Figura 18. Ejemplo de presupuesto para una placa corrida de concreto reforzado
Fuente: (PRODEYCO S.A)

3. Hoja de cálculo: en esta pestaña es donde se realizan los cálculos de volumen de concreto, aros de acero, ganchos de acero, varillas de acero, alambre negro, formaleta, volumen de excavación, entre otros. El principal insumo para rellenar esta hoja

son los detalles estructurales de los elementos. En la figura 19 se muestran como ejemplo los cálculos para un contrapiso de concreto reforzado.

CT	9	10
B1010.10 CN-1		
	CN-1	CN-1.2
M²	51,20748879	15,8375088
ALTO	0,12	0,12
ALTO SUS	0,35	0,35
SENTIDOS #2	2	2
@ #2	0,15	0,15
SENTIDOS #3		
@ #3		
SENTIDOS #4		
@ #4		
SENTIDOS #5		
@ #5		
SENTIDOS #6		
@ #6		
SENTIDOS #7		
@ #7		
SENTIDOS #8		
@ #8		
SENTIDOS #9		
@ #9		
Sustitución	17,92262108	5,54312808
Concreto kg/cm²	6,452143587	1,995526109
Colocación Concreto	51,20748879	15,8375088
Bombeo de Concreto	6,452143587	1,995526109
Acero Refuerzo #2	215,0612114	66,51436946
Acero Refuerzo#3	0	0
Acero Refuerzo#4	0	0
Acero Refuerzo#5	0	0
Acero Refuerzo#6	0	0
Acero Refuerzo#7	0	0
Acero Refuerzo#8	0	0
Acero Refuerzo#9	0	0
Alambre Negro	8,602448457	2,660574778
Plastico	51,20748879	15,8375088

Figura 19. Ejemplo de hoja de cálculo para un contra piso de concreto reforzado
Fuente: (PRODEYCO S.A)

- Costos unitarios: esta hoja es de suma importancia, ya que en esta el encargado de presupuestos mantiene actualizados los precios según como se mueva el mercado. Estos costos unitarios sirven de insumo para las hojas que se explicaron anteriormente. En la figura 20 se muestran algunos ejemplos, cabe rescatar que los precios que se muestran son ilustrativos y no representan los que realmente utiliza la empresa.

item	Rubro	und	Material	M.O.	SUB.C.	TOTAL
1	Limpieza inicial	m ²			\$ 0,53	\$ 0,53
2	Corte capa vegetal	m ³			\$ 5,71	\$ 5,71
3	Corte Util	m ³			\$ 4,00	\$ 4,00
4	Relleno tierra	m ³			\$ 6,00	\$ 6,00
5	Excavación / Bote	m ³			\$ 12,00	\$ 12,00
6	Sustitución	m ³			\$ 35,00	\$ 35,00
7	Relleno	m ³			\$ 35,00	\$ 35,00
8	Bote	m ³			\$ 8,00	\$ 8,00
9	Sello	m ³	\$ 120,00	\$ 20,00		\$ 140,00
10	Mortero de Pega	m ³	\$ 110,00	\$ 20,00		\$ 130,00
11	Concreto relleno 145kg/cm ²	m ³	\$ 120,00	\$ 20,00		\$ 140,00
12	Concreto 210kg/cm ²	m ³	\$ 131,00	\$ 30,00		\$ 161,00
13	Concreto 280kg/cm ²	m ³	\$ 131,00	\$ 30,00		\$ 161,00
14	Concreto 350kg/cm ²	m ³	\$ 131,00	\$ 30,00		\$ 161,00
15	Concreto 560kg/cm ²	m ³	\$ 131,00	\$ 30,00		\$ 161,00
16	Concreto kg/cm ²	m ³	\$ 151,00	\$ 30,00		\$ 181,00
17	Colocación Concreto	m ²		\$ 7,00		\$ 7,00
18	Bombeo de Concreto	m ²			\$ 18,00	\$ 18,00
19	Postensado	m ²			\$ 32,00	\$ 32,00
20	Acero Refuerzo	kg	\$ 0,93	\$ 0,60		\$ 1,53
20,1	Acero Refuerzo #2	kg	\$ 0,93	\$ 0,60		\$ 1,53
20,2	Acero Refuerzo#3	kg	\$ 0,93	\$ 0,60		\$ 1,53
20,3	Acero Refuerzo#4	kg	\$ 0,93	\$ 0,60		\$ 1,53
20,4	Acero Refuerzo#5	kg	\$ 0,93	\$ 0,60		\$ 1,53
20,5	Acero Refuerzo#6	kg	\$ 0,93	\$ 0,60		\$ 1,53
20,6	Acero Refuerzo#7	kg	\$ 0,93	\$ 0,60		\$ 1,53
20,7	Acero Refuerzo#8	kg	\$ 0,93	\$ 0,60		\$ 1,53
20,8	Acero Refuerzo#9	kg	\$ 0,93	\$ 0,60		\$ 1,53
21	Alambre Negro	kg	\$ 0,75	\$ 0,75		\$ 1,50

Figura 20. Ejemplo de hoja de costos unitarios
Fuente: (PRODEYCO S.A)

- Indirectos: en esta hoja se calculan todos los costos indirectos en los que se incurren en el proyecto según el expertiz del presupuestista. En esta etapa, se pudo observar que, es donde participan más los directores de la empresa, ya que con base en su experiencia tienen mayor conocimiento, para calcular estos costos de manera más precisa. En la figura 21 se puede observar el formato de la tabla que utilizan.

CONCEPTO	TIEMPO	CANT	COSTO UNITARIO	TOTAL
INDIRECTOS				\$ -
Personal en Campo				
Servicio de Consultoría Técnica				
Hospedaje, Transporte y Alimentación				
Costos Generales				
Comunicaciones y oficina				
Construcciones provisionales				
Equipo				
Seguridad Ocupacional				
Consumibles y desgastables				
Fletes y transportes				
Seguros y reservas				

Figura 21. Formato de costos indirectos utilizado por la empresa
Fuente: (PRODEYCO S.A)

6. Aux: la función de esta hoja está ligada directamente con el uso de las macros dentro del archivo excel. En esta hoja electrónica se debe completar la información que se muestra en la figura 22, la cuál tiene como función traer la información de alcance y mediciones de los reportes generados por Navisworks. Por otro lado, en la figura 23 se pueden observar los botones o funciones a partir de macros con los que cuenta este archivo. Es importante mencionar que la empresa PRODEYCO cuenta con la "Guía de Uso de las Macros de Excel para elaboración de Presupuestos" para guiar a todo aquel que lo necesite. Se tuvo acceso a esta guía para comprender mejor el procedimiento de cuantificación y presupuesto, la guía se muestra en la sección de anexos de este proyecto.

NOMBRE DE LA TABLA ACTUAL	### PRODEYCO - MACHOTE - Presupuesto MACRO.xlsm
NOMBRE DE LA TABLA NAVIS ESTRUCTURAL	Estructural.xlsx
CANTIDAD DE SUBNIVELES (NUMERO NEGATIVO)	-1
INICIO ACABADOS	14
NOMBRE DE LA TABLA NAVIS ACABADOS	Acabados.xlsx

Figura 22. Información necesaria para ejecutar macros del formato de presupuesto
Fuente: (PRODEYCO S.A)



Figura 23. Macros del formato de presupuesto
Fuente: (PRODEYCO S.A)

- Control del costo

El proceso de controlar los costos de un proyecto, es parte fundamental del modelo de gestión de costos que busca la empresa a través de este proyecto, ya que, la empresa no posee un claro manejo de la información recopilada, porque no cuenta con un modelo de gestión. Sin embargo, se encontró que la empresa cuenta con algunas herramientas enfocadas en este aspecto, pero no estandarizadas.

A diferencia del proceso de cuantificación de costos y presupuesto donde sí existe un proceso mejor establecido para todos los proyectos, en el control de costos existen variaciones según el tipo de proyecto que se esté realizando y el ingeniero a cargo del proyecto. En el momento de realizar esta práctica profesional, la empresa se encontraba realizando dos tipos de proyectos: casas de habitación y edificios residenciales.

Un aspecto a considerar en el control de costos, es que la empresa PRODEYCO cuenta con el software PROCORE, el cual fue diseñado para la gestión de proyectos de construcción. Esta plataforma brinda a la empresa diversas funciones como se muestra en la figura 24



Figura 24. Funciones de la plataforma PROCORE
Fuente: (PRODEYCO S.A)
“Software” : PROCORE

Sin embargo, se detectó que en la empresa no se utiliza la plataforma PROCORE por completo, sino que se encuentra en una etapa de transición en la metodología de trabajo, para trasladar los procesos a la plataforma. Dentro de las principales herramientas que la empresa utiliza actualmente se encuentran:

1. Órdenes de compra
2. Contratos
3. Órdenes de cambio
4. Submittals

Con respecto a esta plataforma se le consultó al Ing. Luis Javier Castillo si su uso ya estaba estandarizado para todos los proyectos y respondió que no, que de hecho el proyecto Botanika (ejecutándose actualmente) es el primero que está intentado llevar las órdenes de cambio y órdenes de compra por completo, ya que, en otros proyectos se utiliza únicamente el formato de órdenes de cambio (ver Anexo 1) y órdenes de compra (ver

Anexo 2) brindado por la plataforma, pero no se lleva el flujo de trabajo en esta, sino que deben usar plantillas en excel para para contabilizar estas órdenes y así poder visualizar los cambios a la línea base del presupuesto. De igual manera en el proyecto Botanika se está intentando utilizar la herramienta para la creación y aprobación de Submittals (ver Anexo 3), sin embargo se logró detectar que no es muy eficiente el uso que se le está dando. Por último, con el tema de los contratos (ver Anexo 4) sí cuentan con mayor experiencia, ya que, todos los subcontratos del proyecto se manejan dentro de la plataforma, sin embargo en algunos casos los subcontratistas no poseen una ERP que se pueda enlazar con PROCORE, por lo cual el acceso a la información es limitado.

Otro aspecto relevante del uso de esta plataforma, es que en ninguno de los proyectos se utiliza la herramienta de presupuesto, por lo cual a pesar de llevar el flujo de documentos dentro de la plataforma no se actualiza el presupuesto de manera automática, sino que se debe utilizar como intermediario una plantilla en excel como la que se muestra en la figura 25.

Orden de cambio	Descripción	Monto	Estado
49	Movimientos de tierra - paisajismo	\$ 85 202,71	Pendiente
50	Cambio polvo a piedra	\$ 21 327,98	En revisión
51	Piso contenedor Surf y lavandería casita	\$ 1 095,62	En revisión
52	Bambú (rollos) para malla norte	\$ 3 307,98	En revisión
53			
54	Caña Brava versión 2	\$ 16 780,80	En revisión
55	Extensiones de ventiladores salas	\$ 415,21	En revisión
56	Nuevos ventiladores con luz cuartos niños	\$ 821,37	En revisión
57	Placa acero inoxidable Studio	\$ 263,40	En revisión
58	Pintura cuartos niños V1	\$ 1 110,00	En revisión
59	Losa concreto deck dormitorio 3 V1	\$ 2 253,43	En revisión
60	Barandas decks V1	\$ 2 769,03	En revisión

Total \$ 200 366,66

Figura 25. Plantilla utilizada para el control de órdenes de cambio
Fuente: (PRODEYCO S.A)

Por otro lado, se encontraron algunas plantillas utilizadas por el Ing. Castillo para llevar el control de costos. Estas plantillas corresponde a archivos en excel con curvas de consumo real versus teórico para el acero, concreto, mano de obra y equipos, sin embargo, la entrada de los datos era confusa y la información se encontraba desordenada y desactualizada. Al consultarle al ingeniero sobre estas plantillas, comentó que esas hojas solo él las sabe usar, por lo que esa es una de las razones para que en otros proyectos no se aplique el control de costos. En el anexo 6, se muestra como ejemplo el “dashboard” generado para el control del concreto en el proyecto Gardenia, el cual ya estaba por finalizar y se observa que a partir de la semana 11 aproximadamente, no se actualizó con información real.

Buenas prácticas y documentación de modelos de gestión de costos

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de entrevistas a profesionales externos y revisión de trabajos de graduación sobre las buenas prácticas que se dan en la gestión de costos como parte del segundo objetivo planteado en este proyecto.

Gestión de costos presente en las empresas constructoras del país

A través de la revisión bibliográfica, la Ing. Hellen Álvarez Herrera cuenta con una maestría en gestión de proyectos, en la cual desarrolló la "Guía de métodos de gestión de proyectos de la Compañía Constructora Urbanotecnia S.A.". A partir de las entrevistas realizadas, (Álvarez, 2018) logró una recopilación de procesos y herramientas para la gestión de costos ampliamente desarrolladas por empresas con una dilatada trayectoria y proyectos de gran envergadura.

Cuadro 11. Recopilación de procesos y herramientas para la gestión de costos

Empre- sa	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
Cons- tructora Volio y Trejos	Presupuesto completo y detallado según alcance	Definición del control de gastos del proyecto y su frecuencia de revisión	Revisiones semanales del control financiero.	Se realizan informes con control de gastos	Cierre de contratos y pagos
Edica construc- tora	-	Se cuenta con un plan para el control de los costos	Se realizan reuniones y revisiones semanales	Se tienen plantillas para el control de presupuesto versus lo real	-
Cons- tructora Van der Laat y Jiménez	Presupuesto	Cuadro de control de obra.	Reunión semanal	Seguimiento	Cierre de contratos
Cons- tructora Edificar	-	Cuadro de control de obra. Presupuesto de obra	Reunión semanal con proveeduría.	Seguimiento mensual control de obra	-
Geofortis Nicara- gua	Reunión	Lista de verificación	SEO (Se- guimiento de ejecución de obra)semana	SEO (Seguimiento de ejecución de obra) mensual	SEO (Se- guimiento de ejecución de obra) final

Fuente: (Álvarez, 2018)

En el cuadro 11, se muestra la información recopilada por la autora con respecto a las cinco distintas fases para realizar la gestión de costos donde consultó a cuatro empresas de construcción nacionales y una transnacional, para ampliar el marco referencial. (Álvarez, 2018) recopiló la información mediante la aplicación de encuestas a directores de proyectos de las organizaciones elegidas, para determinar las herramientas o procesos que estas empresas de gran escala utilizan para la gestión de los proyectos de acuerdo con el área del conocimiento y a la etapa del proyecto, para efectos de este proyecto se recopilaron los datos e información sobre la gestión de costos.

Según (Álvarez, 2018) "las empresas utilizadas para este análisis son las que ejecutan los proyectos más grandes de construcción en Costa Rica, tienen históricamente la ejecución de los proyectos de mayor escala y dificultad y además poseen la mayor cantidad de años en el mercado en ejecutar proyectos de este tipo con éxito". Por lo tanto, para este proyecto es

importante recopilar los procesos y herramientas que aplican estas empresas.

Por otro lado, (Álvarez, 2018) como parte del resultado de su tesis de maestría planteó para la Compañía Constructora Urbanotecnia S.A. una serie de estándares de la gestión de proyectos requeridos, de los cuales se extrae la información, para la gestión de costos que se muestra a continuación:

1. Realizar un presupuesto detallado del proyecto, con todas las actividades que conforman el alcance.
2. Respaldar y documentar todos los costos del presupuesto del proyecto.
3. Realizar revisiones semanales de los costos del proyecto.
4. Realizar un cuadro de control de obra, teórico vs real en todas las líneas del presupuesto.
5. Realizar comparativos de por lo menos tres ofertas, en todas las actividades que sea posible, para compras o subcontratos.

Buenas prácticas en la gestión de costos

Para la recolección de información sobre las buenas prácticas realizadas en la gestión de costos de proyectos de construcción, se realizaron entrevistas a profesionales con experiencia en la gestión de proyectos. Además se utilizaron referencias bibliográficas como la tesis de maestría de la ingeniera (Álvarez, 2018) quien realiza un análisis sobre las buenas prácticas recomendadas por el (Project Management Institute, 2017). En el cuadro 12 se puede observar el análisis de las mejores prácticas para proyectos en el área de construcción que realiza la ingeniera (Álvarez, 2018)

Cuadro 12. Análisis de las mejores prácticas para proyectos en el área de construcción

Fase	Mejores prácticas
Inicio	Realice un cronograma detallado de todas las actividades involucradas para la ejecución del proyecto
Planificación	Determine los procedimientos y herramientas por utilizar para gestionar los costos en todas las etapas del proyecto.
Ejecución	Realice comparativos de por lo 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 la ejecución del proyecto.
Cierre	Realice procedimientos de cierre de todas las actividades de la ejecución del proyecto

Fuente: (Álvarez, 2018)

Por otro lado, (Chaves, 2020) en su tesis de maestría realiza una recopilación de buenas prácticas en la gestión de proyectos de diferentes fuentes bibliográficas, donde menciona que

”la guía del PMBOK® 6ta edición, PRINCE2®, y la norma ISO están diseñadas de manera estructurada y detallada para abarcar la mayor parte de los procesos de las etapas de los proyectos de construcción, siendo así, capaces de guiar a los equipos de trabajo a través de todo el proyecto, proliferando el orden y la planificación, mientras Lean Construction, scrum y BIM son metodologías que podrían complementar en alguna de las etapas, para agilizar los procesos, pero de manera individual dejan muchos vacíos en el control y orden del proyecto”. En el cuadro 13 se muestra la información sobre la gestión de costos recopilada por esta autora.

Cuadro 13. Recopilación de buenas prácticas en la gestión de costos a partir de referencias bibliográficas

Grupo de proceso	Guía PMBOK	Referencia literaria				
		BIM	ISO-21500	SCRUM	LEAN CONSTRUCTION	PRINCE2
Planificación	Planificar los costos. Estimar costos. Determinar presupuesto	El BEP recoge un calendario de entrega.	Estimar los costos. Desarrollar el presupuesto.	Estimación de costos durante la fase de planificación.	Reducción de costos a través de los 3 niveles del Last planner. Técnica PULL	Aborda de manera general algunos aspectos sobre la gestión del valor ganado.
Monitoreo y control	Controlar costos	5D BIM Costes. Producto de modelación.	Controlar los costos	-	-	-

Fuente: (Chaves, 2020)

El miércoles 14 de abril se entrevistó al Ing. Norman Zamora quién trabaja en la empresa PROYZA S.A y cuenta con muchos años experiencia en la gestión de proyectos. Al Ing. Zamora se le consultó acerca de las buenas prácticas en las diferentes etapas de la gestión de costos tanto en empresas nuevas como en empresas de mayor recorrido. Como primer aspecto importante el ingeniero menciona que el primer paso a la hora de estimar y calcular el presupuesto, debe ser la revisión de los planos para identificar los posibles errores y falta de información, y así buscar la forma de mitigar las suposiciones que debe asumir el presupuestista bajo su propio juicio. Otro aspecto, que menciona el ingeniero, es que en la etapa de presupuesto se debe consultar la información histórica de costos que tenga la empresa en proyectos similares al que se esté ejecutando, es lo que se le conoce como: lecciones aprendidas, que es muy fácil encontrar en empresas grandes, sin embargo en empresas medianas o pequeñas esto no existe.

Con respecto al control de costos el Ing. Zamora menciona que en empresas medianas y pequeñas, por lo general se maneja a través de Excel, lo cual hace que el proceso se complique, ya que solo una persona tiene que estar encargada de alimentar toda la información. Para esta situación el ingeniero menciona que lo más recomendable es contratar un “software” consolidado por grandes compañías y no pagar por un “software” exclusivo para la empresa, ya que, los de grandes compañías cuentan con experiencia acumulada y buenas prácticas de otras empresas.

El ingeniero menciona la importancia de contar con un “software” de presupuestos que esté enlazado con el área contable de la empresa, de esta manera el área contable está obligada a realizar las cuentas por pagar, por cada línea del presupuesto y no como un monto global como se hace generalmente, y en este punto es donde inicial el control de costos.

Por otro lado, el ingeniero comenta que uno de los errores más comunes en el control de costos es no tener a un encargado de bodega altamente capacitado para dicha labor, ya que según su criterio, el encargado de bodega debería poseer como mínimo un técnico medio en

contabilidad, para poder llevar un control de costos más confiable. Además, menciona que la comunicación entre el bodeguero y el maestro de obras es crucial, ya que por lo general el maestro de obras pide materiales sin tener un control del presupuesto, lo cuál hace que el control de costos no se pueda realizar.

Ahora bien, el ingeniero menciona que una vez se ha logrado mejorar los aspectos mencionados, se puede realizar el control de costos. Sin embargo, hay otro aspecto a considerar: el avance del proyecto, ya que de acuerdo con su experiencia ha trabajado aproximadamente con 20 maestros de obras, de los cuales solo 2 lograron llevar el informe de avance de obra de manera correcta. Para solventar este problema el ingeniero menciona que en el documento que contiene las plantillas debe incluirse obligatoriamente las cantidades de avance diario; y deben ser cantidades no porcentajes

En síntesis las buenas prácticas mencionadas por el Ing. Zamora son las siguientes:

1. Realizar un documento de supuestos en el cálculo del presupuesto.
2. Realizar una base de datos con las lecciones aprendidas de cada proyecto ejecutado.
3. Contratar un “software” para llevar el control de costos consolidado en la industria en lugar de crear un “software” a la medida para la empresa.
4. Encontrar la manera de enlazar el presupuesto con el área contable de la empresa.
5. Mejorar la comunicación y documentación entre el bodeguero y el maestro de obras.
6. Capacitar al maestro de obras para llevar las cantidades de avance diariamente.

Luego, el miércoles 21 de abril se entrevistó al Ing. Fernando Betancourt quién es el encargado del área de presupuestos de la empresa Edica. Al ingeniero Betancourt, se le consultó sobre las buenas prácticas que realiza la empresa en la gestión de costos y además sobre como planifican el presupuesto de manera que se pueda realizar un adecuado control de costos. El ingeniero menciona que como primer parámetro para la planificación del costo la empresa Edica realiza un filtro de los proyectos, ya que para ellos no es rentable participar en proyectos de baja escala. Como segundo parámetro realizan un análisis del cliente, ya que esto podría afectarlos en los pagos a futuro y con ello a la gestión del costo. Y el tercer parámetro es realizar un análisis de las empresas que están participando en la licitación del proyecto, debido a que esto les da una idea más clara de por donde debería andar el margen del presupuesto.

Ahora bien, el Ing. Betancourt menciona que una vez aplicados estos parámetros o filtros, antes de que la empresa inicie el proyecto, ellos realizan un análisis con base en información guardada de proyectos anteriores donde realizan relaciones de costo, tiempo, lecciones aprendidas, entre otros, el ingeniero atribuye esta práctica como parte fundamental del éxito que ha tenido la empresa a lo largo de los años.

Con respecto al proceso de estimación y presupuesto el ingeniero menciona que la empresa se ha ido actualizando con respecto al uso de “software”, sin embargo, él como encargado realiza algunas mediciones con los planos en físico y cálculos a mano para corroborar que los datos que se están ingresando al “software” no sean erróneos. Una vez que se tiene cuantificado

el proyecto, se realizan reuniones en conjunto con los directores de la empresa, para culminar el presupuesto, en donde se considera el juicio de expertos.

El ingeniero menciona que el control de costos en la empresa Edica es de vital importancia. Primero dividen el presupuesto en subtotaes con las actividades que consideran más importantes y estas partidas las van comparando semana a semana, lo que había en presupuesto versus lo que se está facturando, donde ellos cuentan con “softwares” donde se van ingresando las facturas. Este control semanal está a cargo del ingeniero residente y el director de proyectos, y se realiza mediante una curva S, ya que esta brinda información sobre lo que está pasando cada semana con el control de costos.

En síntesis las buenas prácticas mencionadas por el Ing. Betancourt son las siguientes:

1. Realizar una recopilación de toda la información de los proyectos ejecutados y almacenarla en una base de datos.
2. Corroborar de forma manual algunas mediciones y cálculos que se realizan en “software” .
3. Realizar una comparación semanal de lo presupuestado versus lo facturado.
4. Realizar una curva S para llevar el control de costos.

Análisis de los resultados

En el presente capítulo se desarrolla el análisis de los resultados obtenidos a partir de los objetivos específicos que se plantearon, para así proponer mejoras al modelo actual de gestión de costos de la empresa PRODEYCO haciendo énfasis en el control de costos. El análisis de estos resultados se muestran en apartados distintos para cada objetivo específico.

Análisis del estado actual de la empresa PRODEYCO S.A

Con el fin de obtener información sobre el estado actual de la empresa, se realizó una investigación a nivel interno donde se documentaron resultados como la estructura organizacional de la empresa, alcance y función de sus departamentos, percepción de los colaboradores de la empresa sobre la gestión de costos en la empresa, documentación utilizada en los proyectos de construcción y herramientas que utilizan en cada uno de los procesos de la gestión de costos. A continuación se muestra el análisis de cada uno de estos resultados.

Análisis de la estructura organizacional y alcance de los departamentos

Con la obtención del organigrama de la empresa mostrado en la figura 8, se logra observar que la empresa está dividida en tres grandes departamentos, de los cuales dos de ellos están relacionados directamente con la gestión de costos. El departamento de 'Dirección Técnica y de Proyectos' tiene a su cargo todas las funciones correspondientes al proceso de estimación de costos y elaboración del presupuesto, mientras que el departamento de 'Dirección de Construcción y Gerencia de Administración y Finanzas' está ligado directamente con el control de los costos.

Estos departamentos son subdivididos en sub-departamentos con funciones más específicas. Donde la gerencia administrativa tiene bajo su cargo la contabilidad de la empresa, proveeduría de proyectos, así como los cobros y pagos. Este departamento es fundamental en el flujo de trabajo de la gestión de costos, ya que, si bien es cierto sus funciones no están ligadas directamente con la construcción, son los responsables de controlar el dinero que entra y sale de la empresa realizando una eficiente gestión de cobro y pago a proveedores, subcontratistas, entre otros.

El departamento de presupuestos como se logra observar en el organigrama trabaja directamente con el socio director encargado del área técnica y de proyectos, ya que, se logró observar que todo presupuesto realizado en la empresa es revisado por este encargado. En este departamento se tiene un procedimiento bien establecido entre los involucrados como se detallará más adelante en el análisis de la estimación de costos y elaboración de presupuesto.

Por su parte, el departamento de ingeniería está constituido por los ingenieros residentes en obra y los ingenieros de proyectos. De la información recopilada se observa que dentro de las funciones que ellos deben cumplir se encuentra administrar el control de costos de la obra y preparar reportes mensuales de costos y avances, además se les pide participar en reuniones relacionadas con temas del presupuesto del proyecto.

Análisis de la planificación del costo en la empresa

Del diagnóstico realizado en la empresa PRODEYCO S.A se encontró que no poseen con un procedimiento estándar para realizar la planificación de costos en los proyectos, esto se debe a que no se le ha dado gran importancia a este tema; y no se han establecido políticas de gestión de costos.

A pesar de no tener una política de gestión de costos establecida, la empresa cuenta con algunas prácticas y estándares que han adoptado gracias a la experiencia adquirida de sus socios directores a través de los años. Por lo tanto, se podría decir que la empresa posee ciertos aspectos de la gestión de costos de manera implícita.

El proceso de planificación del costo según los criterios que maneja la empresa inicia desde el momento en que llega un proyecto a manos de alguno de los socios directores, ya que, ellos son los encargados de definir aspectos como los tipos de costos que se van a contemplar, los niveles de precisión que se requieren y en muchos casos el rango de costos en el que debería estar dicho proyecto. Sin embargo, estos aspectos no se documentan ni se comparten con la mayoría de colaboradores de la empresa, sino que se realizan revisiones mediante reuniones con los involucrados, que pueden ser los ingenieros, el jefe de presupuestos o el gerente de contrataciones.

Posteriormente, mediante una reunión con el gerente de contrataciones se establece un cronograma de trabajo para definir la entrada de los subcontratistas y gestionar el flujo de dinero necesario para pagar adelantos. No se cuenta con más procedimientos estandarizados que apoyen la gestión de los costos, queda a total criterio del Ing. Castillo, encargado de las contrataciones.

En síntesis, la empresa no cuenta con un manual, herramienta o plantilla que estandarice la administración de los costos del proyecto, sino que se realiza según el criterio de expertos. Según las buenas prácticas que se investigaron, se recomienda establecer procedimientos, políticas y documentos que establezcan como se realizará la gestión del costo. Por lo tanto, este es un aspecto importante a incluir en el modelo de mejora que se presentará en este proyecto.

Análisis de la estimación de costos y creación de presupuesto en la empresa

Del diagnóstico realizado se determinó que el departamento de presupuestos de la empresa sí tiene procedimientos establecidos para la estimación de cantidades, costos y elaboración del presupuesto. Sin embargo, estos procedimientos son de uso general únicamente para el encargado de este departamento, ya que no está estandarizado en toda la empresa.

La estimación de cantidades de obra gris y acabados de los proyectos, se realiza mediante el uso del “software” Navisworks de Autodesk, esto se debe a que la empresa decidió dejar de utilizar planos en papel, para generar un ahorro por temas de impresión. Esta práctica además de generar un ahorro por temas de impresión también acelera el proceso de cuantificación y además se enlaza directamente con la EDT del proyecto. Sin embargo, el conocimiento sobre el uso de este “software” en la empresa es exclusivo del jefe de presupuestos, ya que la mayoría de ingenieros desconoce su uso y no existe un manual o guía explicativa de como utilizarlo.

Este aspecto conlleva a que, en muchos casos, se dependa únicamente del jefe de presupuestos para realizar mediciones. Es importante que la empresa cuente dentro de su modelo de gestión de costos con una guía de uso que incluya el manejo de este “software”, esto con el fin de estandarizar su uso y mitigar algunos errores que se podrían generar por un uso inadecuado, como por ejemplo, con el sistema para escalar los planos que tiene este “software”, o bien para que todos aquellos que ingresen a la empresa tenga una guía en la cual basarse, y no se dependa únicamente de un colaborador de la empresa.

Otro aspecto que se detectó del uso del programa Navisworks, es que se cuenta con un catálogo Unifomat personalizado por la empresa. Esto permite que conforme se realizan las mediciones se vaya generando una estructura de desglose de trabajo que después se verá reflejada dentro del presupuesto. El catálogo Unifomat personalizado por la empresa que se muestra en la figura 16 es utilizado para todos los proyectos sin ninguna distinción, lo cual en muchos casos genera confusión porque no en todos los proyectos es utilizado por completo, por lo tanto sería de mucha utilidad, para aquellos que se encarguen de la cuantificación, que la empresa cuente con diferentes catálogos personalizados para cada tipo de proyecto. A pesar de que este aspecto está más relacionado con la gestión del alcance, en la empresa no se realiza una EDT antes de la cuantificación de los elementos, por lo tanto, inicialmente queda a criterio del presupuestista la decisión sobre cuál es el alcance del proyecto; y se pudo observar que en algunos casos no se toman en cuenta algunos elementos durante la cuantificación, estimación y presupuesto, que afectará la gestión del costo durante la ejecución del proyecto.

Una vez que se tiene la cuantificación de los elementos en el “software” mencionado anteriormente, inicia el proceso de estimación de costos y elaboración del presupuesto del proyecto. Para estos procesos, se pudo detectar que la empresa cuenta con una programa en MS Excel elaborado por medio de macros, el cual cuenta con una guía de uso elaborada a partir de proyectos universitarios, que se han realizado anteriormente en la empresa. Esta guía abarca temas operativos acerca del funcionamiento de la herramienta, sin embargo no cuenta con procedimientos relacionados a la estimación de costos como tal.

En la estimación de costos se logró observar que se utiliza el método de estimación ascendente, ya que, se va estimando el costo de cada paquete de trabajo o actividad con el mayor detalle posible, de manera que se obtenga un costo resumido por entregable. Por ejemplo, en la figura 19, se observa que para un contrapiso de concreto reforzado se tienen los metros cuadrados inicialmente medidos del Navisworks y se ingresa la altura del contra piso y de la sustitución de suelo en caso de que exista. Después, la plantilla permite ingresar el acero según el tipo de varilla y el sentido en que está orientado, con esto se puede obtener la cantidad de metros cúbicos de concreto, cantidad en kilogramos de acero y alambre negro, e inclusive el plástico necesario para impermeabilizar el elemento.

Cuando se cuantifican, detalladamente, los materiales que conforman cada elemento, la herramienta de presupuestos cuenta con una hoja de costos unitarios de materiales, mano de obra y subcontratos utilizados en proyectos anteriores. Al investigar sobre la procedencia de estos costos unitarios, se detectó que la empresa no cuenta con bases de datos actualizadas ni realiza investigaciones de mercado periódicamente, sino que se basa solo en información histórica, ya que; según como les haya ido en los proyectos, aumentan o disminuyen estos costos o bien a partir de cotizaciones. Con respecto a los costos unitarios de mano de obra, la

empresa no cuenta con mediciones de rendimientos de sus cuadrillas, así que de igual manera con materiales utilizan información histórica o cotizaciones de subcontratistas. Otra práctica que es muy utilizada en la estimación de costos en la empresa es el uso de supuestos o como ellos lo llaman “allowances”, esto ocurre cuando no se conoce o no se tiene detalle de algún elemento y por tanto con base en la experiencia se le asigna un posible precio, para que en el futuro no afecte el presupuesto.

Ya una vez basados en la cuantificación de los materiales y la asignación de los costos unitarios por material, mano de obra y subcontratos con los que se cuenta, la herramienta cuenta con la hoja electrónica de presupuesto que se observa en la figura 18, la cual se encarga de asignar un costo unitario global para cada elemento. La ventaja de esta herramienta es que permite variar las cantidades iniciales, ya sean metros cuadrados, metros lineales o cantidad de elementos, y la misma se encarga de realizar automáticamente todos los cálculos mencionados anteriormente.

Con la inspección de los procesos que realiza la empresa, se logró observar que el proceso de cuantificación, estimación de costos y una parte de la elaboración del presupuesto es llevada a cabo por el presupuestista, ya que, el director del departamento por medio de reuniones presenciales con el presupuestista es el encargado de definir los costos indirectos, los porcentajes de imprevistos, aportes a la oficina central y utilidad esperada en el proyecto.

Por último, con los costos unitarios globales por elemento y bajo la metodología de estimación ascendente se monta una plantilla resumen del presupuesto, tomando en cuenta los costos directos, indirectos, imprevistos, aporte a la oficina central, utilidad y ajustes para así obtener el costo total del proyecto, esta plantilla es la que la empresa conoce como “Tabla de pagos” (ver figura 17), sin embargo el formato no corresponde a una tabla de pagos como tal.

Análisis del control de los costos en la empresa

Estar dentro de la empresa PRODEYCO S.A permitió comprender que su posición es muy clara, en relación con el control de costos; y que este se debe realizar para asegurar el éxito en proyectos futuros. Esta premisa fue posible entenderla, ya que tanto los antiguos proyectos como los actuales, no evidencian un adecuado control de costos, lo que no les permite tener retroalimentación clara al finalizar el proyecto, debido a que no existen procedimientos, plantillas o herramientas estandarizadas para llevarlo a cabo. Uno de los primeros pasos que decidieron realizar para lograr este objetivo fue la obtención de la plataforma PROCORE, sin embargo aún no se aprovechan sus herramientas por completo.

Con respecto al uso de esta plataforma se observó que no todos los colaboradores están capacitados para utilizarla, inclusive algunos de los ingenieros, quienes están encargados del control de costos.

El principal encargado de llevar el control de costos de los proyectos es el ingeniero Luis Javier Castillo, gerente de contrataciones. Al ingeniero se le atribuye esta tarea debido a que por la naturaleza de su puesto, está encargado de la gestión de cambios y gestión de contratos. Sin embargo, se observó que gran parte del tiempo del ingeniero es consumido por la gestión de contratos y gestión de cambios, por lo tanto el control de costos pasa a un segundo plano. Si bien es cierto, los ingenieros residentes también deben dedicar su tiempo a esta tarea, se

observó que cada uno lo lleva a su manera, con herramientas o plantillas en MS Excel que no pudieron ser evaluadas o bien en muchos proyectos, no se lleva el control de costos.

Como primer aspecto que se observó sobre el uso de Procore, para llevar el control de costos es que no existe compatibilidad entre los códigos presupuestarios que maneja la plataforma y la EDT que se realiza en la fase de presupuestos, debido a esto en la plataforma no se incluye el presupuesto, es decir, no se puede utilizar para comparar lo presupuestado contra lo real.

Por otro lado, se observó que el manejo de las órdenes de compra se encuentra en una etapa bastante avanzada de implementación y es llevada a cabo por los colaboradores de proveeduría, quienes están en contacto directo con los encargados de bodega, quienes realizan los pedidos de materiales. Dentro de las ventajas de realizar las órdenes de compra por medio de la plataforma se encuentra que sí están debidamente documentadas para la aprobación del ingeniero a cargo, lo cual permitiría que lleve un mejor control del gasto de materiales, además que estos gastos reales se reflejan en la herramienta de presupuesto.

Después de las órdenes de compras, se observó que la gestión de contratos, órdenes de cambio, submittals y RFIs también se encuentran en una etapa importante de implementación, sin embargo, aun falta trabajo para estandarizarlas en todos los proyectos, ya que, por lo general el administrador de estos documentos es únicamente el ingeniero Castillo.

Otro aspecto importante del uso de la plataforma Procore, es que se enlaza directamente con el software Xero utilizado para llevar el control contable, por lo tanto las finanzas de la empresa y el flujo de caja se actualizan en tiempo real. De ahí la importancia de proponer un modelo de gestión de costos que permita manejar el presupuesto desde la plataforma.

Análisis sobre la percepción de los colaboradores sobre la gestión de los costos en la empresa

La aplicación del formulario se realizó por medio de la herramienta Google Forms a los colaboradores relacionados con la gestión de costos y con el área de presupuestos, ingeniería y contrataciones. A pesar de ello se logró únicamente obtener respuestas del área de ingeniería y presupuesto, la primera en mayor porcentaje, como se observa en la figura 9.

En la figura 10, se observó que todos los encuestados habían escuchado acerca de la gestión de costos, sin embargo, esta pregunta no brinda información sobre que tanto están informados. Para ello se procedió a consultar sobre los procedimientos estandarizados con los que contaba la empresa, ya que, esto daría un panorama más claro sobre el nivel de conocimiento que tienen y además sobre la situación actual de la empresa. De las respuestas obtenidas (ver cuadro 2) se destaca que están conscientes de la existencia de procesos para la gestión de costos, pero que son manejados únicamente por el ingeniero Luis Javier Castillo, o bien que sólo se realiza en algunos proyectos.

Luego se procedió a consultar sobre a cuál de las fases de la gestión de costos creen que se le da mayor o menor importancia en la empresa. Las respuestas (ver cuadro 11) muestran resultados muy uniformes, a pesar de ser una pregunta de percepción personal de los colaboradores, se obtuvo que el 75 % percibe que se le da mayor importancia a la elaboración del presupuesto y por el contrario y por el contrario, menor importancia al control de costos. Esto confirma gran parte de los resultados que se han obtenido.

Con respecto a las herramientas, plantillas o formatos que se utilizan para realizar el control de los cambios, se les consultó si tenían conocimiento de alguno en específico, ya que es importante conocer como se realizan los cambios a la línea base del presupuesto. Como se observa en el cuadro 4) la mayoría coincide en el uso de Procore; sin embargo, se destaca en una respuesta que este proceso es llevado únicamente por el ingeniero Luis Javier Castillo, tal como él lo había confirmado en la entrevista personal que se le realizó.

Las siguientes dos preguntas se relacionaban mucho entre sí, ya que primero se les consultó si se realizaba un control y monitoreo de los costos, se obtiene como resultado de forma general que sí se realizaba, sin embargo esta pregunta no genera mucha información de análisis e inclusive podrían no estar siendo sinceros, por lo cuál se decidió preguntar como se realizaba este control de costos, para confirmar el resultado obtenido anteriormente, se obtienen respuestas sin mucha información, donde se destaca que cada ingeniero lleva el control de forma distinta y apegándose más a un estándar que maneje el cliente final, otras respuestas mencionan el uso de tablas en excel únicamente (ver cuadro 5)).

Pensando en crear un modelo de gestión de costos que se adapte de la mejor manera con la empresa, se les consultó, con base en la experiencia laboral de cada uno, cuáles herramientas han utilizado para llevar el control de costos, de manera que se les facilite, se obtiene como resultado que la mayoría ha utilizado más la plataforma Procore y MS Excel.

Por otro lado, con el objetivo de poder crear un análisis FODA de la empresa que tomé en cuenta la percepción y opinión de sus propios colaboradores, se les consultó sobre los problemas y oportunidades que creen puedan existir a la hora de realizar el control de costos en la empresa. Dentro los problemas, se destaca el ajustar el control al presupuesto inicial, ya que, como se analizó anteriormente, no existe relación alguna entre el departamento de presupuesto y el encargado de llevar el control de los costos, lo que conduce nuevamente a la respuesta de que únicamente el ingeniero Luis Javier Castillo se encarga de este proceso. Con respecto a las oportunidades de mejora, los colaboradores piensan que se puede mejorar la comunicación entre el departamento de presupuestos con el de ingeniería; y además que se podrían crear informes mensuales de avance y costo de los proyectos. Estas respuestas son de suma importancia para proponer un modelo de mejora de la gestión de costos consciente de la situación actual de la empresa. Además, relacionado con la opinión de los colaboradores también se les consultó cuales creían ellos que son las buenas prácticas que realizan en la gestión de costos de la empresa, se obtiene como resultados destacables el manejo de la información de los proyectos en una nube donde la mayoría tiene acceso, y el control contable que realiza la empresa.

Por último, se consultó sobre si existen registros de lecciones aprendidas de los proyectos que se han realizado, se obtiene un resultado bastante uniforme y en cierto modo llamativo, ya que la mayoría indica que no se realiza, pero creen que sería de mucha ayuda para proyectos futuros.

Análisis FODA

El análisis FODA se realiza con base en el análisis de los datos recopilados de la situación actual de la empresa, así como de la investigación de buenas prácticas realizadas en la gestión de costos. Mediante el cuadro 14 que se muestra en esta sección, se presentan los factores internos: fortalezas y debilidades, así como los externos: oportunidades y amenazas de la empresa PRODEYCO S.A

Cuadro 14. Análisis FODA

Fortalezas	Debilidades
La empresa cuenta con socios directores con más de 30 años de experiencia, gestionando proyectos constructivos.	No cuentan con un modelo de gestión de costos establecido, para todos los proyectos.
El departamento de presupuestos cuenta con una herramienta automatizada con el uso de macros para crear el presupuesto.	No se cuenta con un documento para realizar la planificación de costos de los proyectos.
La empresa cuenta con el software PROCORE para la administración de proyectos.	No se realiza el presupuesto pensando en el control de costos.
La empresa cuenta con una estructura organizacional bien definida, donde están claras las funciones de cada departamento.	No se aprovechan todas las funciones que ofrece el software PROCORE para realizar la gestión de costos.
	No todo el personal está capacitado para llevar una adecuada gestión de costos.
	No se tiene un registro de lecciones aprendidas de proyectos finalizados.
Oportunidades	Amenazas
Capacitar a los colaboradores que se relacionan con la gestión de costos, con el fin de estandarizar el modelo propuesto.	Situación económica del país, con respecto a la emergencia sanitaria mundial.
Capacitar al personal en el uso del software PROCORE.	Alta competitividad de empresas que presentan servicios similares en el área.
Utilizar todas las herramientas que ofrece el software PROCORE.	Constante avance tecnológico en la industria de la construcción.
Mejorar la comunicación entre el departamento de presupuestos e ingeniería.	
Realizar un registro de lecciones aprendidas de cada proyecto ejecutado.	

El objetivo principal de este análisis FODA es que la empresa pueda visualizar de manera objetiva cuales son las fortalezas que poseen actualmente y como podrían, mediante oportunidades de mejora, seguir creciendo para el bien de los futuros proyectos. Además brinda un

análisis de debilidades y amenazas para que así, de ser posible, se puedan buscar acciones correctivas.

También, el análisis FODA permite tener un panorama más claro en este proyecto, para así proponer un modelo de mejora de la gestión de costos que tome en cuenta aspectos claves para el crecimiento y éxito de la empresa en futuros proyectos.

Análisis de las buenas prácticas y modelos de gestión de costos utilizados en otras empresas constructoras

Al realizar una investigación bibliográfica sobre modelos de gestión de costos en empresas constructoras se logró contrastar con la tesis de maestría de la ingeniera (Álvarez, 2018) que expone los principales procesos que realizan empresas de gran trayectoria en el país; y una empresa nicaragüense. Como se logra observar en el cuadro 11, todas las empresas emplean diferentes herramientas en la etapa de planificación, se destaca la definición del control de gastos del proyecto y la frecuencia con la cual será revisado, también la creación de un plan para el control de los costos, que a pesar que no se detalla los elementos que componen este plan, por lo menos, se consideran en esta etapa.. Además se encontró que en esta etapa se generan cuadros para el control de obra.

Durante la ejecución del proyecto, la mayoría de estas grandes empresas concuerdan en la realización de revisiones semanales para ver el estado del proyecto. Además durante la etapa de monitoreo y control, se destaca la realización de informes periódicos de control de gastos, el uso de plantillas para comparar el presupuesto base contra lo que se va gastando en la empresa; y un seguimiento periódico del proyecto.

Esta misma autora como uno de los resultado que obtuvo de su investigación en la empresa constructora Urbanotecnia S.A, menciona que esta empresa realiza un presupuesto detallado con el respaldo y documentación de todos los costos que se utilizan. Además realizan revisiones semanales de los costos del proyecto y se aplican herramientas como cuadros de control de obra, plantillas para comparar el presupuesto base versus el gasto real por cada línea del presupuesto.

Esta información permite comprender que las grandes empresas manejan la gestión de costos de una forma similar a grandes rasgos, ya que, se entiende que en este tipo de proyectos no se brinda toda la información detallada de los procesos por temas de confidencialidad.

Por otra parte, el ingeniero Sampieri, 2014 realizó una recopilación de buenas prácticas en la gestión, según distintas fuentes de referencia literaria, de las cuales se destaca la guía PMBOK, BIM y la norma ISO-21500, ya que poseen herramientas y procesos para realizar el monitoreo y control de costos, mientras que referencias como SCRUM, LEAN CONSTRUCTION y PRINCE2 se basan principalmente en la etapa de planificación.

Las entrevistas que se lograron realizar a profesionales externos de la empresa, fueron de mucho aprendizaje, ya que ambos tienen mucha experiencia en la dirección de proyectos y se han desempeñado en la gestión de costos. Dentro de los aspectos más importantes que se lograron obtener, se destaca la importancia de contar con una base de datos que contiene las lecciones aprendidas de proyectos anteriores. En la etapa de control de costos, uno de los ingenieros recomienda la adquisición de un “software” que sea consolidado en el mercado, es decir que cuente con años de experiencia, en las empresas constructoras e incluso en otras

industrias. Además, en la etapa de control de costos se debe realizar una comparación semanal de lo presupuestado versus lo facturado, mediante herramientas como la curva S y el método de valor ganado.

Modelo para la mejora de la gestión de costos con énfasis en el control

Tomando en cuenta el análisis de los resultados obtenidos de la situación actual de la empresa y las buenas prácticas que se pudieron recopilar sobre modelos y herramientas para la gestión de costos, se logró diseñar un modelo de mejora para la gestión de costos de la empresa PRODEYCO. Este modelo se realizó por medio de un diagrama de flujo de funciones cruzadas, donde se logra representar cada proceso de esta gestión. En cada uno de los procesos se muestra de manera general las tareas o actividades a seguir para lograr un correcto flujo de la información, desde la planificación hasta el control de los costos. En cada uno de los procesos se mencionan herramientas o plantillas, que serán explicadas a detalle en la guía metodológica para el uso del modelo de gestión de costos. La idea principal de este modelo de gestión de costos es que brinde a los colaboradores, de la empresa, una guía estandarizada sobre el manejo de información en cada una de las etapas.

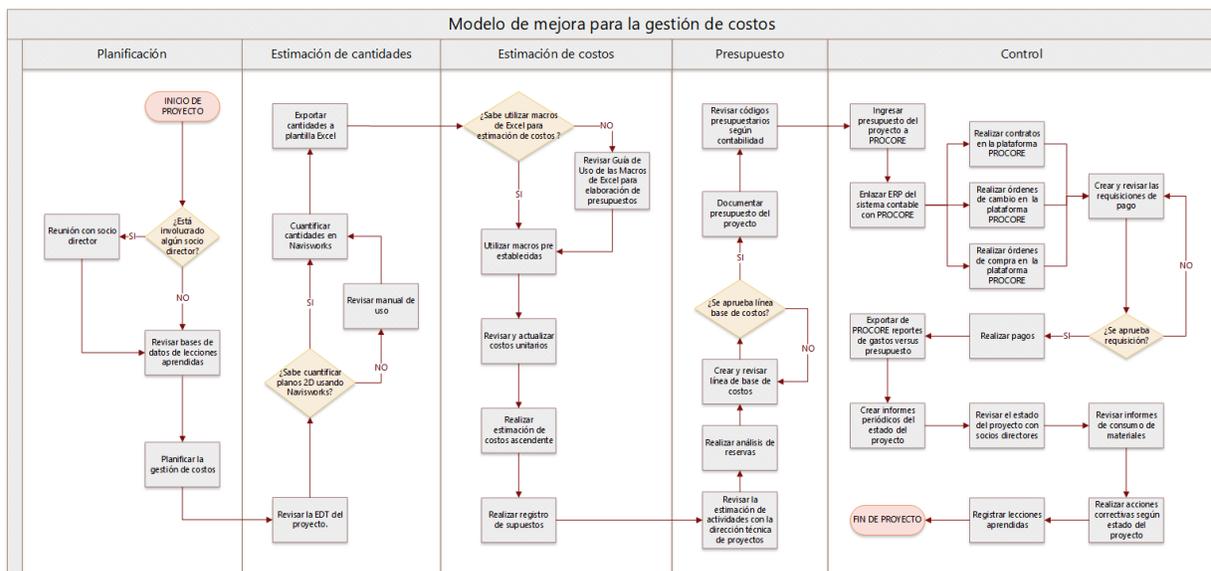


Figura 26. Modelo de Gestión de costos

Fuente: (Elaboración propia)

Software: MS Visio

Guía metodológica para el uso del modelo de gestión de costos

Esta guía metodológica es el principal entregable para la empresa PRODEYCO S.A en lo que respecta a este proyecto de graduación. Este documento explica a la empresa constructora como se debería utilizar el modelo de gestión de costos propuesto de acuerdo con los cuatro procesos que lo componen: planificación, estimación de costos, presupuesto y control de costos.

Cabe destacar que dicha guía, por ser un documento que tiene como único destino la empresa constructora, su formato y redacción son totalmente independientes de este documento. En la figura 28, se puede observar la portada de dicho documento.

La guía metodológica cuenta con 7 capítulos, como se muestra en la tabla de contenidos que se observa en la figura 27, los cuales abarcan cada proceso de la gestión de costos como se mencionó anteriormente, y cada uno de estos capítulos está constituido por plantillas, manuales de uso, catálogos de cuentas contables, entre otros. En el apartado de apéndices se puede visualizar la guía de forma completa.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	2
CAPÍTULO 2: MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS	3
CAPÍTULO 3: PLANIFICACIÓN DE COSTOS	4
3.1 PLANTILLA PARA PLANIFICACIÓN DE COSTOS	5
CAPÍTULO 4: ESTIMACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTO	6
4.1 MANUAL DE USO PARA CUANTIFICAR CANTIDADES EN NAVISWORKS ..	7
4.2 PLANTILLA PARA REGISTRO DE SUPUESTOS	14
4.3 CATALOGO DE CUENTAS CONTABLES.....	15
4.4 PLANTILLA DE PRESUPUESTO PARA PROCORE	18
4.4.1 Seleccionar el proyecto deseado dentro del portafolio de la empresa	18
4.4.2 Ingresar al presupuesto del proyecto.....	18
4.4.3 Descargar plantilla de Excel	18
4.4.4 Plantilla de Excel.....	19
CAPÍTULO 5: CONTROL DE COSTOS	20
5.1 MANUAL DE USO PROCORE.....	20
5.2 PLANTILLA PARA INFORMES PERIODICOS	27
5.3 PLANTILLA PARA CONTROL DE CONSUMO DE MATERIALES.....	28
CAPÍTULO 6: MEJORA CONTINUA	30
6.1 PLANTILLA PARA REGISTRO DE LECCIONES APRENDIDAS	32
CAPÍTULO 7: REFERENCIAS	33

Figura 27. Tabla de contenidos de la Guía Metodológica para el uso del modelo de gestión de costos

Fuente: (Elaboración propia)

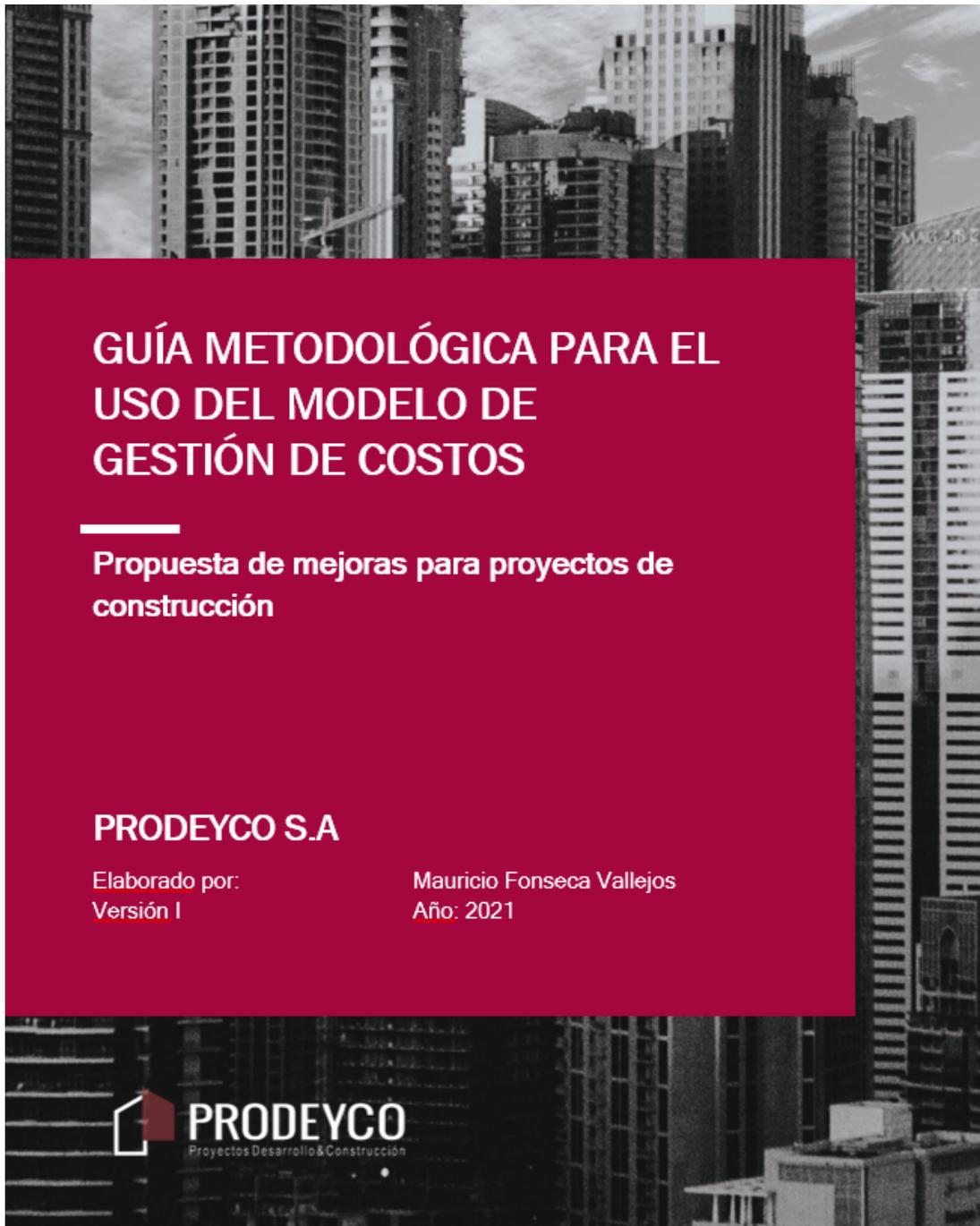


Figura 28. Portada de la Guía Metodológica para el uso del modelo de gestión de costos
Fuente: (Elaboración propia)

Plan piloto de implementación en un proyecto de prueba

Debido a la situación actual de los proyectos de la empresa que se encontraban en ejecución al momento de realizar este proyecto de graduación, no se pudo implementar el modelo en alguno de ellos, ya que al tener información existente en la plataforma PROCORE, el ingresar información nueva del presupuesto, podría complicar el flujo de trabajo establecido. Sin embargo, se decidió realizar como plan piloto una implementación en un proyecto de prueba creado en la plataforma para tal fin, utilizando datos reales de un proyecto. Este plan piloto se basó principalmente en los procesos de presupuesto y control de costos.

El primer paso fue realizar la migración de las partidas del presupuesto a las que se utilizan en el departamento contable y por ende en PROCORE. Para ello, en la herramienta de excel de presupuesto se generan filtros de actividades, se obtiene así los montos totales por actividad, por ejemplo: concreto, varillas de refuerzo, alambre negro, entre otros. En la figura 29 se muestra el ejemplo con el concreto.

1	ITEMS	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	UNITARIO MATERIALES	UNITARIO MANO DE OBRA	UNITARIO SUBCONTRATOS	TOTAL MATERIALES	TOTAL MANO DE OBRA	TOTAL SUBCONTRATOS	TOTAL
7	16	Concreto kg/cm²	m³	9,16494112	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 1 338,08	\$ 274,95	\$ -	\$ 1 613,03
29	16	Concreto kg/cm²	m³	3,47941996	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 508,00	\$ 104,38	\$ -	\$ 612,38
47	16	Concreto kg/cm²	m³	5,13819338	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 750,18	\$ 154,15	\$ -	\$ 904,32
69	16	Concreto kg/cm²	m³	1,1887371	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 173,56	\$ 35,66	\$ -	\$ 209,22
135	16	Concreto kg/cm²	m³	2,5395445	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 370,77	\$ 76,19	\$ -	\$ 446,96
157	16	Concreto kg/cm²	m³	2,54353412	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 371,36	\$ 76,31	\$ -	\$ 447,66
179	16	Concreto kg/cm²	m³	1,31569672	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 192,09	\$ 39,47	\$ -	\$ 231,56
201	16	Concreto kg/cm²	m³	2,94416884	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 429,85	\$ 88,33	\$ -	\$ 518,17
223	16	Concreto kg/cm²	m³	1,05642651	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 154,24	\$ 31,69	\$ -	\$ 185,93
245	16	Concreto kg/cm²	m³	1,57170127	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 229,47	\$ 47,15	\$ -	\$ 276,62
267	16	Concreto kg/cm²	m³	2,75751775	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 402,60	\$ 82,73	\$ -	\$ 485,32
289	16	Concreto kg/cm²	m³	0,65411057	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 95,50	\$ 19,62	\$ -	\$ 115,12
311	16	Concreto kg/cm²	m³	0,53056546	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 77,46	\$ 15,92	\$ -	\$ 93,38
399	16	Concreto kg/cm²	m³	3,087	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 450,70	\$ 92,61	\$ -	\$ 543,31
421	16	Concreto kg/cm²	m³	0,693	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 101,18	\$ 20,79	\$ -	\$ 121,97
443	16	Concreto kg/cm²	m³	1,89	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 275,94	\$ 56,70	\$ -	\$ 332,64
465	16	Concreto kg/cm²	m³	1,89	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 275,94	\$ 56,70	\$ -	\$ 332,64
487	16	Concreto kg/cm²	m³	0,504	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 73,58	\$ 15,12	\$ -	\$ 88,70
509	16	Concreto kg/cm²	m³	0,504	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 73,58	\$ 15,12	\$ -	\$ 88,70
531	16	Concreto kg/cm²	m³	2,205	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 321,93	\$ 66,15	\$ -	\$ 388,08
553	16	Concreto kg/cm²	m³	1,7325	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 252,95	\$ 51,98	\$ -	\$ 304,92
575	16	Concreto kg/cm²	m³	3,78	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 551,88	\$ 113,40	\$ -	\$ 665,28
597	16	Concreto kg/cm²	m³	1,197	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 174,76	\$ 35,91	\$ -	\$ 210,67
680	16	Concreto kg/cm²	m³	10,1582	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 1 483,10	\$ 304,75	\$ -	\$ 1 787,84
694	16	Concreto kg/cm²	m³	1,5435	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 225,35	\$ 46,31	\$ -	\$ 271,66
708	16	Concreto kg/cm²	m³	6,1425	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 896,81	\$ 184,28	\$ -	\$ 1 081,08
722	16	Concreto kg/cm²	m³	0	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
736	16	Concreto kg/cm²	m³	11,97	\$ 146,00	\$ 30,00	\$ -	\$ 1 747,62	\$ 359,10	\$ -	\$ 2 106,72
759					\$ 4 088,00	\$ 840,00	\$ -	\$ 5 999,23	\$ 1 232,72	\$ -	\$ 7 231,95
760											

DESCRIPCION
C6
C7
C8
Colocación Concreto
Concreto kg/cm²
Concreto relleno 145...
Contrapiso de bodega
Entrepiso 15cm
EP-1

Figura 29. Filtro para obtener montos totales por actividades del presupuesto

Fuente: (Elaboración propia)

Una vez que se conocen los montos totales por actividad se debe clasificar dicha actividad en la partida presupuestaria que le corresponda, o bien en caso de no existir ninguna cuenta asociada solicitar al departamento contable que se habilite. En la figura 30 se logra observar la plantilla de presupuesto que será importada a la plataforma, donde siguiendo el ejemplo de la figura 29 para el concreto se tiene un monto total redondeado de \$14,464.00.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Cost Code	Cost Type	Description	Manual Calcul	Unit Qty	Unit of Measure	Unit Cost	Budget Amount	Start Dat	End Date	Curve	
2	2-2	S	Excavación / bote	Verdadero				376				
3	2-3	M	Sustitución / Relleno	Verdadero				674				
4	6-1	S	Concreto 280 kg/cm2	Verdadero				14464				
5	6-2	S	Bombeo de Concreto	Verdadero				1315				
6	1-1	MO	Colocación concreto	Verdadero				846				
7	4-1	M	Varillas de acero	Verdadero				10939				
8	4-4	M	Alambre negro	Verdadero				916				
9	5-2	S	Formaleta Muros	Verdadero				16208				
10	8-1	M	Bloques de concreto	Verdadero				5661				
11	9-1	S	Escaleras metálicas	Verdadero				7000				
12	5-1	M	Formaleta Losa	Verdadero				2643				
13	8-2	M	Mortero de pega	Verdadero				255				
14	26-1	S	Sistema eléctrico	Verdadero				50573				
15												
16												
17												

Figura 30. Plantilla para importar presupuesto a PROCORE
Fuente: (Elaboración propia)

Una vez ingresada esta información y cargada a la plataforma, la herramienta de presupuesto se visualiza como se muestra en la figura 31.


PRODEYCO
 Proyectos Desarrollo & Construcción
 Procore Standard Budget

Prodeyco S.A.
 Rohrmoser, Avenida 9, Calles 80 y 80A, San Jose, Pavas
 P 50622320000

Proyecto Prueba

Item	Cost Code	Cost Type	Original Budget Amount	Budget Modifications	Approved Cts	Revised Budget	Pending Budget Changes	Projected Budget	Committed Costs	Direct Costs	Job to Date Costs	Pending Cost Changes	Projected Costs	Forecast To Complete	Estimated Cost at Completion	Projected over Under	
Proyecto Prueba																	
1 - COSTOS INDIRECTOS																	
1-1 - Personal en Campo: Mano de Obra	1-1 - Personal en Campo	Mano de Obra	845.98	0.00	0.00	845.98	0.00	845.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	845.98	845.98	0.00
Subtotal 1 - COSTOS INDIRECTOS			845.98	0.00	0.00	845.98	0.00	845.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	845.98	845.98	0.00
2 - MOVIMIENTOS DE TIERRA																	
2-2 - Movimientos de Tierra: Subcontrato	2-2 - Movimientos de Tierra	Subcontrato	375.72	0.00	0.00	375.72	0.00	375.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	375.72	375.72	0.00
2-3 - Obras Especiales del Suelo: Materiales	2-3 - Obras Especiales del Suelo	Materiales	674.37	0.00	0.00	674.37	0.00	674.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	674.37	674.37	0.00
Subtotal 2 - MOVIMIENTOS DE TIERRA			1,050.09	0.00	0.00	1,050.09	0.00	1,050.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,050.09	1,050.09	0.00
4 - ACERO DE REFUERZO																	
4-1 - Varilla de Refuerzo: Materiales	4-1 - Varilla de Refuerzo	Materiales	10,938.77	0.00	0.00	10,938.77	0.00	10,938.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10,938.77	10,938.77	0.00
4-4 - Alambre Negro: Materiales	4-4 - Alambre Negro	Materiales	916.33	0.00	0.00	916.33	0.00	916.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	916.33	916.33	0.00
Subtotal 4 - ACERO DE REFUERZO			11,855.10	0.00	0.00	11,855.10	0.00	11,855.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,855.10	11,855.10	0.00
5 - FORMALETAS																	
5-1 - Formaleta: Metal: Materiales	5-1 - Formaleta: Metal	Materiales	2,643.09	0.00	0.00	2,643.09	0.00	2,643.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,643.09	2,643.09	0.00
5-2 - Formaleta: Madera: Subcontrato	5-2 - Formaleta: Madera	Subcontrato	16,207.76	0.00	0.00	16,207.76	0.00	16,207.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16,207.76	16,207.76	0.00
Subtotal 5 - FORMALETAS			18,850.85	0.00	0.00	18,850.85	0.00	18,850.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18,850.85	18,850.85	0.00
6 - CONCRETOS																	
6-1 - Concreto Premezclado: Subcontrato	6-1 - Concreto Premezclado	Subcontrato	14,463.90	0.00	0.00	14,463.90	0.00	14,463.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14,463.90	14,463.90	0.00
6-2 - Bombeo: Subcontrato	6-2 - Bombeo	Subcontrato	1,314.90	0.00	0.00	1,314.90	0.00	1,314.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,314.90	1,314.90	0.00
Subtotal 6 - CONCRETOS			15,778.80	0.00	0.00	15,778.80	0.00	15,778.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15,778.80	15,778.80	0.00
8 - MAMPOSTERIA																	
8-1 - Bloques de Mampostería: Materiales	8-1 - Bloques de Mampostería	Materiales	5,660.72	0.00	0.00	5,660.72	0.00	5,660.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,660.72	5,660.72	0.00
8-2 - Materiales para Mampostería: Materiales	8-2 - Materiales para Mampostería	Materiales	254.73	0.00	0.00	254.73	0.00	254.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	254.73	254.73	0.00
Subtotal 8 - MAMPOSTERIA			5,915.45	0.00	0.00	5,915.45	0.00	5,915.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,915.45	5,915.45	0.00
9 - TRABAJOS EN ACERO																	
9-1 - Estructura Metálica: Subcontrato	9-1 - Estructura Metálica	Subcontrato	7,000.00	0.00	0.00	7,000.00	0.00	7,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7,000.00	7,000.00	0.00
Subtotal 9 - TRABAJOS EN ACERO			7,000.00	0.00	0.00	7,000.00	0.00	7,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7,000.00	7,000.00	0.00
26 - SISTEMA ELÉCTRICO																	
26-1 - Sistema Eléctrico: Subcontrato	26-1 - Sistema Eléctrico	Subcontrato	50,573.23	0.00	0.00	50,573.23	0.00	50,573.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50,573.23	50,573.23	0.00
Subtotal 26 - SISTEMA ELÉCTRICO			50,573.23	0.00	0.00	50,573.23	0.00	50,573.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50,573.23	50,573.23	0.00
Ninguno																	
Ninguno: Otros *	Ninguno	Otros	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal Ninguno			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal Proyecto Prueba			111,869.50	0.00	0.00	111,869.50	0.00	111,869.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	111,869.50	111,869.50	0.00
Reportar total general			111,869.50	0.00	0.00	111,869.50	0.00	111,869.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	111,869.50	111,869.50	0.00

* Falta el código de costo o el tipo de costo, o no se ajusta al presupuesto

Figura 31. Presupuesto original en la plataforma PROCORE
Fuente: (Elaboración propia)

Ahora bien, con el presupuesto original en PROCORE, se procede a realizar las órdenes de compra, órdenes de cambio y subcontratos de prueba de manera tal que quede documentado dentro del presupuesto. En la figura 32 se muestra la orden de compra de prueba que se realizó para el concreto, es importante destacar que las partidas de estos elementos deben coincidir con el código ya establecido en el presupuesto original. En la figura 33 se muestra un subcontrato de prueba para el sistema eléctrico, y por último se realizó una orden de cambio del contrato que se muestra en la figura 34.



Prodeyco S.A.
Rohrmoser, Avenida 9, Calles 80 y 80A, San Jose, Pavas
San Jose, 10109
Teléfono: +506 2232 0000

Orden de Compra PO--001

Proyecto: - Proyecto Prueba

Compañía prueba

FECHA DE CREACIÓN: 15/08/ 2021

FACTURAR A:

DIRECCIÓN DE
ENTREGA:

ESTATUS: Aprobado

EJECUTADA: Sí

TÉRMINOS DE PAGO:

CONTRATO DE ENTREGA:

ANEXOS:

TIPO DE MONEDA:

N°	Código De Costos	Descripción	Tipo	Cant.	Unidad	Costo Unitario	Monto
1	6-1 - Concreto Premezclado	Suministro de concreto premezclado 280 kg/cm2	Subcontrato	25.0	m³	120.00	3,000.00
Total General:							3,000.00

Figura 32. Orden de compra de prueba del concreto
Fuente: (Elaboración propia)

Prodeyco S.A.
Rohrmoser, Avenida 9, Calles 80 y 80A, San Jose, Pavas
San Jose, 10109
Teléfono: +506 2232 0000

Proyecto: Proyecto Prueba

Suministro e Instalación de Sistema Eléctrico

FECHA DE CREACIÓN:	15/08/2021		
COMPAÑÍA DEL CONTRATO:	Compañía prueba	CREADO POR:	Mauricio Fonseca (Prodeyco S.A.)
ESTATUS DEL CONTRATO:	Aprobado	EJECUTADO:	Si
FECHA DE INICIO:		FECHA DE TERMINACIÓN ESTIMADA:	
FECHA DE RECEPCIÓN DEL CONTRATO FIRMADO:			
DESCRIPCIÓN:			
INCLUSIONES:			
EXCLUSIONES:			
ANEXOS:			

TIPO DE MONEDA: USD

#	CÓDIGO DE COSTO	DESCRIPCIÓN	TIPO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL
1	26-1 - Sistema Eléctrico	Suministro de materiales (13%)	Subcontrato	1.0	suma global	35,000.00	35,000.00
2	26-1 - Sistema Eléctrico	Instalación de sistema eléctrico (0%)	Subcontrato	1.0	suma global	10,000.00	10,000.00
Gran Total:							45,000.00

Figura 33. Subcontrato de prueba para el sistema eléctrico
Fuente: (Elaboración propia)

Prodeyco S.A.
Rohrmoser, Avenida 9, Calles 80 y 80A,
San Jose, Pavas
San Jose, 10109
Teléfono: +506 2232 0000

Proyecto: - Proyecto Prueba

Orden de cambio de subcontrato N° 001: Trabajos adicionales del sistema eléctrico

COMPAÑIA CONTRATADA:	Compañía prueba	CONTRATO PARA:	SC--003:Suministro e Instalación de Sistema Eléctrico
FECHA DE CREACIÓN:	15/08/2021	CREADO POR:	Mauricio Fonseca (Prodeyco S.A.)
ESTATUS DEL CONTRATO:	Aprobada	REVISIÓN:	0
SOLICITUD RECIBIDA DE:		UBICACIÓN:	
EVALUADOR:	Mauricio Fonseca (Prodeyco S.A.)	REVISADO POR:	
FECHA DE VENCIMIENTO:		FECHA DE REVISIÓN:	15/08/2021
FECHA DE FACTURACIÓN:		FECHA DE PAGO:	
REFERENCIA:		RAZÓN DEL CAMBIO:	Cambio de Diseño
PAGADO EN SU TOTALIDAD:	No	EJECUTADO:	SÍ
MÉTODO CONTABLE:	Basado en Unidad/Cantidad	IMPACTO EN EL PROGRAMA:	15 días
CAMBIO EN EL CAMPO:	No	FECHA DE RECEPCIÓN DE ORDEN DE CAMBIO FIRMADA:	
		MONTO TOTAL:	15,000.00
DESCRIPCIÓN:			
ADJUNTOS:			

PARTIDAS DE LA ORDEN DE CAMBIO:

N°	Código presupuestario	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal
1	26-1.S Sistema Eléctrico.Subcontrato	Trabajos adicionales	1.0	suma global	15,000.00	15,000.00
Total General:						15,000.00

Original (Valor del contrato)	45,000.00
Cambio neto por órdenes de cambio previamente autorizadas	0.00
El valor del contrato anterior a esta orden de cambio era	45,000.00
El valor del contrato será incrementado esta orden de cambio a un monto de	15,000.00
El nuevo valor del contrato que incluye esta orden de cambio será	60,000.00
El tiempo del contrato be increased 15 días por esta orden de cambio.	

Figura 34. Orden de cambio de prueba para el contrato del sistema eléctrico
Fuente: (Elaboración propia)

Una vez que se ingresa información al proyecto, es posible generar los reportes desde la misma plataforma PROCORE, para ello la plataforma brinda una serie de reportes que servirán según sea su objetivo. En la figura 35, se muestra la lista de reportes financieros disponibles. Es importante aclarar, que este al ser un proyecto de prueba no está enlazado con la ERP de la empresa, es decir, no se pueden realizar requisiciones ni facturas, por lo tanto, en los reportes generados se verá el monto de contratos, órdenes de compra y órdenes de cambio como gastos comprometidos.

REPORTES FINANCIEROS

Reporte	Descripción
Reporte de reconciliación de orden de cambio	Compara las Órdenes de Cambio de los Contrats con las Órdenes de Cambio del Contrato Primario
Modificaciones de presupuesto	Resumen de todas las modificaciones de presupuesto
Detalle de presupuesto	Muestra todos los contratos, órdenes de compra, órdenes de cambio y modificaciones de presupuesto asociados con cada partida en el Presupuesto
Resumen de adquisiciones	Resumen de costos comprometidos comparados con cada partida del presupuesto por proveedor
Órdenes de Cambio de Contrato Primario con Retraso	Órdenes de cambio del Contrato Primario con una fecha de vencimiento atrasada
Reporte de Costo Comprometido	Todas las partidas del contrato aprobadas organizadas por Código de Costo
Órdenes de Cambio Comprometidas con Retraso	Órdenes de cambio de los contratos con una fecha de vencimiento retrasada
Requisiciones de pago por fecha	Todas las requisiciones de pago con un rango de fechas específico
Órdenes de Cambio del Contrato Primario No Ejecutadas	Todas las Órdenes de Cambio del Contrato Primario no ejecutadas y todas las Órdenes de Cambio no asociadas y no pagadas
Todas las Órdenes de Cambio Potenciales del Contrato Primario organizadas por Razón del Cambio	Todas las Órdenes de Cambio Potenciales del Contrato Primario organizadas por Razón del Cambio
Reporte de recursos supervisados	Todos los recursos supervisados organizados por partida del presupuesto

Figura 35. Reportes financieros ofrecidos por la plataforma PROCORE
Fuente: (Elaboración propia)

Para el caso de este plan piloto, se generó el reporte "Detalle del presupuesto", donde se puede ver y comparar para cada partida el presupuesto original versus las modificaciones del presupuesto, y de esta manera PROCORE también genera una proyección del costo, para concluir cada actividad. En la figura 36, se muestra la información completa que genera este reporte.

Item	Presupuesto Original	Modificaciones De Presupuesto	Órdenes De Cambio Aprobadas	Presupuesto Revisado	Cambios Pendientes Al Presupuesto	Presupuesto Projectado	Item	Costos Comprometidos	Costos Indirectos	Cambios Pendientes Al Costo	Costos Projectados	Proyección Para Terminar	Estimación De Costo Final	Proyectado Arriba/ Abajo Del Presupuesto	Costos De Trabajo A La Fecha	Porcentaje Completado	Costo Para Terminar
Subtotales:	\$16,207.76	\$0.00	\$0.00	\$16,207.76	\$0.00	\$16,207.76		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$16,207.76	\$16,207.76	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$16,207.76
Subtotales de la División 5:	\$18,850.85	\$0.00	\$0.00	\$18,850.85	\$0.00	\$18,850.85		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$18,850.85	\$18,850.85	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$18,850.85
División 6 - CONCRETOS																	
6-1- Concreto Premezclado - S																	
Presupuesto Original	\$14,463.90																
							PD-001 - Concreto 280 kg/cm2	\$3,000.00								0.0%	\$3,000.00
Subtotales:	\$14,463.90	\$0.00	\$0.00	\$14,463.90	\$0.00	\$14,463.90		\$3,000.00	\$0.00	\$0.00	\$3,000.00	\$11,463.90	\$14,463.90	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$14,463.90
6-2- Bombeo - S																	
Presupuesto Original	\$1,314.90																
Subtotales:	\$1,314.90	\$0.00	\$0.00	\$1,314.90	\$0.00	\$1,314.90		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,314.90	\$1,314.90	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$1,314.90
Subtotales de la División 6:	\$15,778.80	\$0.00	\$0.00	\$15,778.80	\$0.00	\$15,778.80		\$3,000.00	\$0.00	\$0.00	\$3,000.00	\$12,778.80	\$15,778.80	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$15,778.80
División 8 - MAMPOSTERIA																	
8-1- Bloques de Mampostería - M																	
Presupuesto Original	\$5,660.72																
Subtotales:	\$5,660.72	\$0.00	\$0.00	\$5,660.72	\$0.00	\$5,660.72		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$5,660.72	\$5,660.72	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$5,660.72
8-2- Materiales para Mampostería - M																	
Presupuesto Original	\$254.73																
Subtotales:	\$254.73	\$0.00	\$0.00	\$254.73	\$0.00	\$254.73		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$254.73	\$254.73	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$254.73
Subtotales de la División 8:	\$5,915.45	\$0.00	\$0.00	\$5,915.45	\$0.00	\$5,915.45		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$5,915.45	\$5,915.45	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$5,915.45
División 9 - TRABAJOS EN ACERO																	
9-1- Estructura Metálica - S																	
Presupuesto Original	\$7,000.00																
Subtotales:	\$7,000.00	\$0.00	\$0.00	\$7,000.00	\$0.00	\$7,000.00		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,000.00	\$7,000.00	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$7,000.00
Subtotales de la División 9:	\$7,000.00	\$0.00	\$0.00	\$7,000.00	\$0.00	\$7,000.00		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,000.00	\$7,000.00	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$7,000.00
División 26 - SISTEMA ELÉCTRICO																	
26-1- Sistema Eléctrico - S																	
Presupuesto Original	\$50,573.23																
							SC-003 - Suministro e instalación de Sistema Eléctrico	\$45,000.00								0.0%	\$45,000.00
							N°001: Trabajos adicionales del sistema eléctrico	\$15,000.00								0.0%	\$15,000.00
Total general:	111,869.50	0.00	0.00	111,869.50	0.00	111,869.50		63,000.00	0.00	0.00	63,000.00	58,296.27	121,296.27	(9,426.77)	0.00	0%	121,296.27

Figura 36. Reporte de presupuesto
Fuente: (Elaboración propia)

Conclusiones

- A partir del diagnóstico de la empresa, se determinó que no existe un proceso establecido y estandarizado para llevar a cabo la gestión de costos, lo cual genera que en la mayoría de proyectos no se realice un adecuado control de costos.
- Se determinó que los procesos de estimación de costos y presupuestos son los que cuentan con mayor desarrollo dentro de la empresa, ya que, inclusive se cuenta con plantillas, herramientas en excel y una guía para su uso, sin embargo, estos procesos no están ligados con la etapa previa de planificación ni con la etapa posterior de control de costos. Además, no existe una relación directa entre los códigos presupuestarios que se utilizan en esta etapa con los utilizados en etapas posteriores por parte del área contable.
- El control de costos que se realiza actualmente en la empresa, depende únicamente de un colaborador de la empresa (Gerente de contrataciones), por consiguiente, no se le dá la importancia necesaria en todos los proyectos..
- A partir del formulario aplicado, queda demostrado que la mayoría de colaboradores de la empresa son conscientes de la importancia de realizar un adecuado control de costos y están dispuestos a ser capacitados para lograr tal fin.
- Con base en la recopilación de las buenas prácticas realizadas por otras empresas, especialmente las más importantes del país, se logró detectar que le dan un valor importante a la etapa de planificación de costos, así como al seguimiento periódico de los proyectos mediante plantillas ya establecidas.
- La empresa PRODEYCO cuenta con la plataforma PROCORE, capaz de reunir toda la información del proyecto en un solo sitio, ayudando así a realizar una mejor gestión de los costos, sin embargo, no todos los colaboradores se encuentran capacitados para llevarlo a cabo, por esta razón, no se aprovecha al máximo la plataforma.
- A partir del análisis FODA se concluye que una de las principales fortalezas de la empresa actualmente es que cuenta con el “software” PROCORE, sin embargo este no es aprovechado en su totalidad, por esta razón, cuentan con con muchas oportunidades de mejora con el uso del mismo.
- El modelo de gestión de costos propuesto, se ajusta a los requerimientos y herramientas con las que cuenta PRODEYCO S.A, hace una combinación entre plantillas de excel y la plataforma PROCORE, pero tiene como objetivo a futuro hacer uso únicamente de la plataforma mencionada.
- La plataforma PROCORE no cuenta con un sistema multimoneda, lo cual obliga que toda la información se maneje únicamente en dólares o colones o bien que a la hora de exportar la información se deba realizar la conversión manualmente.

- La elaboración de una guía metodológica para el uso del modelo de gestión de costos, brinda la posibilidad a la empresa de poder estandarizar estos procesos para aquellos colaboradores que estén involucrados en alguna de las etapas de esta área de conocimiento.
- A partir de los datos obtenidos del plan piloto de implementación en un proyecto de prueba se obtuvo que, el uso del modelo de gestión de costos aporta un valor agregado, ya que, se podrá controlar y comparar el gasto contra el presupuesto original del proyecto, lo cual permite aplicar las medidas correctivas que correspondan durante la ejecución del proyecto.

Recomendaciones

- Se recomienda que la plantilla de planificación de costos que se encuentra en la guía metodológica, para el uso del modelo de gestión de costos, al inicio de cada proyecto, esté disponible para que todos los colaboradores puedan tener acceso a ella, durante la ejecución del proyecto.
- Se recomienda al departamento de presupuestos migrar los códigos presupuestarios desde la etapa de estimación de cantidades y costos a los utilizados por el departamento contable de la empresa. Para ello es importante que se realicen constantes reuniones entre los departamentos, para abarcar todas las actividades requeridas por el presupuestista dentro de los códigos presupuestarios.
- Se recomienda al departamento de presupuestos y contrataciones realizar un seguimiento del modelo de gestión de costos propuesto en este trabajo de graduación. Esto con el fin de visualizar oportunidades de mejora y problemas que se puedan generar durante la ejecución de un proyecto real.
- Se recomienda a la empresa capacitar a los colaboradores que se relacionan con la gestión de costos en el uso de la plataforma PROCORE, para obtener mayor provecho de esta..
- Se recomienda al gerente de contrataciones solicitar a los encargados de soporte de la plataforma PROCORE incluir un sistema multimoneda, de manera tal que se pueda manejar la información tanto en dólares como en colones.
- Se recomienda a la empresa abarcar otras áreas de conocimiento relacionadas con la gestión de costos, tales como: gestión del alcance, gestión del tiempo, gestión de contrataciones, gestión de cambios, entre otros, para así poder optimizar y robustecer el modelo propuesto. Aprovechando posibles proyectos de graduación universitarios que puedan surgir.

Referencias

- Álvarez, Hellen (feb. de 2018). *Guía metodológica para la gestión de proyectos en la empresa Compañía Constructora Urbanotecnia S.A.*
- Artavia, Miguel (2020). *Control de Costos.*
- Blanco, Luis (nov. de 2016). *Propuesta de gestión del costo para los proyectos de la constructora Hermanos Brenes S.A.*
- Chamoun, Yamal (2002). *Administración Profesional de Proyectos La Guía.* México: McGraw Hill Interamericana Editores, S.A.
- Chaves, Diana (ago. de 2020). *Metodología para la gestión de proyectos y la trazabilidad de la información en la empresa Jiménez y Chacón Constructores S.A.*
- Coghi, Juan Carlos y Manuel Álvarez (ago. de 2002). *Diseño de un modelo para el control de costos reales de una construcción.*
- Devandas, Octavio (dic. de 2007). *Diseño e implementación de un Sistema de Control de Costos.*
- Gido, Jack y James Clements (2012). *Administración exitosa de proyectos.* fifth. Cengage Learning Editores.
- Gray, Clifford y Erik Larson (2009). *Administración de proyectos.* fourth. México: McGraw Hill Interamericana Editores, S.A.
- Leiva, Matias Riquelme (dic. de 2016). *FODA: Matriz o Análisis FODA – Una herramienta esencial para el estudio de la empresa.* URL: <https://www.analisisfoda.com/>.
- Mena, Byron Elizondo (jun. de 2020). *Propuesta de plan de gestión del alcance, costo y tiempo para los proyectos de la empresa RQL Ingeniería S.A.*
- Project Management Institute, Inc (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK).* sixth. Guía del PMBOK. Project Management Institute, Inc.
- Ramírez, Olman (dic. de 2008). *Desarrollo de una aplicación y procedimiento para Control de Costos de los proyectos constructivos de KIREBE.*
- Rivera, Francisco y Gisel Hernández (2010). *Administración de proyectos. Guía para el aprendizaje.* Pearson Educación de México.
- Salas, Daniel Mora (dic. de 2010). *Diseño de un plan de gestión de costo y de tiempo para la administración de proyectos de la empresa constructora Jiménez y Sojo.*
- Sampieri, Roberto Hernández (2014). *Metodología de la investigación.* sixth. McGRAW-HILL.

Apéndices

1. Formulario aplicado para la recolección de información sobre la gestión de costos aplicada en la empresa PRO-DEYCO

A partir de la siguiente página

Gestión de costos PRODEYCO

El siguiente formulario está dirigido a los colaboradores de la empresa constructora PRODEYCO S.A con el fin de obtener información acerca del modelo de gestión de costos utilizado actualmente. Cabe rescatar que dicho formulario fue creado únicamente con fines educativos, para el proyecto de graduación del estudiante Mauricio Fonseca Vallejos del Instituto Tecnológico de Costa Rica, por lo cual; ninguna de las respuestas brindadas será utilizada para fines distintos a los mencionados y además éstas serán completamente anónimas.

*Obligatorio

GESTIÓN DE COSTOS: DEFINICIÓN

La gestión de costos de un proyecto es aquella que se ocupa principalmente del costo de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. La gestión de costos incluye los procesos de planificación, estimación, determinación del presupuesto y control de los costos del proyecto, de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

1. ¿En cuál departamento se desempeña? *

Marca solo un óvalo.

- Presupuesto
- Salud Ocupacional
- Ingeniería (Gerente de proyecto, ingenieros residentes, arquitectos residentes)
- Administrativo
- Contrataciones
- Otro: _____

2. ¿Había escuchado anteriormente sobre la gestión de costos en los proyectos?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez
- Otro: _____

3. ¿Conoce si la empresa tiene establecidos procedimientos estandarizados para llevar acabo la gestión de costos? y de ser así ¿cree usted que se realiza una adecuada gestión de costos en la empresa?

4. ¿A cuál de las fases de la gestión de costos (planificación, estimación de costos, presupuesto y control) cree usted que se le da mayor y menor importancia en la empresa? Justifique respuesta.

5. ¿Se utiliza alguna herramienta, plantilla o formato estándar para el cálculo de duraciones y costos de las actividades de un proyecto?

6. ¿Se utiliza alguna herramienta, plantilla o formato estándar para llevar el control de los cambios en el alcance de los proyectos (órdenes de cambio)? ¿Cómo es el flujo de trabajo al que se someten dichas órdenes de cambio?

7. ¿Durante la ejecución de los proyectos se realiza un control y monitoreo de los costos, gastos, flujos de efectivo y recursos del proyecto para gestionar los cambios a la línea base del presupuesto?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- No tengo conocimiento
- Otro: _____

8. ¿Actualmente en la empresa como se realiza el control de los costos? *

9. ¿Cuáles herramientas ha utilizado para llevar el control y monitoreo de los costos en un proyecto?

Selecciona todos los que correspondan.

- MS Excel
- MS Project
- Google Sheets
- O4Bi
- Dynamics 365
- Power BI

Otro: _____

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

11. ¿Qué oportunidades cree usted que tiene la empresa para mejorar el proceso de control de costos?

12. ¿Cuáles costos cree usted que se deberían controlar?

Selecciona todos los que correspondan.

- Costo de materiales
- Costo de mano de obra
- Costo de subcontratos
- Costos indirectos
- Costos de administración de la obra
- Costos administrativos

Otro: _____

13. ¿Se realiza un registro de lecciones aprendidas durante los proyectos para mejorar el desempeño en la gestión de los costos para proyectos futuros?

14. ¿Cuáles considera usted que son las buenas prácticas que realiza la empresa para una adecuada gestión de costos?

2. Guía metodológica para el uso del modelo de gestión de costos

A partir de la siguiente página

GUÍA METODOLÓGICA PARA EL USO DEL MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS

Propuesta de mejoras para proyectos de
construcción

PRODEYCO S.A

Elaborado por:
Versión I

Mauricio Fonseca Vallejos
Año: 2021

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	2
CAPÍTULO 2: MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS	3
CAPÍTULO 3: PLANIFICACIÓN DE COSTOS	4
3.1 PLANTILLA PARA PLANIFICACIÓN DE COSTOS	5
CAPÍTULO 4: ESTIMACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTO	6
4.1 MANUAL DE USO PARA CUANTIFICAR CANTIDADES EN NAVISWORKS...	7
4.2 PLANTILLA PARA REGISTRO DE SUPUESTOS	14
4.3 CATÁLOGO DE CUENTAS CONTABLES.....	15
4.4 PLANTILLA DE PRESUPUESTO PARA PROCORE.....	18
4.4.1 Seleccionar el proyecto deseado dentro del portafolio de la empresa	18
4.4.2 Ingresar al presupuesto del proyecto.....	18
4.4.3 Descargar plantilla de Excel	18
4.4.4 Plantilla de Excel	19
CAPÍTULO 5: CONTROL DE COSTOS	20
5.1 MANUAL DE USO PROCORE	20
5.2 PLANTILLA PARA INFORMES PERIÓDICOS	27
5.3 PLANTILLA PARA CONTROL DE CONSUMO DE MATERIALES	28
CAPÍTULO 6: MEJORA CONTINUA	30
6.1 PLANTILLA PARA REGISTRO DE LECCIONES APRENDIDAS	32
CAPÍTULO 7: REFERENCIAS	33

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

De acuerdo con (Puga, 2017) la industria de la construcción y actividades asociadas se ha convertido en un entorno altamente competitivo donde no hay espacio para los imprevistos. Bajo este entorno resulta esencial disponer de un sistema eficiente de organización de recursos financieros, técnicos y humanos.

La empresa PRODEYCO no es la excepción, ya que su visión de posicionarse en el mercado de la construcción como una empresa líder, con capacidad de entregar soluciones innovadoras, de alta calidad, en el plazo establecido y al mejor costo, hace que esté, en una búsqueda constante de mejora continua, en su sistema de gestión de costos.

Esta guía, le brinda una base a los colaboradores, mediante una serie de pasos y plantillas, utilizando todas las herramientas con las que cuenta. Es importante mencionar que esta guía solo servirá de referencia, ya que habrá casos donde no se pueda llevar a cabo según lo establecido aquí; y por ende deberá imperar el juicio de expertos.

Es importante que la empresa a partir de esta guía pueda observar los factores de mejora con los que cuenta en la gestión de costos y realizar las acciones correctivas necesarias, además de sacar el máximo provecho a los “softwares”, ya que la aplicación de tecnología en el control de costos ayudará a la empresa en su carrera hacia la rentabilidad y la competitividad. Como menciona (Puga, 2017) es esencial disponer de aplicaciones diseñadas específicamente para el sector construcción, y que permitan apoyar la gestión de un proyecto desde la etapa de diseño hasta su entrega y facturación. **La llave para lograr este objetivo está en las** soluciones de gestión integral (ERP), donde la empresa tiene como una de sus fortalezas el manejo del “software” PROCORE enlazado con el “software” contable XERO.

Por último, es importante estandarizar el uso de esta guía en todos los proyectos de la empresa, ya que con ello se busca que en todos los proyectos se realice una adecuada gestión de costos en aras de la obtención de resultados positivos, en el flujo de trabajo de estos.

CAPÍTULO 2: MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS

Como parte del proyecto de graduación realizado por el autor de esta guía, se logró detectar y analizar las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas con las que cuenta la empresa en la gestión de costos. A partir de esta información, se logró diseñar el modelo de gestión de costos que se muestra en la figura 1, y el cual se utiliza como base en el desarrollo de esta guía.

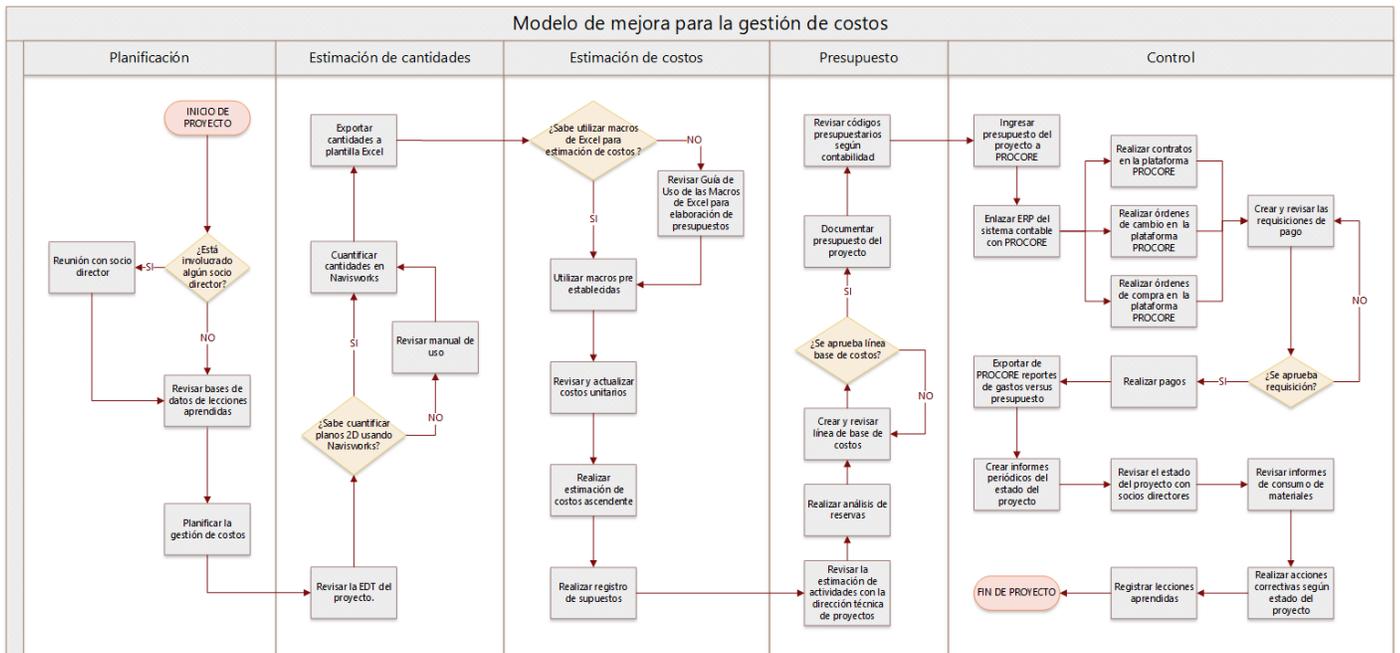


Figura 1. Modelo de gestión de costos propuesto

CAPÍTULO 3: PLANIFICACIÓN DE COSTOS

“Es el proceso de definir como se han de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionarán los costos del proyecto a lo largo del mismo” (Project Management Institute, 2017)

La planificación de la gestión de costos tiene como principal salida el plan de gestión de los costos, el cual debe abarcar las respuestas a una serie de interrogantes tales como:

- ¿Qué nivel de precisión se va a utilizará?
- ¿Cuál es el nivel de exactitud de las estimaciones de costos?
- ¿Cuáles unidades de medida se utilizarán en el proyecto?
- ¿Cómo se realizarán los enlaces con los procedimientos dentro de la organización?
- ¿Cuál será la variación del costo permitida antes de tomar medidas en el proyecto?
- ¿Cuál será la técnica empleada para realizar el respectivo control y seguimiento de los costos del proyecto?
- ¿Cuál será el formato en que se deben presentar los informes de costos del proyecto y en qué frecuencia se entregarán?

Es de suma importancia que esta información quede debidamente documentada en la información del proyecto compartida en la nube Drive, para que todos aquellos colaboradores que estén involucrados en la gestión de costos estén conscientes de los parámetros establecidos para el proyecto.

Se propone el uso de la plantilla que se muestra en la sección 3.1 y que su documentación se realice en el drive de la empresa en la siguiente ruta:

Unidades compartidas→*Proyectos*→*Escoger proyecto*→*Administración del proyecto*

3.1 PLANTILLA PARA PLANIFICACIÓN DE COSTOS

Proyecto	Botanika	Versión	1	Fecha de Revisión	1/8/2021
1	Nivel de Exactitud				
Se utilizará un nivel de exactitud de X%, considerando una desviación en la programación de ese nivel como aceptable.					
2	Nivel de Precisión				
Se utilizará redondeo de valores a tres dígitos (0.000)					
3	Unidades de medida				
Se utilizará como base el Sistema Métrico Internacional. Para costo se utilizarán colones o dólares, según corresponda el pago de acuerdo con los documentos contractuales.					
4	Umbrales de control				
Se establece que una desviación del X% es aceptable, en caso de que se exceda este umbral se deben tomar acciones correctivas para disminuir tiempos de ejecución.					
5	Método para la medición del desempeño				
Se utilizará el método de valor ganado para conocer el estado real del proyecto según los datos obtenidos de los reportes y haciendo uso de la plantilla 5.2 de esta guía.					
6	Formato para los informes de control				
Los informes serán presentados a los socios directores en una frecuencia mensual. Los mismos se presentarán en la plantilla 5.3 mediante reuniones.					

CAPÍTULO 4: ESTIMACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTO

“Estimar los costos es el proceso de desarrollar una aproximación del costo de los recursos necesarios para completar el trabajo del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que determina los recursos monetarios requeridos para el proyecto” mientras que la creación del presupuesto “es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada” (Project Management Institute, 2017)

Para estas actividades de la gestión de costos se toma como base el proceso utilizado actualmente por el departamento de presupuestos de la empresa. Sin embargo, es necesario establecer un manual básico con los pasos para la estandarización del proceso de cuantificación de cantidades utilizando el “software” NAVISWORKS, ya que dentro de este se maneja el catálogo de actividades o EDT del proyecto en formato Unifomat, el cual dentro de la plantilla de Excel de presupuestos se migrarán los datos de forma automática a las cuentas contables como se detallará más adelante. En la sección 4.1 se muestra este manual.

Por otro lado, se implementará en estos procesos la plantilla que se encuentra en la sección 4.2, la cual servirá para llevar un registro de los supuestos que se realizan en la etapa de estimación y presupuesto, esto con el fin de que se les dé el seguimiento adecuado a estos supuestos y se logren aclarar antes de realizar el presupuesto base del proyecto.

Dentro de los principales procesos que se implementan con el nuevo modelo de gestión de costos propuesto se encuentra la conversión del catálogo de actividades utilizado actualmente al catálogo de cuentas contables. Para ello en la sección 4.3 se encuentra el catálogo de cuentas contables que maneja el departamento contable a través de su sistema XERO. Es importante mencionar que existe la posibilidad de actualizar este catálogo contable según las necesidades de los proyectos, por lo tanto, se debe estar en constante comunicación con el departamento contable, para así utilizar los códigos contables pertinentes a las actividades.

Por último, para completar el proceso de forma satisfactoria se debe adaptar el presupuesto al formato establecido por la plataforma PROCORE, ya que esta es la única forma que existe para cargar el presupuesto en dicha plataforma. En la sección 4.4 se muestra esta plantilla.

4.1 MANUAL DE USO PARA CUANTIFICAR CANTIDADES EN NAVISWORKS

Este apartado pretende brindar los pasos básicos para realizar la cuantificación de cantidades en planos con formato PDF en el “software” Navisworks. Es importante contar previamente con la licencia de Autodesk y el catálogo Uniformat de la empresa PRODEYCO incorporado al programa. A continuación, se muestran los pasos a seguir:

4.1.1 Abrir el programa: para abrir el programa se debe dar clic dos veces con el mouse o bien con la tecla enter ingresar. Una vez que se ingrese se mostrará la interfaz que se muestra en la figura 2.

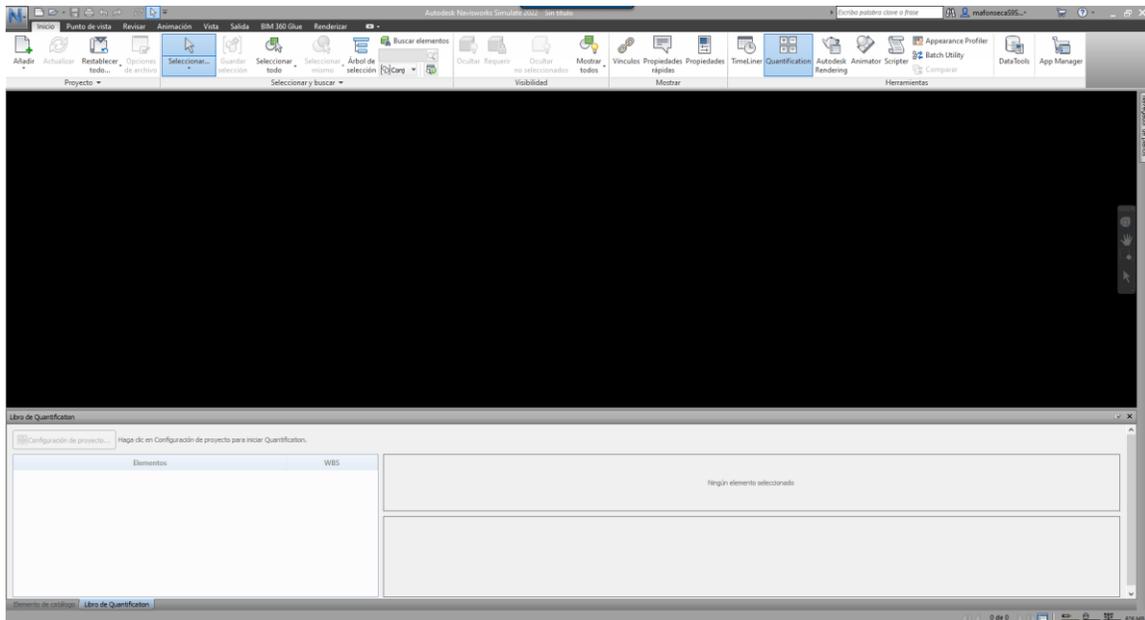


Figura 2. Interfaz de inicio del programa Navisworks

4.1.2 Cargar los planos del proyecto: en el menú de herramientas superior, se debe buscar el grupo de herramientas “Proyecto”, abrir la lista desplegable “Añadir” y seleccionar la opción “Añadir” (ver figura 3). Una vez seleccionada esta opción, se abrirá el buscador de archivos donde se debe buscar el juego de planos a cuantificar (ver figura 4).

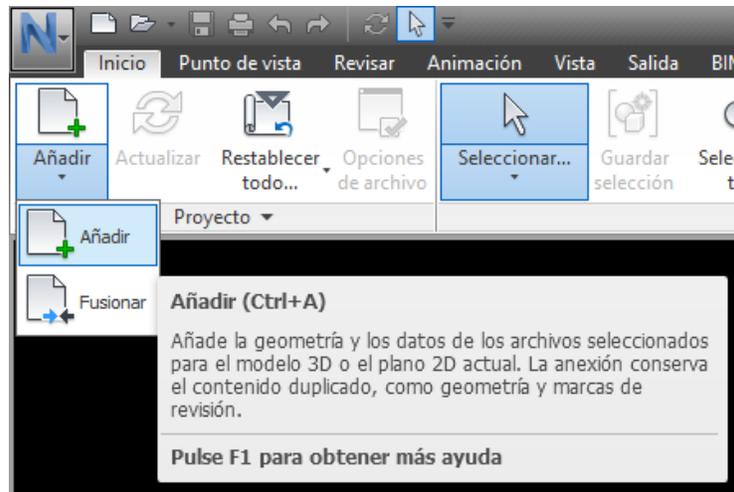


Figura 3. Herramienta para añadir planos al programa

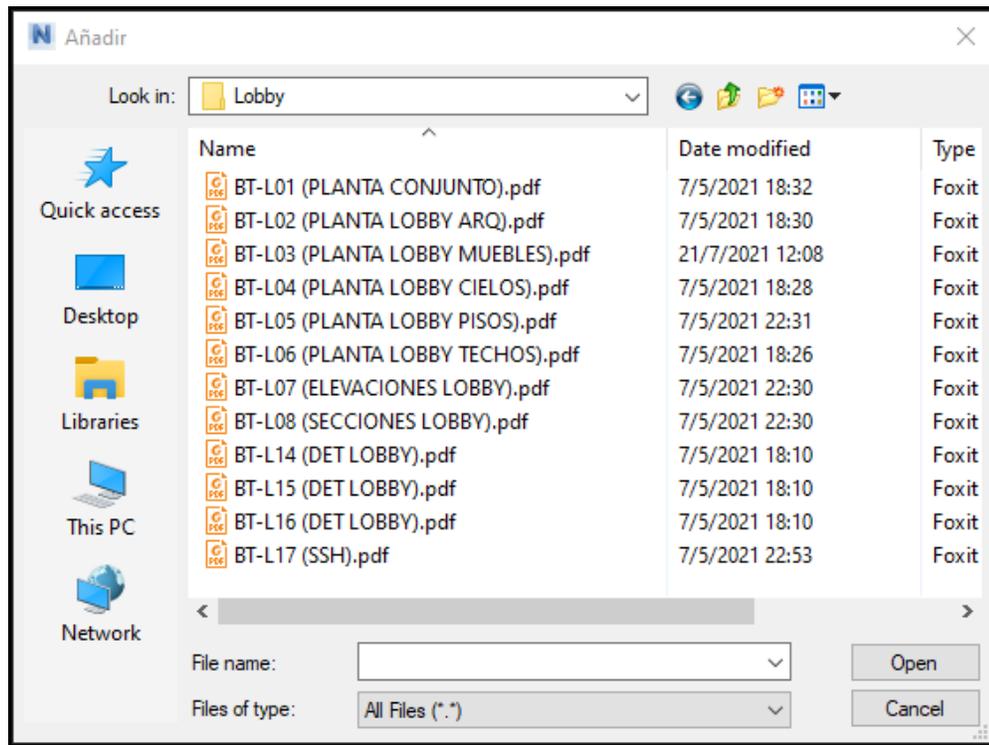


Figura 4. Buscador de archivos

Una vez seleccionado el archivo con los planos del proyecto estos se podrán visualizar en la pantalla principal del programa.

4.1.3 Configuración de proyecto: una vez que se tiene los planos cargados en el programa, se debe realizar la configuración de proyecto. Para ello se mostrará automáticamente una ventana llamada “Libro de cuantificación” en la parte inferior de la

pantalla, la cual tiene el botón para abrir el configurador del proyecto como se muestra en la figura 5.

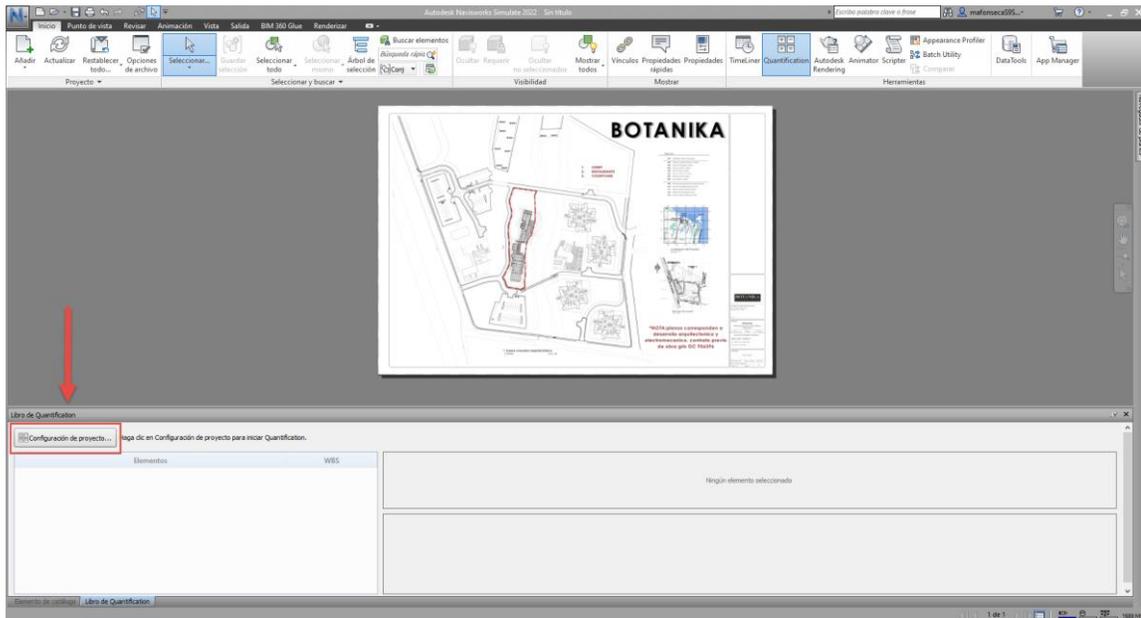


Figura 5. Configuración del proyecto

Una vez seleccionado el botón de configuración del proyecto, se abrirá la ventana “Asistente de configuración de cuantificación”, donde en primer lugar se debe seleccionar el catálogo con el que se desea trabajar, como se muestra en la figura 6, está incluido el catálogo 20210420 PRODEYCO – Unifomat, el cual debe seleccionar.

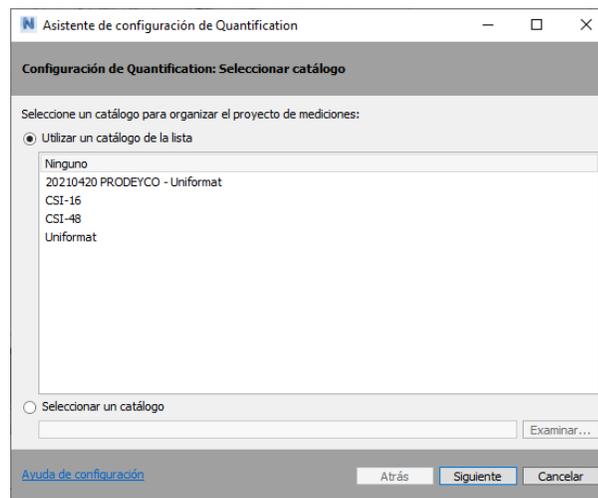


Figura 6. Seleccionar catálogo de cuantificación

Después, se abrirá la ventana para seleccionar las unidades del proyecto, para ello es importante revisar previamente la plantilla de planificación de la gestión de costos y seleccionar las unidades que corresponden (ver figura 7).

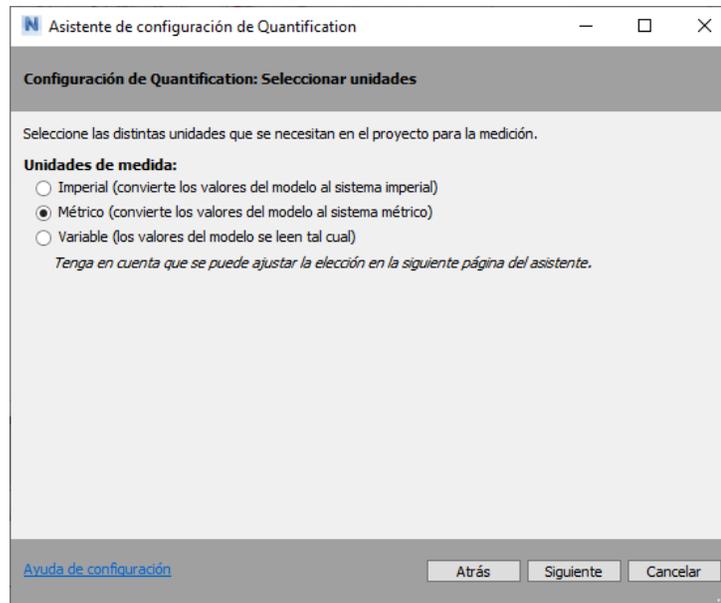


Figura 7. Seleccionar unidades de medida del proyecto

Una vez seleccionadas las unidades de medida del proyecto, se procede a escoger las propiedades de medición para cada tipo de cubicación como se muestra en la figura 8.

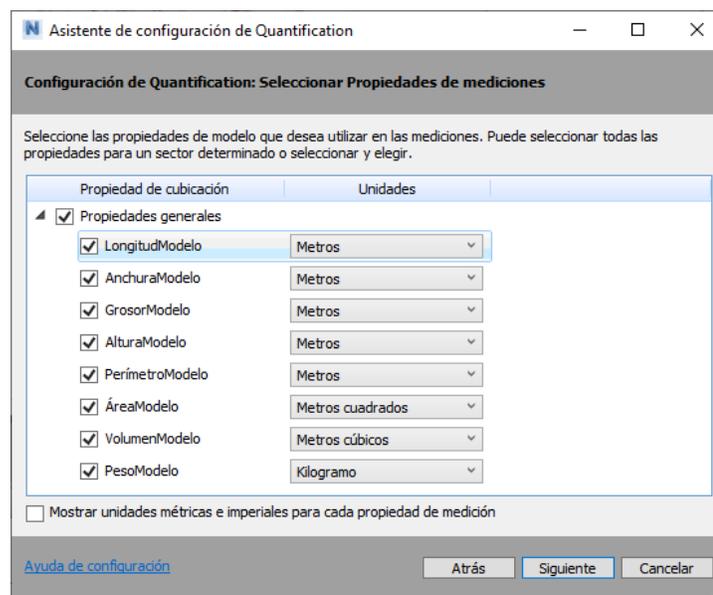


Figura 8. Seleccionar propiedades de mediciones

Con este último paso, el programa tiene toda la información necesaria para configurar la base de datos de mediciones.

4.1.4 Creación de elementos en catálogo: en la ventana inferior se puede observar la opción “Elemento de catálogo”, donde se encuentra la estructura de desglose de trabajo establecida por la empresa. Para crear un elemento primero se deben abrir

las listas de paquetes de trabajo o tareas desplegadas, por ejemplo, si se abre el paquete de trabajo “SUB-ESTRUCTURA” se desplegarán dos grupos “FUNDACIONES” y “FUNDACIONES ESPECIALES”, luego se procede a abrir el grupo de “FUNDACIONES” donde se despliegan las actividades “PLACA CORRIDA” y “PLACA AISLADA”, si se selecciona “PLACA CORRIDA” se desplegarán los niveles del proyecto, una vez seleccionado el nivel donde se encuentra este elemento se procede a seleccionar el botón “NUEVO ELEMENTO” como se muestra en la figura 9. Por último, se debe asignar el nombre del elemento.

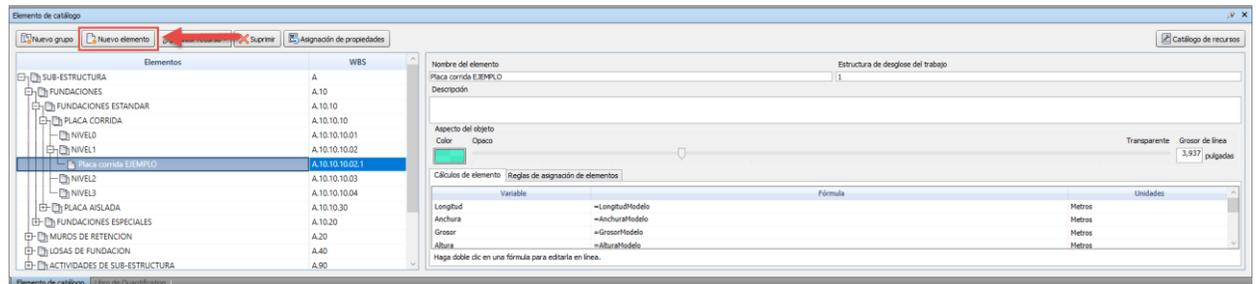


Figura 9. Creación de nuevo elemento del catálogo

4.1.5 Cuantificación de elementos: una vez que se tienen creados los elementos que se desean cuantificar, en la misma ventana inferior donde se encuentra el catálogo se debe seleccionar el “Libro de Quantification”, donde se podrán visualizar todos los elementos que se crearon en el catálogo, con la diferencia de que en esta pantalla, se podrán ver las principales herramientas de cuantificación. Primero, el programa ofrece la opción de medir mediante una polilínea, también está la opción de medir áreas y por último la opción de medir cantidades de elementos. En la figura 10 se muestran estas herramientas.

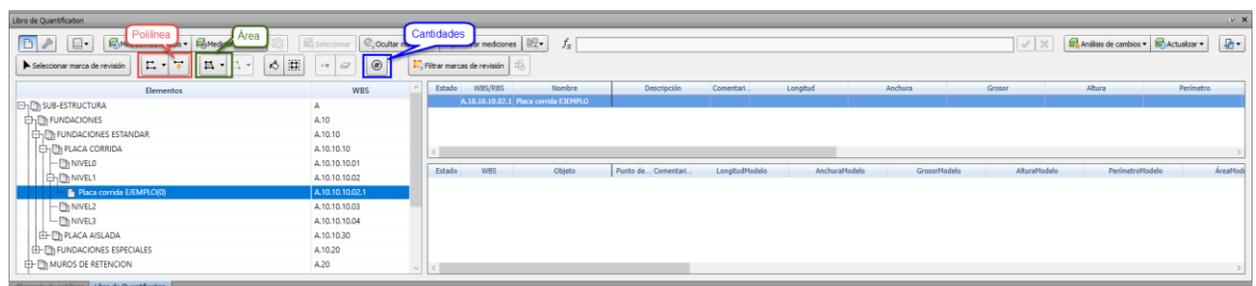


Figura 10. Herramientas de cuantificación

Ahora bien, una vez que selecciona la herramienta de cuantificación a utilizar, el programa abrirá automáticamente una ventana emergente de precaución (ver figura 11), ya que el plano no necesariamente está en escala 1:1.

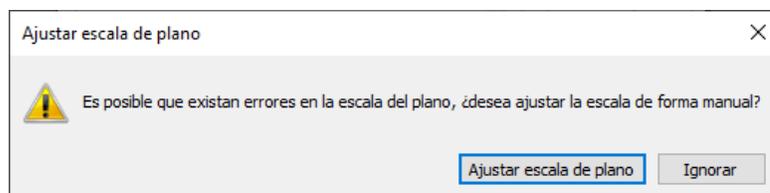


Figura 11. Ventana de ajuste de la escala del plano

Por ende, se debe seleccionar la opción “Ajustar escala de plano”. El programa Navisworks utiliza un método de ajuste de escala a través de medidas de referencia, por lo tanto, se debe buscar dentro del plano alguna medida que sea conocida para poder escalarlo. En la figura 12 se muestra la ventana para establecer la escala por medición, para ello se debe presionar el botón nueva medida y realizar la medición conocida.

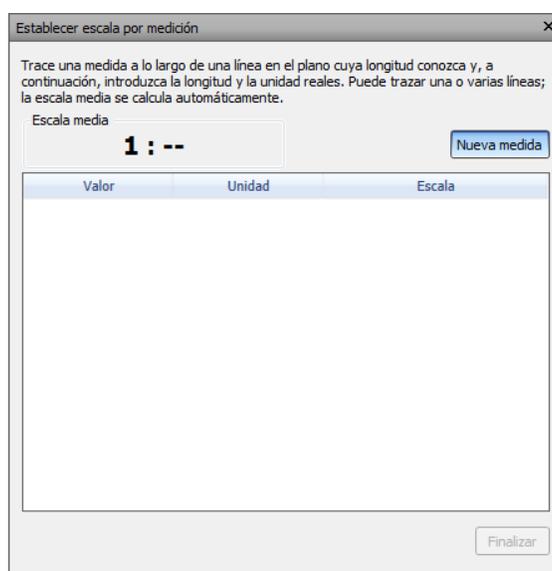


Figura 12. Ventana para establecer escala por medición

Una vez que se traza la medida conocida del plano, se abre la ventana mostrada en la figura 13, donde se debe introducir el valor conocido y su unidad de medición. Con esto el programa detectará una escala, la cual se debe comparar con la escala que diga el plano, en algunos casos se deben realizar varias medidas para ser más precisos.

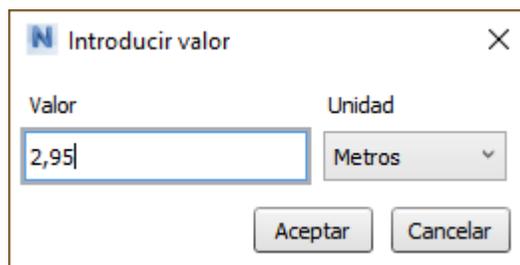


Figura 13. Ventana para introducir valor conocido

Por último, con el plano escalado correctamente, se procede a realizar la medición de todos los elementos que se requieran.

4.1.6 Exportar reporte de cuantificación: una vez que se tienen los elementos debidamente cuantificados, es necesario realizar el reporte de cantidades que servirá de insumo para el uso de las macros de Excel para presupuestos. En la ventana inferior del “Libro de cuantificación” se realiza esta acción como se muestra en la figura 14.

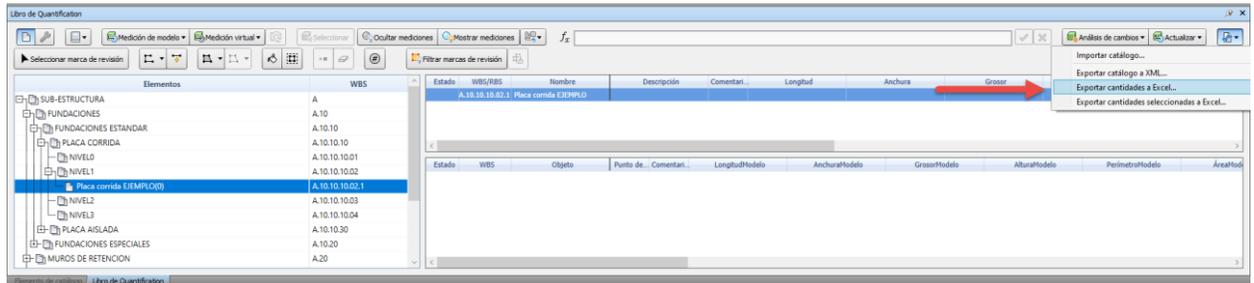


Figura 14. Exportar cantidades a Excel

Por último, en la figura 15 se observa el reporte de cantidades generado en Excel por Navisworks, es importante mencionar que a este reporte no se le debe modificar ninguna línea de datos ni los nombres de las columnas y filas, ya que esto es lo que utiliza la macro de presupuestos como referencia para obtener la información.

WBS/RBS	Description	Comments	Group1	Group2	Group3	Group4	Group5	Item	Resource	Object	Description1	Description2
A			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES								
A.10			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES								
A.10.10			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESTANDAR							
A.10.10.10			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESTAND/PLACA CORRIDA							
A.10.10.01			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESTAND/PLACA CORRIDA	NIVEL0						
A.10.10.02			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESTAND/PLACA CORRIDA	NIVEL1						
A.10.10.03			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESTAND/PLACA CORRIDA	NIVEL2						
A.10.10.04			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESTAND/PLACA CORRIDA	NIVEL3						
A.10.10.30			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESTAND/PLACA AISLADA							
A.10.10.30.01			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESTAND/PLACA AISLADA	NIVEL0						
A.10.10.30.02			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESTAND/PLACA AISLADA	NIVEL1						
A.10.10.30.03			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESTAND/PLACA AISLADA	NIVEL2						
A.10.10.30.04			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESTAND/PLACA AISLADA	NIVEL3						
A.10.20			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESPECIALES							
A.10.20.10			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESPECIA PILOTES							
A.10.20.10.01			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESPECIA PILOTES	NIVEL0						
A.10.20.10.02			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESPECIA PILOTES	NIVEL1						
A.10.20.10.03			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESPECIA PILOTES	NIVEL2						
A.10.20.10.04			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESPECIA PILOTES	NIVEL3						
A.10.20.20			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESPECIA PILOTES DE GRAVA							
A.10.20.20.01			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESPECIA PILOTES DE GRAVA	NIVEL0						
A.10.20.20.02			SUB-ESTRUCTURA	FUNDACIONES	FUNDACIONES ESPECIA PILOTES DE GRAVA	NIVEL1						

Figura 15. Reporte de cantidades exportado de Navisworks

4.2 PLANTILLA PARA REGISTRO DE SUPUESTOS

Como parte de las herramientas que se implementarán principalmente en la etapa de presupuestos, están el registro y control de supuestos. En este apartado se muestra una propuesta para poder llevar dicho registro, donde es de suma importancia documentar el responsable de dicho supuesto y establecer una fecha de vencimiento. Se propone que esta plantilla se maneje en un documento Excel editable dentro de la nube de proyectos, específicamente en la carpeta de presupuestos, donde los encargados tengan acceso a editar y visualizar.

Proyecto:		Botanika	Fecha:	2/8/21	Versión:	1
ID / PLANO	Categoría	Suposición	Responsabilidad	Fecha de vencimiento	Estatus	Acciones
A25	Acabados	Se suponen dos manos de pintura y pasta para el acabado de las paredes interiores del cuarto de lavandería.	MF ARQUITECTURA	10/8/21	En revisión	Se mandó a consultar con el responsable de arquitectura.

4.3 CATÁLOGO DE CUENTAS CONTABLES

En la tabla 1 se muestra el catálogo de cuentas contables que maneja actualmente el departamento de contabilidad de la empresa, es recomendable que en el momento de migrar el presupuesto a estos códigos se solicite a este departamento la versión más actualizada, además de que contemplan un detalle de cada cuenta contable que puede ayudar a un mejor entendimiento.

Tabla 1. Catálogo de cuentas contables

Código	Nombre	clasificación
301-01	Personal en Campo	Direct Costs
301-02	Cargas Sociales Personal en Campo	Direct Costs
301-03	Servicios de Consultora Tecnica	Direct Costs
301-04	Hospedaje, Transporte y Alimentación	Direct Costs
301-05	Servicios Públicos, Seguridad y Limpieza	Direct Costs
301-06	Comunicaciones y Gastos de Oficina	Direct Costs
301-07	Instalaciones Provisionales	Direct Costs
301-08	Consumibles y Desgastables	Direct Costs
301-09	Seguridad Ocupacional y Gestion Ambiental	Direct Costs
301-10	Combustibles, Aceites y Repuestos	Direct Costs
301-11	Transportes o Fletes	Direct Costs
301-12	Garantias Bancarias, Seguros y Gastos Legales Proyectos	Direct Costs
301-13	Herramientas Manuales	Direct Costs
301-14	Herramientas Eléctricas	Direct Costs
301-15	Equipo Menor	Direct Costs
301-16	Equipo Mayor	Direct Costs
301-17	Bonificaciones	Direct Costs
302-01	Demoliciones	Direct Costs
302-02	Movimientos de Tierra	Direct Costs
302-03	Obras Especiales del Suelo	Direct Costs
303-01	Excavacion y Relleno Estructural	Direct Costs
304-01	Varilla de Refuerzo	Direct Costs
304-02	Cable de Acero para Postensados	Direct Costs
304-03	Malla Electrosoldada	Direct Costs
304-04	Alambre Negro	Direct Costs
305-01	Formaleta: Metal	Direct Costs
305-02	Formaleta: Madera	Direct Costs
305-03	Consumibles para Formaleta	Direct Costs
306-01	Concreto Premezclado	Direct Costs
306-02	Bombeo	Direct Costs
306-03	Arena	Direct Costs

306-04	Piedra	Direct Costs
306-05	Cemento	Direct Costs
306-06	Aditivos	Direct Costs
307-01	Entrepisos Prefabricados	Direct Costs
307-02	Estructuras Prefabricadas	Direct Costs
308-01	Bloques de Mampostera	Direct Costs
308-02	Materiales para Mampostera	Direct Costs
309-01	Estructura Metalica	Direct Costs
309-02	Entrepisos Metalicos	Direct Costs
309-03	Trabajos Arquitectonicos en Acero	Direct Costs
310-01	Estructuras de Madera	Direct Costs
310-02	Muebles de Madera	Direct Costs
310-03	Trabajos Arquitectonicos en Madera	Direct Costs
311-01	Cubiertas y Cerramientos	Direct Costs
311-02	Cubiertas de Materiales Translucidos	Direct Costs
311-03	Aislantes para Techos	Direct Costs
311-04	Hojalateras	Direct Costs
312-01	Impermeabilizaciones	Direct Costs
312-02	Juntas y Barreras de Agua	Direct Costs
312-03	Drenaje	Direct Costs
313-01	Puertas de Metal	Direct Costs
313-02	Puertas de Madera	Direct Costs
313-03	Puertas y Ventanas de Aluminio	Direct Costs
313-04	Puertas y Ventanas de PVC	Direct Costs
313-05	Puertas Especiales	Direct Costs
313-06	Cortinas Arrollables	Direct Costs
313-07	Espejos y Rejillas	Direct Costs
313-08	Cerrajera	Direct Costs
314-01	Divisiones Livianas	Direct Costs
314-02	Otras Divisiones Livianas	Direct Costs
315-01	Repellos	Direct Costs
315-02	Nivelacion	Direct Costs
316-01	Pisos Cermicos	Direct Costs
316-02	Pisos Cementicios	Direct Costs
316-03	Materiales de Instalacin de Enchapes	Direct Costs
316-04	Pisos Laminados	Direct Costs
316-05	Alfombras	Direct Costs
316-06	Pisos Especiales	Direct Costs
317-01	Cielos de Gypsum	Direct Costs
317-02	Cielos Suspendidos	Direct Costs
317-03	Cielos de Madera	Direct Costs

317-04	Cielos Especiales	Direct Costs
318-01	Pinturas y Selladores	Direct Costs
318-02	Revestimientos Especiales	Direct Costs
319-01	Loza Sanitaria	Direct Costs
319-02	Grifera y Accesorios	Direct Costs
319-03	Particiones Sanitarias	Direct Costs
320-01	Señalización	Direct Costs
320-02	Juntas de Construcción	Direct Costs
320-03	Otros Acabados	Direct Costs
321-01	Equipamiento Comercial e Institucional	Direct Costs
321-02	Mobiliario de Oficina	Direct Costs
321-03	Elevadores, Escaleras Eléctricas y Trompos	Direct Costs
322-01	Pavimentos	Direct Costs
322-02	Aceras y Caños	Direct Costs
322-03	Cercas Perimetrales	Direct Costs
322-04	Muros de Gaviones	Direct Costs
322-05	Jardinera	Direct Costs
322-06	Tuberías	Direct Costs
322-07	Sealización Horizontal y Vertical	Direct Costs
322-08	Piscinas y Fuentes	Direct Costs
322-09	Plantas de Tratamiento	Direct Costs
323-01	Sistema Fontanera	Direct Costs
324-01	Sistema Contra Incendio	Direct Costs
324-02	Extintores	Direct Costs
325-01	Sistema de Aire Acondicionado y Extracción	Direct Costs
325-02	Automatización BMS	Direct Costs
326-01	Sistema Eléctrico, Potencia e Iluminación	Direct Costs
326-02	Sistema Media Tensión	Direct Costs
326-03	Generadores y Protectores	Direct Costs
327-01	Sistema Telecomunicaciones	Direct Costs
327-02	Sistema de Audio y Video	Direct Costs
328-01	Sistema de Seguridad Humana	Direct Costs
329-01	Obra Civil de trabajos Electromecánicos y A/C	Direct Costs
330-01	Mano de Obra Directa	Direct Costs
330-02	Cargas Sociales de Mano de Obra	Direct Costs
330-03	Viáticos Mano de Obra	Direct Costs

Fuente. Departamento contable de PRODEYCO

4.4 PLANTILLA DE PRESUPUESTO PARA PROCORE

Para descargar la plantilla de presupuesto necesaria para la inclusión del presupuesto en PROCORE, se deben seguir los siguientes pasos:

4.4.1 Seleccionar el proyecto deseado dentro del portafolio de la empresa

The screenshot shows the PRODEYCO web application interface. At the top, there is a navigation bar with the PRODEYCO logo, a dropdown menu for 'Proyecto S.A.' (currently showing '044 - Botánica'), and a 'Herramientas de Portafolio' dropdown. Below the navigation bar, there is a search bar and a table of projects. The table has columns for Nombre, Número De Proyecto, Dirección, Ciudad, Estado, Código Postal, Teléfono, Programa, Estatus, Etapa, Tipo, Departamento, and Notas Del Proyecto. Five projects are listed, all with 'Activo' status and 'Send To Xero' as the next step.

Nombre**	Número De Proyecto	Dirección	Ciudad	Estado	Código Postal	Teléfono	Programa	Estatus	Etapa	Tipo	Departamento	Notas Del Proyecto
Botánica	044	Puerto Jiménez, Crocodile Bay		Puntarenas				Activo	Send To Xero	Monto Fijo		
Botánica Fase II	056	Puerto Jiménez		Puntarenas				Activo	Send To Xero	Monto Fijo		
Gardenia	029			San José				Activo	Send To Xero	Monto Fijo		
Residencia Orser	032							Activo	Send To Xero	Monto Fijo		
Residencia Szakats	051							Activo	Send To Xero	Monto Fijo		

4.4.2 Ingresar al presupuesto del proyecto

The screenshot shows the PRODEYCO web application interface for project budget management. The navigation bar shows 'Proyecto S.A.' as '044 - Botánica' and 'Herramientas de Inicio' as 'Inicio'. The main content area is divided into several sections: 'Herramientas esenciales', 'Administración de proyecto', 'Administración financiera', 'Preconstrucción', and 'Herramientas personalizadas'. The 'Administración de proyecto' section is highlighted, showing options like 'Correos electrónicos', 'Registro diario', 'Fotos', 'Planos', 'Especificaciones', and 'Formularios'. The 'Administración financiera' section shows options like 'Contratos primarios', 'Presupuesto', 'Costos indirectos', 'Contratos', 'Órdenes de cambio', and 'Facturación'.

4.4.3 Descargar plantilla de Excel

The screenshot shows the 'Importar Presupuesto' screen in the PRODEYCO web application. It features three orange buttons: '+ Crear partida de presupuesto', '+ Crear Instantánea', and 'Cerrar Presupuesto'. Below these buttons, there is a section titled 'IMPORTAR PRESUPUESTO' with the text 'Descargar plantilla de Excel'. A dark grey button labeled 'Elegir archivo' is present, and below it, the text 'Ningún archivo elegido' is displayed. At the bottom, there is a link '¿Necesita asistencia?' and an orange 'Importar' button.

4.4.4 Plantilla de Excel

Al seguir los pasos anteriores y descargar la plantilla de Excel, se debe ver de la siguiente manera:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Cost Code	Cost Type	Descriptio	Manual Calcul	Unit Qty	Unit of Measure	Unit Cost	Budget Amount	Start Dat	End Date	Curve	
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												

Es importante mencionar que en este formato no se puede modificar ninguno de los encabezados de sus columnas ni el orden establecido, ya que como se ha mencionado anteriormente es la única forma de ingresar al presupuesto a PROCORE.

CAPÍTULO 5: CONTROL DE COSTOS

5.1 MANUAL DE USO PROCORE

Una de las ventajas con las que cuenta la plataforma PROCORE es que posee una guía de usuario en línea donde se abarcan la mayoría de las herramientas. En este apartado se muestran los diagramas de flujo de las principales herramientas a utilizar en el control de costos según el modelo de gestión de costos propuesto a partir de la guía de usuario de (PROCORE, 2021).

5.1.1 Presupuesto

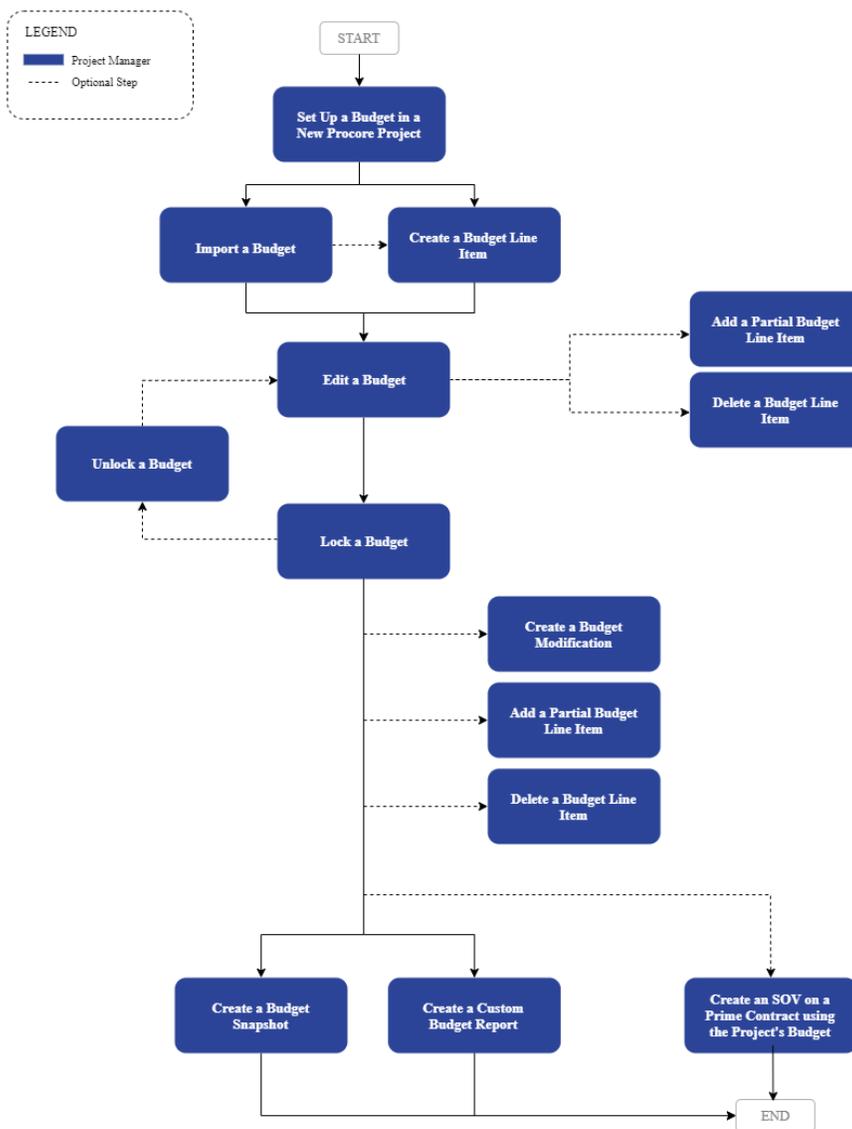


Figura 16. Ingreso y manejo de presupuesto

Fuente: (PROCORE, 2021)

5.1.2 Contratos

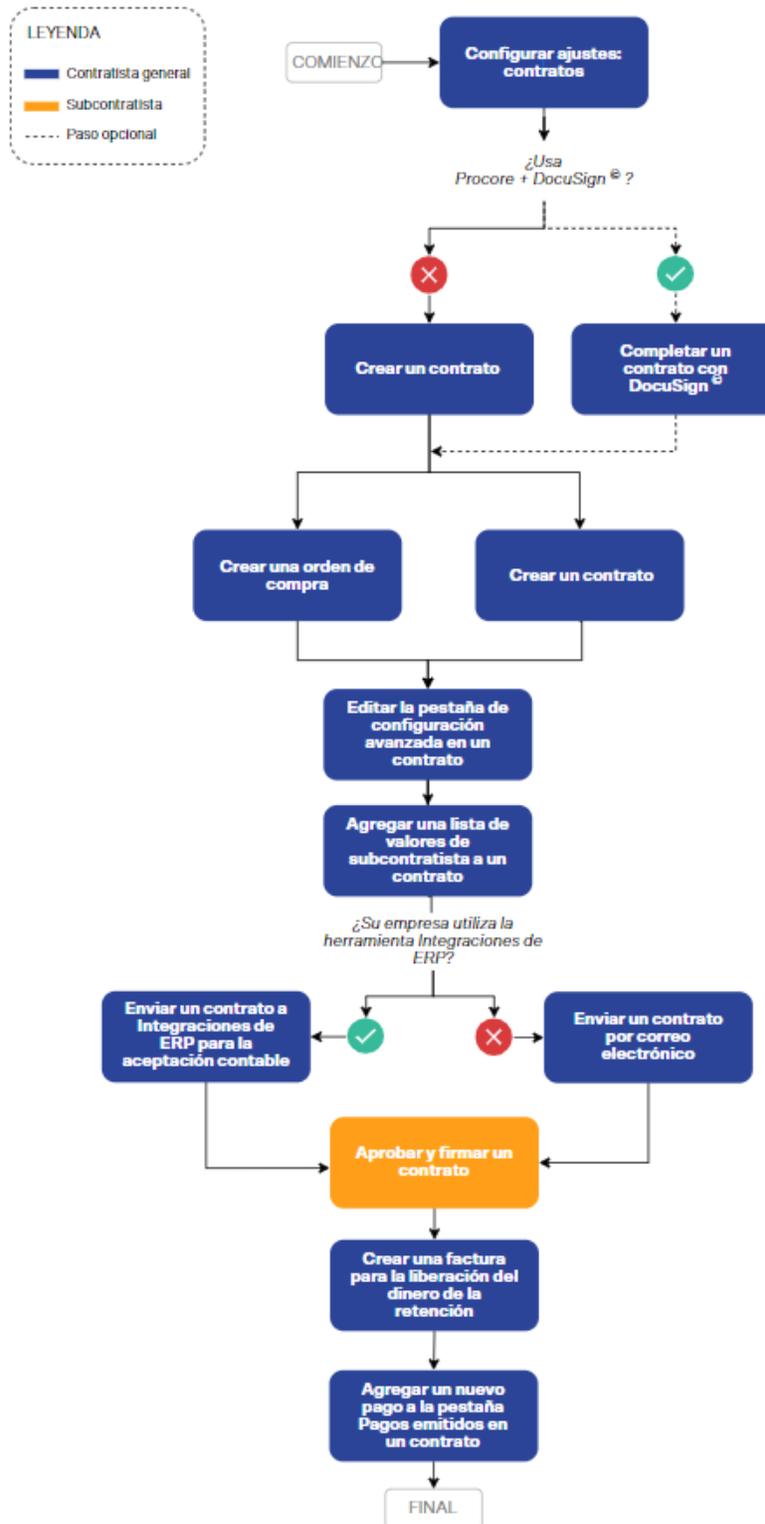


Figura 17. Creación y manejo de contratos

Fuente: (PROCORE, 2021)

5.1.3 Órdenes de cambio

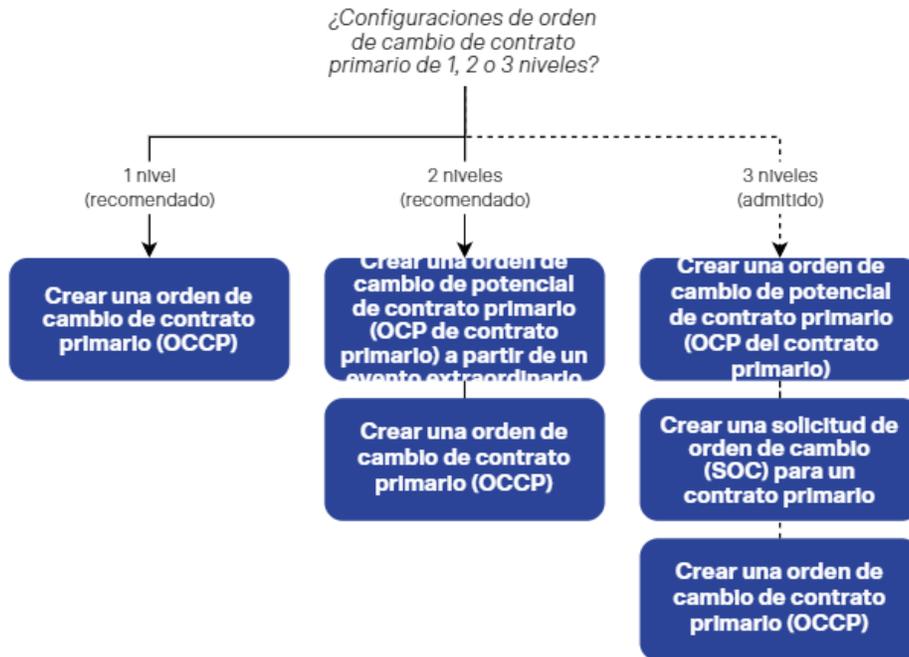


Figura 18. Creación y manejo de órdenes de cambio del contrato primario

Fuente: (PROCORE, 2021)

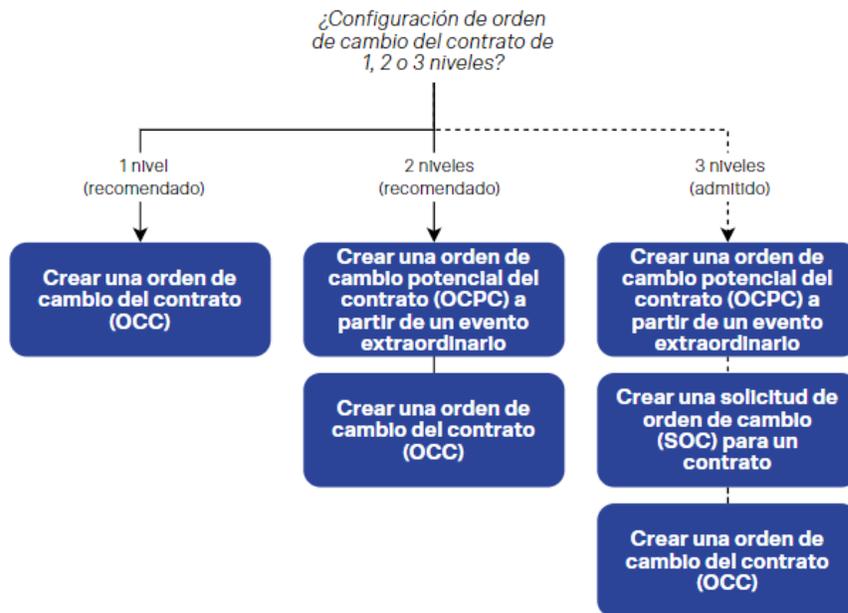


Figura 19. Creación y manejo de órdenes de cambio de contratos

Fuente: (PROCORE, 2021)

5.1.4 Requisiciones de pago

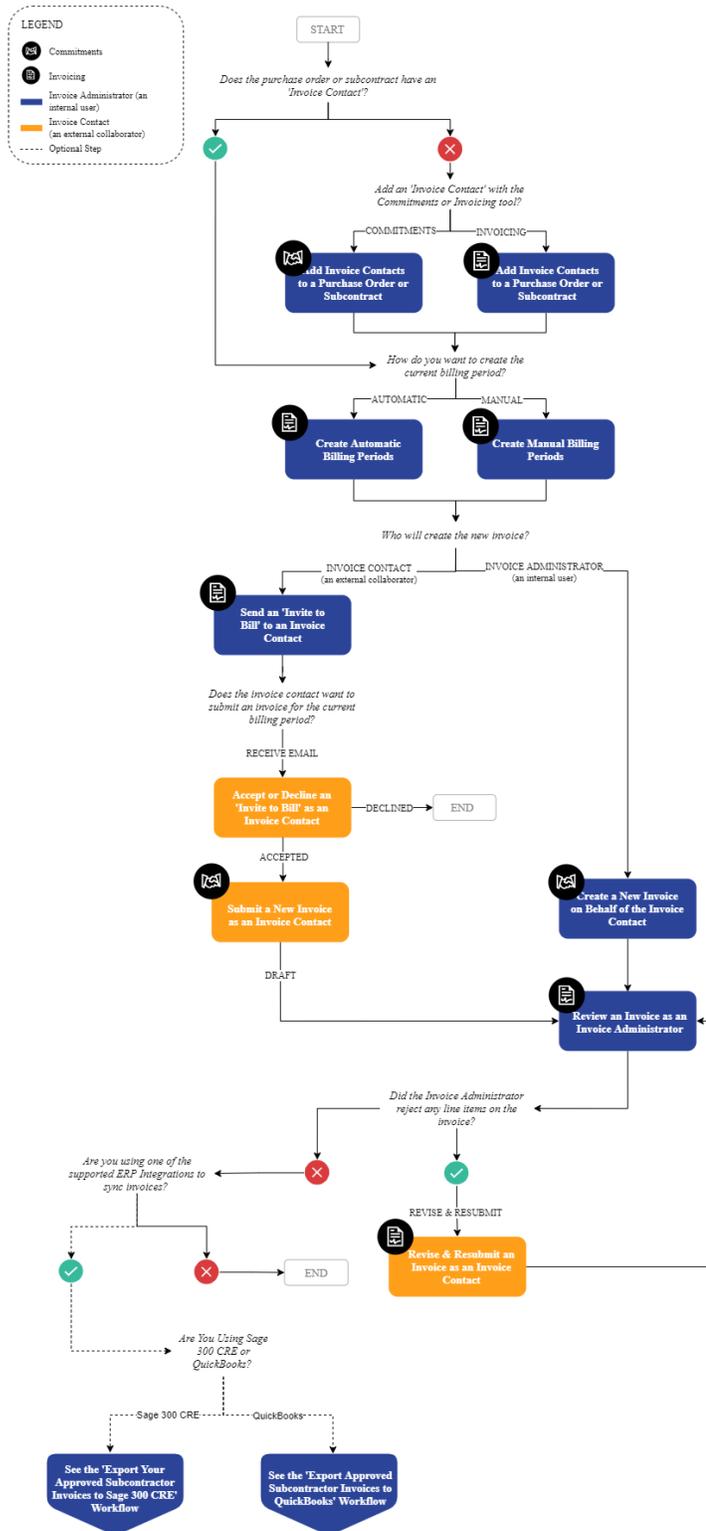


Figura 20. Creación y manejo de contratos

Fuente: (PROCORE, 2021)

5.1.5 Reportes

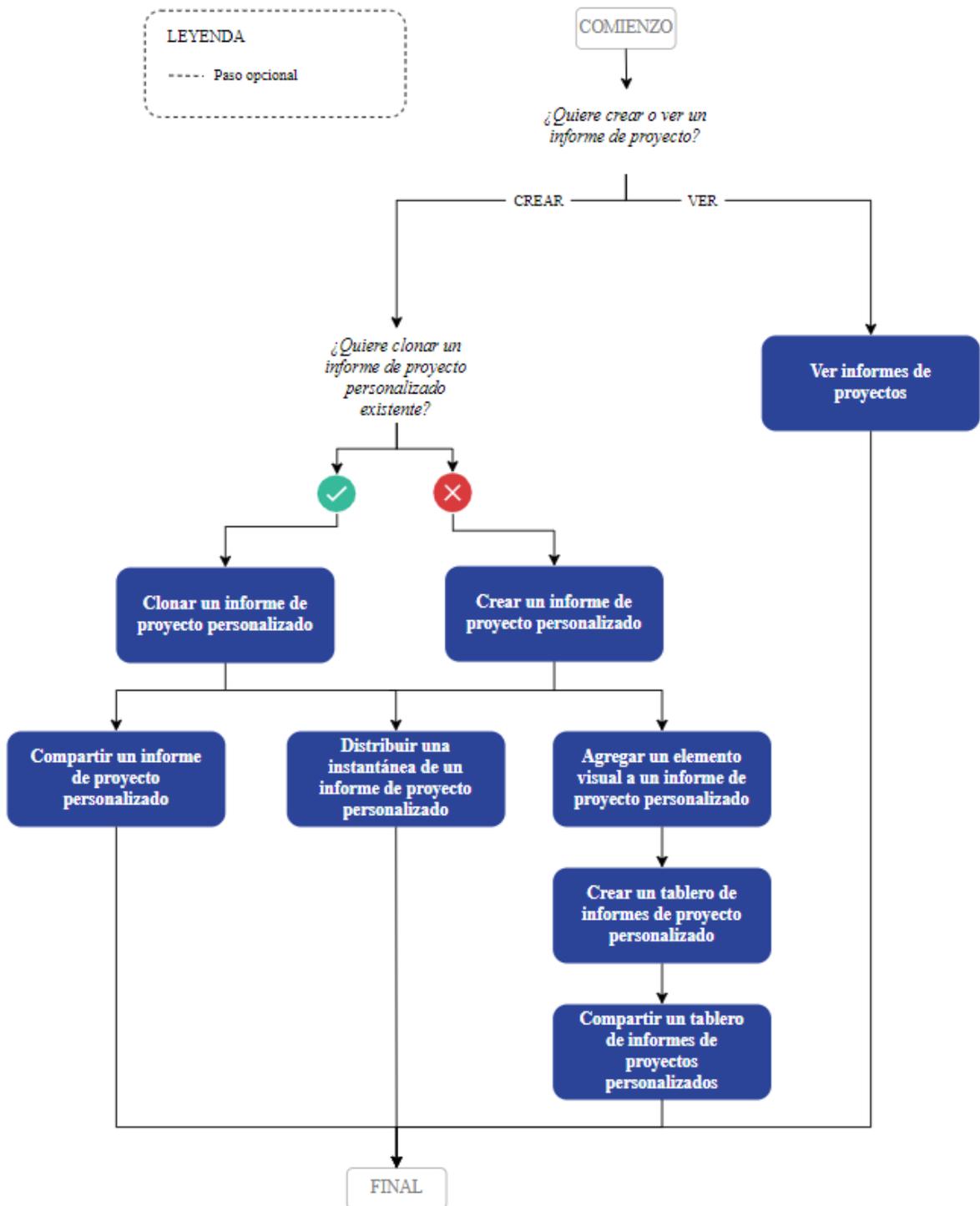


Figura 21. Creación y manejo de reportes

Fuente: (PROCORE, 2021)

5.1.6 RFI

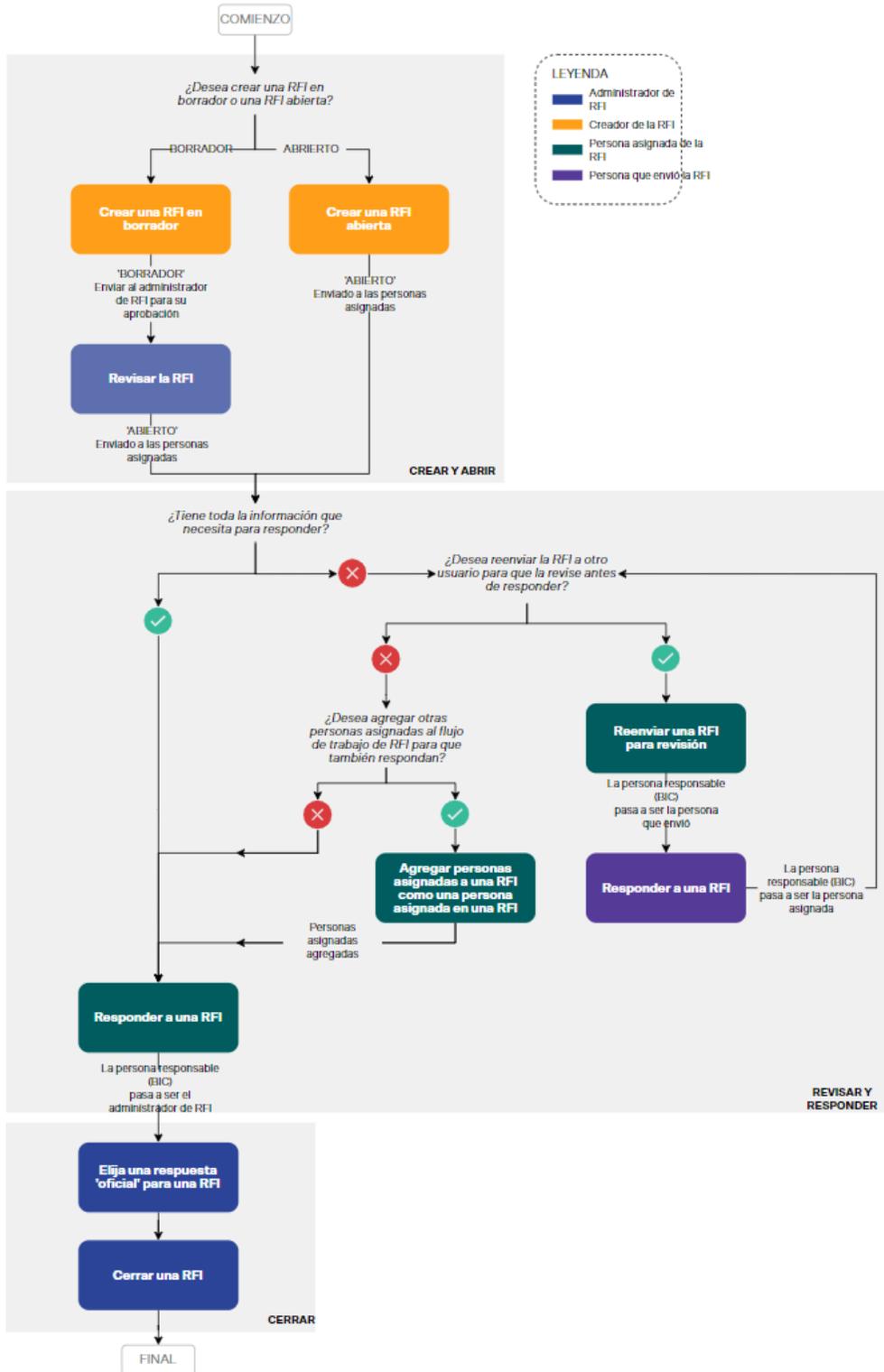


Figura 22. Creación y manejo de RFI

Fuente: (PROCORE, 2021)

5.1.7 Submittals

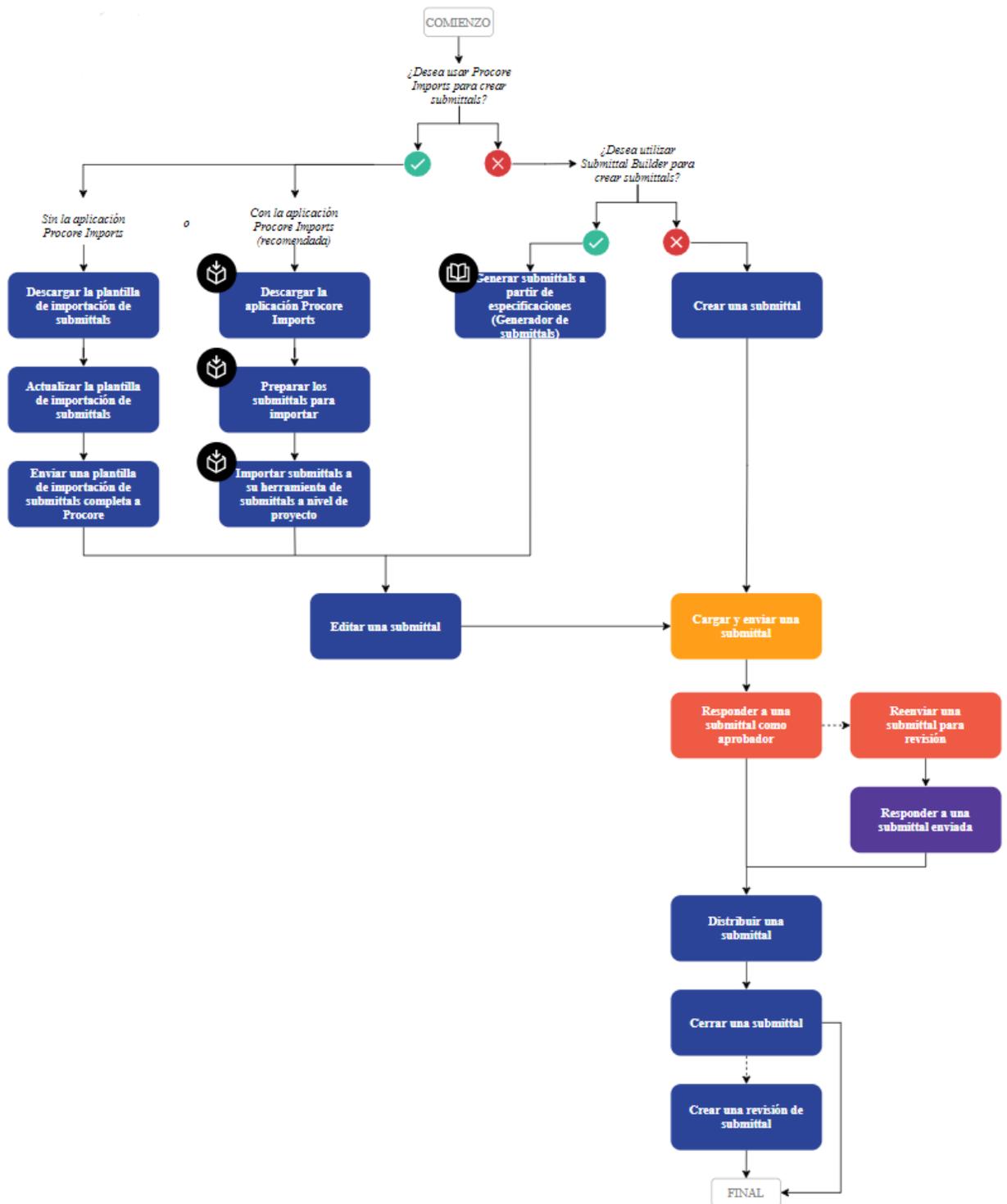


Figura 23. Creación y manejo de Submittals

Fuente: (PROCORE, 2021)

5.2 PLANTILLA PARA INFORMES PERIÓDICOS

La plataforma PROCORE proporciona una serie de reportes de acuerdo con el objetivo del usuario. Para efectos de presentar informes periódicos de control de costos, se propone el uso del reporte financiero llamado "Detalle de presupuesto". Con este reporte será posible visualizar y analizar por cada partida ingresada, el presupuesto original, así como las modificaciones al presupuesto, órdenes de compra asociadas, órdenes de cambio, subcontratos, entre otros. En la figura 24, se muestra el formato del informe periódico.



Prodeyco S.A.
Rohmoser, Avenida 9, Calles 80 y 80A, San José, Pavas
San José 10109
Costa Rica
+506 2232 0000

Impreso el mié, 18 de ago de 2021 a 00:52 CST

Proyecto Prueba

Reporte detallado del presupuesto heredado

Item	Presupuesto Original	Modificaciones De Presupuesto	Órdenes De Cambio Aprobadas	Presupuesto Revisado	Cambios Pendientes Al Presupuesto	Presupuesto Projectado	Item	Costos Comprometidos	Costos Indirectos	Cambios Pendientes Al Costo	Costos Projectados	Proyección Para Terminar	Estimación De Costo Final	Proyectado Arriba/ Abajo Del Presupuesto	Costos De Trabajo A La Fecha	Porcentaje Completado	Costo Para Terminar
División 1 - COSTOS INDIRECTOS																	
1-1- Personal en Campo - MO																	
Presupuesto Original	\$845.98																
Subtotales:	\$845.98	\$0.00	\$0.00	\$845.98	\$0.00	\$845.98		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$845.98	\$845.98	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$845.98
Subtotales de la División 1:	\$845.98	\$0.00	\$0.00	\$845.98	\$0.00	\$845.98		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$845.98	\$845.98	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$845.98
División 2 - MOVIMIENTOS DE TIERRA																	
2-2- Movimientos de Tierra - S																	
Presupuesto Original	\$375.72																
Subtotales:	\$375.72	\$0.00	\$0.00	\$375.72	\$0.00	\$375.72		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$375.72	\$375.72	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$375.72
2-3- Obras Especiales del Suelo - M																	
Presupuesto Original	\$674.37																
Subtotales:	\$674.37	\$0.00	\$0.00	\$674.37	\$0.00	\$674.37		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$674.37	\$674.37	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$674.37
Subtotales de la División 2:	\$1,050.09	\$0.00	\$0.00	\$1,050.09	\$0.00	\$1,050.09		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,050.09	\$1,050.09	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$1,050.09
División 4 - ACERO DE REFUERZO																	
4-1- Varilla de Refuerzo - M																	
Presupuesto Original	\$10,938.77																
Subtotales:	\$10,938.77	\$0.00	\$0.00	\$10,938.77	\$0.00	\$10,938.77		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$10,938.77	\$10,938.77	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$10,938.77
4-4- Alambre Negro - M																	
Presupuesto Original	\$916.33																
Subtotales:	\$916.33	\$0.00	\$0.00	\$916.33	\$0.00	\$916.33		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$916.33	\$916.33	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$916.33
Subtotales de la División 4:	\$11,855.10	\$0.00	\$0.00	\$11,855.10	\$0.00	\$11,855.10		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$11,855.10	\$11,855.10	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$11,855.10
División 5 - FORMALETAS																	
5-1- Fomaleta: Metal - M																	
Presupuesto Original	\$2,643.09																
Subtotales:	\$2,643.09	\$0.00	\$0.00	\$2,643.09	\$0.00	\$2,643.09		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$2,643.09	\$2,643.09	\$0.00	\$0.00	0.0%	\$2,643.09
5-2- Fomaleta: Madera - S																	
Presupuesto Original	\$16,207.76																
Total general:	111,869.50	0.00	0.00	111,869.50	0.00	111,869.50		63,000.00	0.00	0.00	63,000.00	58,296.27	121,296.27	(9,426.77)	0.00	0%	121,296.27

Figura 24. Reporte de detalle del presupuesto

Fuente: (PROCORE, 2021)

5.3 PLANTILLA PARA CONTROL DE CONSUMO DE MATERIALES

Con los datos obtenidos del reporte de costos de PROCORE se podrá conocer si los materiales están costando más que el presupuesto original, o bien si se proyecta un costo mayor. Sin embargo, se debe realizar un análisis de consumo de materiales para saber si se está consumiendo más de lo previsto o si el costo elevado se debe a un tema de costos unitarios. Para ello, en esta guía se proponen cuatro plantillas de materiales: cemento (ver figura 25), piedra (ver figura 26), arena (ver figura 27), aditivo (ver figura 28) y acero. En esta plantilla se debe establecer la línea base del presupuesto antes de que inicie, para que una vez se esté en la etapa de ejecución únicamente se deba ingresar la información del consumo real obtenida en campo. Por último, se propone que estas plantillas se manejen en el Drive de proyectos, específicamente en la carpeta de control de materiales.



Control de Cemento

PROYECTO: Botanika

FECHA DE CORTE: 21/2/2021

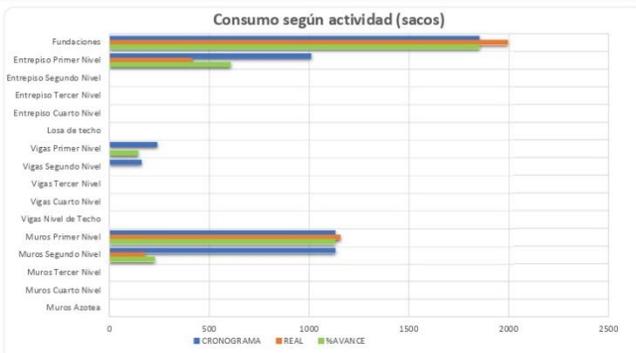
Conclusiones Principales

Se está consumiendo menos según cronograma

El proyecto va atrasado según cronograma

Se está consumiendo menos según el %avance real

Se proyecta menor consumo al finalizar el proyecto



Actividad	CRONOGRAMA	%AVANCE	REAL
Fundaciones	1852	1852	1994
Entrepiso Primer Nivel	1010	606	414
Entrepiso Segundo Nivel	0	0	0
Entrepiso Tercer Nivel	0	0	0
Entrepiso Cuarto Nivel	0	0	0
Losa de techo	0	0	0
Vigas Primer Nivel	238	143	0
Vigas Segundo Nivel	199	0	0
Vigas Tercer Nivel	0	0	0
Vigas Cuarto Nivel	0	0	0
Vigas Nivel de Techo	0	0	0
Muros Primer Nivel	1130	1130	1156
Muros Segundo Nivel	1130	226	178
Muros Tercer Nivel	0	0	0
Muros Cuarto Nivel	0	0	0
Muros Azotea	0	0	0
Total	5519	3957	3742

%AVANCE (sacos)	3957
REAL (sacos)	3742
DIF (sacos)	215
Costo/saco	€6 450.00
DIF (colones)	€1 387 453.05

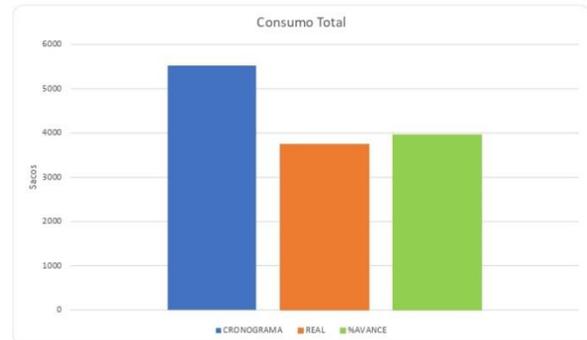
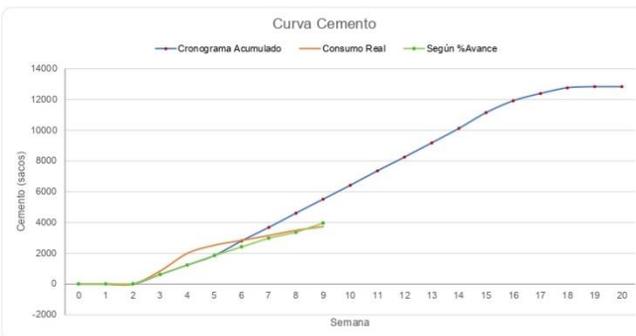
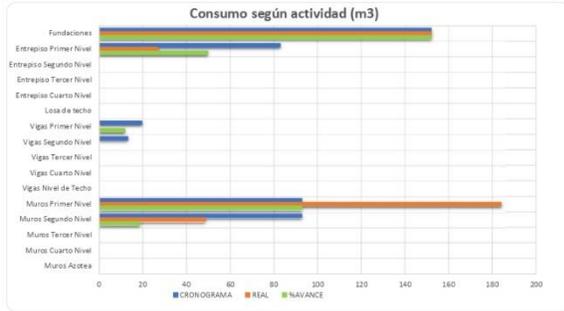


Figura 25. Reporte de consumo de cemento



Control de Piedra
 PROYECTO: Botánica
 FECHA DE CORTE: 21/2/2021

Conclusiones Principales			
Se está consumiendo menos según cronograma			
El proyecto va atrasado según cronograma			
Se está consumiendo más según el %avance real			
Se proyecta mayor consumo al finalizar el proyecto			



Actividad	CRONOGRAMA	REAL	%AVANCE
Fundaciones	152	152	152
Entrepiso Primer Nivel	0	0	0
Entrepiso Segundo Nivel	0	0	0
Entrepiso Tercer Nivel	0	0	0
Entrepiso Cuarto Nivel	0	0	0
Losa de techo	0	0	0
Vigas Primer Nivel	20	0	12
Vigas Segundo Nivel	13	0	0
Vigas Tercer Nivel	0	0	0
Vigas Cuarto Nivel	0	0	0
Vigas Nivel de Techo	0	0	0
Muros Primer Nivel	93	184	93
Muros Segundo Nivel	93	48.5	19
Muros Tercer Nivel	0	0	0
Muros Cuarto Nivel	0	0	0
Muros Azotea	0	0	0
Total	453	412	325

%AVANCE (m3)	325
REAL (m3)	412
DIF (m3)	-87
Costo(m3)	€19 210.00
DIF (colones)	€1 667 699.50

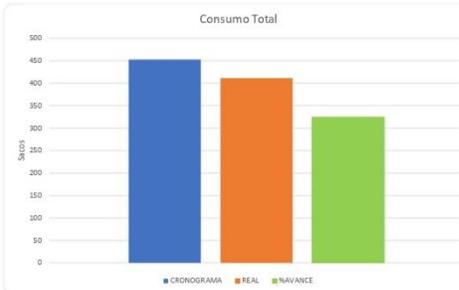
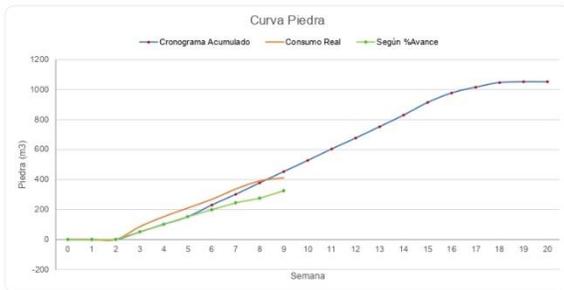
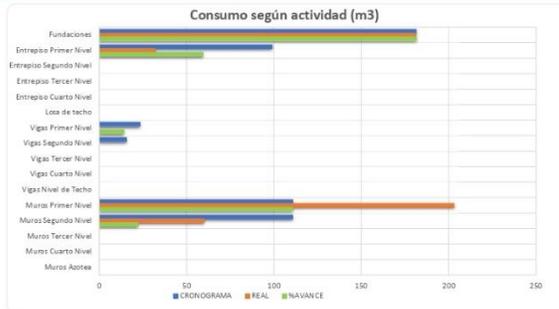


Figura 26. Reporte de consumo de piedra



Control de Arena
 PROYECTO: Botánica
 FECHA DE CORTE: 21/2/2021

Conclusiones Principales			
Se está consumiendo menos según cronograma			
El proyecto va atrasado según cronograma			
Se está consumiendo más según el %avance real			
Se proyecta mayor consumo al finalizar el proyecto			



Actividad	CRONOGRAMA	REAL	%AVANCE
Fundaciones	181	181	181
Entrepiso Primer Nivel	0	0	0
Entrepiso Segundo Nivel	0	0	0
Entrepiso Tercer Nivel	0	0	0
Entrepiso Cuarto Nivel	0	0	0
Losa de techo	0	0	0
Vigas Primer Nivel	23	0	14
Vigas Segundo Nivel	16	0	0
Vigas Tercer Nivel	0	0	0
Vigas Cuarto Nivel	0	0	0
Vigas Nivel de Techo	0	0	0
Muros Primer Nivel	111	203	111
Muros Segundo Nivel	111	60	22
Muros Tercer Nivel	0	0	0
Muros Cuarto Nivel	0	0	0
Muros Azotea	0	0	0
Total	541	476	388

%AVANCE (m3)	388
REAL (m3)	476
DIF (m3)	-88
Costo(m3)	€16 724.00
DIF (colones)	€1 478 506.00

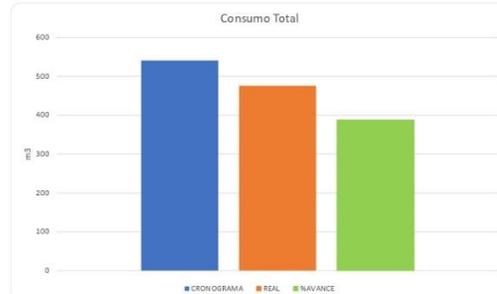
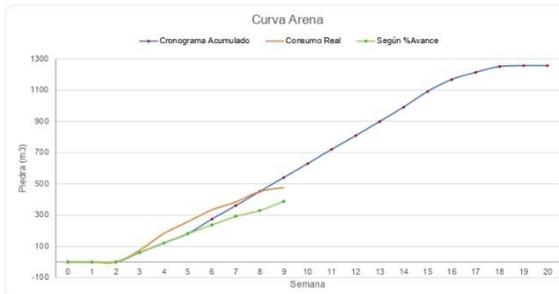
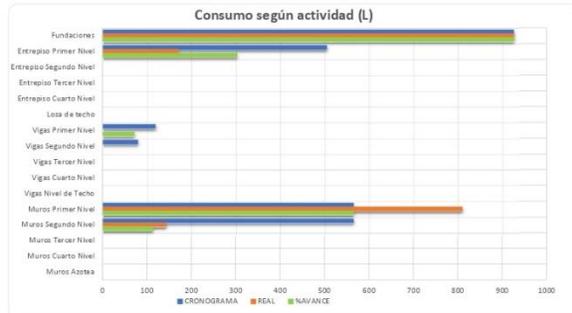


Figura 27. Reporte de consumo de arena

Conclusiones Principales

Se está consumiendo menos según cronograma
 El proyecto va atrasado según cronograma
 Se está consumiendo más según el %avance real
 Se proyecta mayor consumo al finalizar el proyecto



Actividad	CRONOGRAMA	REAL	%AVANCE
Fundaciones	926	926	926
Entrepiso Primer Nivel	505	171	303
Entrepiso Segundo Nivel	0	0	0
Entrepiso Tercer Nivel	0	0	0
Entrepiso Cuarto Nivel	0	0	0
Losa de techo	0	0	0
Vigas Primer Nivel	119	0	72
Vigas Segundo Nivel	79	0	0
Vigas Tercer Nivel	0	0	0
Vigas Cuarto Nivel	0	0	0
Vigas Nivel de Techo	0	0	0
Muros Primer Nivel	565	810	565
Muros Segundo Nivel	565	143	113
Muros Tercer Nivel	0	0	0
Muros Cuarto Nivel	0	0	0
Muros Azotea	0	0	0
Total	2760	2050	1979

%AVANCE (L)	1979
REAL (L)	2050
DIF (L)	-71
Costo (L)	
DIF (colones)	€0.00

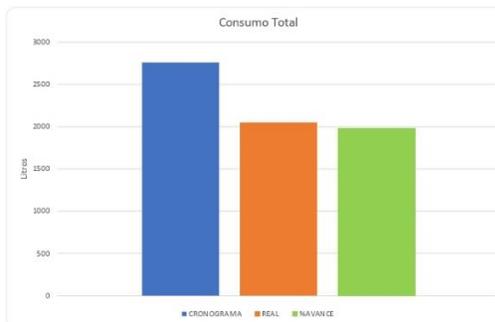
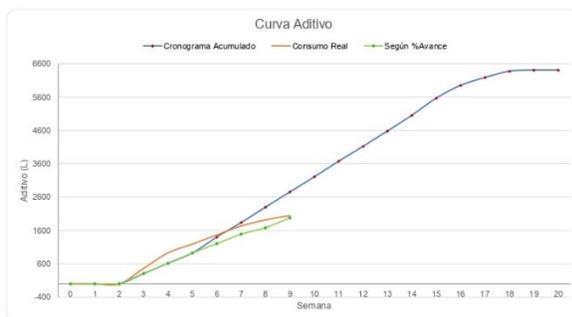


Figura 28. Reporte de consumo de aditivo

CAPÍTULO 6: MEJORA CONTINUA

“Las Lecciones Aprendidas pueden definirse como el conocimiento adquirido en base a las experiencias que se dan durante la realización de uno o varios procesos durante el Ciclo de Vida de un proyecto. Durante la realización de actividades a lo largo de cada fase y desde la reflexión y el análisis crítico sobre los factores que pueden haber afectado positiva o negativamente a esa experiencia se pueden extraer las Lecciones Aprendidas que pueden generar una, posible o real, Amenaza o una Oportunidad. Documentar las lecciones aprendidas es uno de los aspectos más importantes de la Gestión de Proyectos para cualquier organización, pues así los errores y aciertos de los proyectos quedan registrados para ser usados en futuras iniciativas, y de esta manera la organización aprenda y mejore continuamente.” (Comino, 2017)

Como primer paso para implementar procesos de mejora continua dentro los proyectos de la empresa, se propone realizar un registro de lecciones aprendidas, donde cada integrante del equipo de proyecto, tenga la oportunidad de documentar las situaciones especiales que vivió en algún proyecto, como lo solucionó y que lección le queda de enseñanza para futuros proyectos. Es importante que este registro de

lecciones aprendidas se mantenga lo más actualizado posible y que se utilice durante la ejecución de los proyectos. Por último, se propone mantener esta plantilla en un archivo Excel dentro de la nube de proyectos, específicamente en la carpeta de “Administración del Proyecto”. En la sección 6.1 se muestra dicha plantilla.

6.1 PLANTILLA PARA REGISTRO DE LECCIONES APRENDIDAS

DOCUMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS					
<p>Una lección aprendida se entiende como el conocimiento adquirido sobre una o varias experiencias a través de la reflexión y el análisis crítico de los factores que pudieron haber afectado positiva o negativamente el resultado esperado. En la empresa PRODEYCO estamos interesados en conocer sus lecciones aprendidas.</p> <p>Por lo anterior, agradecemos registrar a continuación los datos generales y características específicas de una de las experiencias más relevantes que haya sido identificada en su área y/o entidad.</p>					
Datos generales					
Proyecto:					
Persona responsable:					
Correo electrónico empresarial:					
Área del proyecto:	Arquitectura/ Estructural / Administrativo / etc				
Fecha:					
Describa la situación o experiencia					
Describa el impacto positivo o negativo que generó la situación o experiencia frente a los resultados esperados					
¿Cómo y cuáles fueron las soluciones o acciones de mejora (si las hubo)?	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td></tr> </table>				
¿Cuál fue la lección aprendida?					
¿Cuál es su recomendación para obtener mejores resultados en un escenario similar?					

CAPÍTULO 7: REFERENCIAS

Comino, M. (29 de Setiembre de 2017). *Método para la elaboración de lecciones aprendidas*. Obtenido de <https://pmi-mad.org/socios/articulos-direccion-proyectos/1482-metodo-para-la-elaboracion-de-lecciones-aprendidas>

PROCORE. (18 de Julio de 2021). *Guía del usuario de Procore*. Obtenido de <https://es.support.procore.com/products/online/user-guide>

Project Management Institute. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*.

Puga, A. (26 de Julio de 2017). *Gestión de costes en el sector construcción. El camino a la competitividad*. Obtenido de <https://www.vs-sistemas.com/Blog/Sector-ingenier%C3%ADa-y-construcci%C3%B3n/gestion-costes-sector-construccion>

Anexos

1.	Formato para órdenes de cambio utilizado por PRODEYCO	118
2.	Formato para órdenes de compra utilizado por PRODEYCO	119
3.	Formato para Submittals utilizado por PRODEYCO	120
4.	Formato para contratos utilizado por PRODEYCO	121
5.	Formato para control de materiales utilizado por PRODEYCO	122
6.	Formato para registro de órdenes de cambio utilizado por PRODEYCO	123

1. Formato para órdenes de cambio utilizado por PRODEYCO



Prodeyco S.A.
Rohrmoser, Avenida 9, Calles 80 y 80A,
San Jose, Pavas
San Jose, 10109
Teléfono: +506 2232 0000

OCCP N° 011

Proyecto: 044 - Botanika
Puerto Jimenez, Crocodile Bay
Puntarenas

BORRADOR

Orden de cambio del contrato primario N° 011: Formato para órdenes de cambio utilizado por PRODEYCO

PARA:		DE:	
FECHA DE CREACIÓN:	28/06/2021	CREADO POR:	Mauricio Fonseca (Prodeyco S.A.)
ESTADO DEL CONTRATO:	Borrador	REVISIÓN:	0
EVALUADOR DESIGNADO:		REVISADO POR:	
FECHA DE VENCIMIENTO:		FECHA DE REVISIÓN:	
FECHA DE FACTURACIÓN:		FECHA DE PAGO:	
IMPACTO EN EL PROGRAMA:		EJECUTADO:	No
		FECHA DE RECEPCIÓN DE ORDEN DE CAMBIO FIRMADA:	
CONTRATO PARA:	1:Proyecto Plantilla Contrato Primario	MONTO TOTAL:	0.00
DESCRIPCIÓN:			
ADJUNTOS:			

No hay órdenes de cambio potencial

OCP N°	Título	Impacto en el programa	Monto
Total:			0.00

Original (Valor del contrato)	0.00
Cambio neto por órdenes de cambio previamente autorizadas	3,195.00
El valor del contrato anterior a esta orden de cambio era	3,195.00
El valor del contrato se cambiaría esta orden de cambio a un monto de	0.00
El nuevo valor del contrato que incluye esta orden de cambio será	3,195.00
El tiempo del contrato no será modificado por esta orden de cambio.	

FIRMA	FECHA	FIRMA	FECHA	FIRMA	FECHA
-------	-------	-------	-------	-------	-------

Prodeyco S.A.

Página 1 de 1

Impreso el: 28/6 / 2021 a las 04 :33 PM

2. Formato para órdenes de compra utilizado por PRODEYCO



Prodeyco S.A.
Rohrmoser, Avenida 9, Calles 80 y 80A, San Jose, Pavas
San Jose, 10109
Teléfono: +506 2232 0000

**Orden de Compra
PO-044-427**

Proyecto: 044 - Botanika

FECHA DE CREACIÓN: 28/06/ 2021

FACTURAR A:

DIRECCIÓN DE
ENTREGA:

ESTATUS: Borrador

EJECUTADA: No

TÉRMINOS DE PAGO:

CONTRATO DE ENTREGA:

ANEXOS:

TIPO DE MONEDA:

Prodeyco S.A.
Rohrmoser, Avenida 9, Calles 80 y 80A, San Jose, Pavas
San Jose, 10109

FIRMA

FECHA

FIRMA

FECHA

3. Formato para Submittals utilizado por PRODEYCO



Prodeyco S.A.
 Rohrmoser, Avenida 9, Calles 80 y 80A,
 San Jose, Pavas
 San Jose, 10109
 Teléfono: +506 2232 0000

Proyecto: 044 Botanika
 Puerto Jimenez, Crocodile Bay
 Puntarenas

Submittal N° ES-4.0 - Formato para Submittals utilizado por PRODEYCO

Revisión	0	Administrador de Submittal	Mauricio Fonseca (Prodeyco S.A.)
Estatus	Abierto	Fecha de Creación	28 06, 2021
Fecha de Emisión	28 jun, 2021	Sección de Especificaciones	
Contratista Responsable		Recibido de	
Fecha de Recepción		Someter antes del	
Fecha Vencimiento Final		Tiempo de Entrega	
Ubicación		Código de Costo	
Aprobadores		Tipo	
Persona Responsable	Mauricio Fonseca (Prodeyco S.A.)		
Distribución	Francisco Álvarez (PMO Estrategia y Gestión), Luis Sequeira (Prodeyco S.A.), Marianela Picado (PMO Estrategia y Gestión), Raul Goddard (Prodeyco S.A.), Luis Javier Castillo (Prodeyco S.A.)		
Descripción			

Flujo de Trabajo del Submittal

Nombre	Fecha de Envío	Fecha de Vencimiento	Fecha de Devolución	Respuesta	Adjuntos
Adjuntos de información general					

4. Formato para contratos utilizado por PRODEYCO



Prodeyco S.A.
Rohrmoser, Avenida 9, Calles 80 y 80A, San Jose, Pavas
San Jose, 10109
Teléfono: +506 2232 0000

**Contrato
SC-044-022**

Proyecto: 044 - Botanika
Puerto Jimenez, Crocodile Bay
Puntarenas

Formato para contratos utilizado por PRODEYCO

FECHA DE CREACIÓN:	28/06/2021	CREADO POR:	Mauricio Fonseca (Prodeyco S.A.)
COMPañÍA DEL CONTRATO:		EJECUTADO:	No
ESTATUS DEL CONTRATO:	Borrador	FECHA DE INICIO:	
FECHA DE RECEPCIÓN DEL CONTRATO FIRMADO:		FECHA DE TERMINACIÓN ESTIMADA:	
DESCRIPCIÓN:			
INCLUSIONES:			
EXCLUSIONES:			
ANEXOS:			

TIPO DE MONEDA:

Prodeyco S.A.
Rohrmoser, Avenida 9, Calles 80 y 80A, San Jose, Pavas
San Jose, 10109

FIRMA

FECHA

FIRMA

FECHA

Prodeyco S.A.

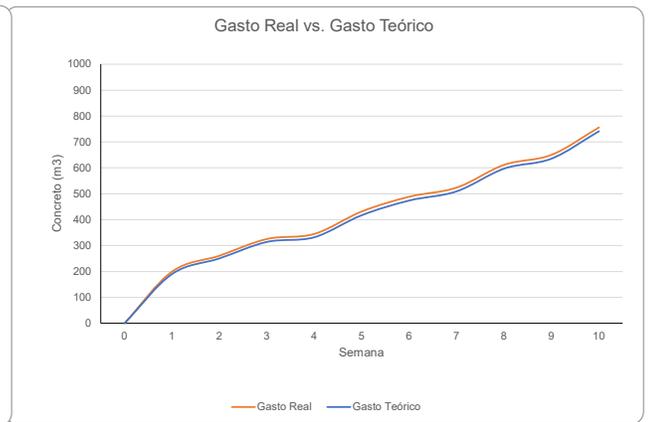
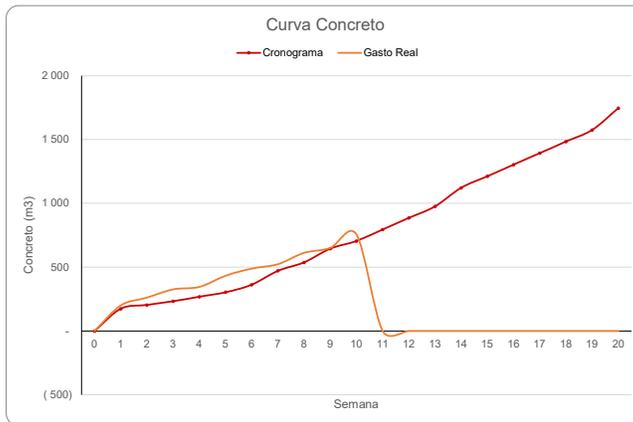
Página 1 de 1

Impreso el: 28/06/2021 04:38 PM

5. Formato para control de materiales utilizado por PRO-DEYCO

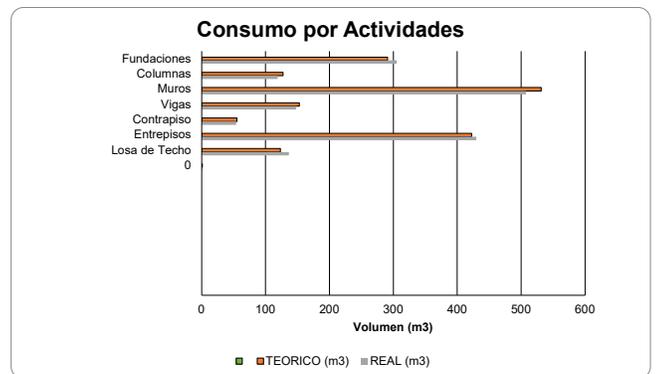


Control de Concreto
 PROYECTO: Gardenia
 FECHA DE CORTE: 13/06/20



VTEORICO (m3)	1705	PRESUPUESTO	#REF!
VREAL (m3)	1646	GFP	#REF!
DIF (m3)	59	DIFERENCIA	#REF!
VBOMBEO (m3)	0	BOMBEO	€ -

Actividad	TEORICO (m3)	REAL (m3)	DIFERENCIA
Fundaciones	291	306	5%
Columnas	128	119	-7%
Muros	531	508	-4%
Vigas	153	148	-3%
Contrapiso	55	54	-3%
Entrepisos	423	430	2%
Losa de Techo	123	137	11%
0	1	1	0%
TOTAL	1705	1702	0%



Anexo 5. Formato para control de materiales utilizado por PRODEYCO

6. Formato para registro de órdenes de cambio utilizado por PRODEYCO



Registro Órdenes de Cambio

Orden de cambio	Descripción	Monto	Estado
49	Movimientos de tierra - paisajismo	\$ 85 202,71	Pendiente
50	Cambio polvo a piedra	\$ 21 327,98	En revisión
51	Piso contenedor Surf y lavandería casita	\$ 1 095,62	En revisión
52	Bambú (rollos) para malla norte	\$ 3 307,98	En revisión
53			
54	Caña Brava versión 2	\$ 16 780,80	En revisión
55	Extensiones de ventiladores salas	\$ 415,21	En revisión
56	Nuevos ventiladores con luz cuartos niños	\$ 821,37	En revisión
57	Placa acero inoxidable Studio	\$ 263,40	En revisión
58	Pintura cuartos niños V1	\$ 1 110,00	En revisión
59	Losa concreto deck dormitorio 3 V1	\$ 2 253,43	En revisión
60	Barandas decks V1	\$ 2 769,03	En revisión

Total \$ 200 366,66

7. Guía de Uso de las Macros de Excel para elaboración de Presupuestos

A partir de la siguiente página

Guía de Uso de las Macros de Excel para elaboración de Presupuestos

Elaborada por:

Óscar Alfredo Mondragón Fonseca

Tabla de Contenidos

1.	Uso del Excel	1
1.1.	Configuración Inicial	1
1.2.	Configuración Inicial	1
1.3.	Acomodo Inicial de las Tablas.....	4
1.3.1.	Tabla de Pagos.....	4
1.3.2.	Presupuesto	6
1.3.3.	Hoja de Cálculo	6
2.	Archivo de Excel generado por Navisworks	7
2.1.	Consideraciones	7
2.2.	Tablas	8
3.	Macros	9
3.1.	Macro1 – Presupuesto (ctrl + s)	9
3.2.	Macro2 – Traer todas las mediciones (ctrl + g)	9
3.3.	Macro3 – Tabla de pagos Obra Gris (ctrl + f).....	9
3.4.	Macro4 – Tabla de pagos Sub-Estructura.....	9
3.5.	Macro5 – Tabla de pagos Estructura	10
3.6.	Macro6 – Tabla de pagos Acabados Completo	10
3.7.	Macro7 – Tabla de pagos Acabados 1ra Parte	10
3.8.	Macro8 – Tabla de pagos Acabados 2da Parte	10
3.9.	Macro9 – Traer mediciones de Obra Gris	10
3.10.	Macro10 – Traer mediciones de Acabados.....	11
4.	Uso de Macros y Botones	11
4.1.	Consideraciones Generales	11
4.2.	Botones.....	11
4.2.1.	Tabla de pagos Obra Gris	12
4.2.2.	Traer mediciones de Obra Gris.....	12
4.2.3.	Tabla de pagos Acabados	12
4.2.4.	Traer mediciones de Acabados	13
4.2.5.	Traer todas las mediciones.....	13
4.2.6.	Tabla de pagos completa	14
4.2.7.	Tablas de Presupuesto.....	14

4.2.8. Presupuesto Automático.....	15
5. Posibles Errores.....	15
5.1. Ventana Emergente	15
5.2. Error en la ubicación de la tabla de pagos generada	17
5.3. Falta de elementos en la tabla de pagos.....	17
5.4. No se traen todas las mediciones	17
5.5. El Excel se congela.....	18

Tabla de Ilustraciones

Figura 1. Hoja "Aux" del archivo de Excel	2
Figura 2. Ejemplo de subniveles para el catálogo de Navisworks.....	3
Figura 3. Inicio de acabados por defecto	3
Figura 4. Ejemplo de inicio de acabados.....	4
Figura 5. Tabla de pagos por defecto.....	5
Figura 6. Tabla presupuesto por defecto.....	6
Figura 7. Números de ítems	7
Figura 8. Ejemplo de hoja de cálculo por defecto.....	7
Figura 9. Ejemplo correcto de orden de tablas.....	8
Figura 10. Ejemplo incorrecto de orden de tablas	8
Figura 11. Ventana Emergente	15
Figura 12. Error debido a celda B1.....	16
Figura 13. Error debido a celdas B2 y/o B5.....	16
Figura 14. Ejemplo de error de ubicación.....	17
Figura 15. Modificación en el número de iteraciones	18
Figura 16. Ejemplo de error por contador de niveles.....	18

1. Uso del Excel

1.1. Configuración Inicial

El archivo de Excel utilizado para la elaboración de presupuestos contiene tablas que generan de manera automática diversos cálculos y los acomoda de manera conveniente en una tabla de pagos permitiendo obtener un costo total y un desglose de los costos del proyecto de manera tan detallada como se desee. Para poder obtener este nivel de detalle, se requiere realizar las mediciones respectivas de manera independiente para cada piso, material o tipo de obra que se desee cuantificar, y generar tablas para cada una de ellas donde se pueda realizar cálculos específicos para cada tipo de obra o material, razón por la cual se crean los macros que se van a tratar a continuación, con el propósito de automatizar el proceso lo cual permite obtener resultados en menor tiempo.

1.2. Configuración Inicial

Los macros realizados funcionan con base en otros archivos de Excel los cuales son generados por el software Navisworks. Para evitar complicaciones se recomienda realizar las mediciones antes de hacer uso de los macros y utilizar el catálogo personalizado ya que el código de programación de los macros está diseñado en función del orden de dicho catálogo.

Paso 1: Ponga un nombre al archivo de Excel, se sugiere elegir uno que haga referencia al nombre del proyecto a presupuestar.

Paso 2: Diríjase a la pestaña llamada “Aux” como se muestra en la Figura 1.

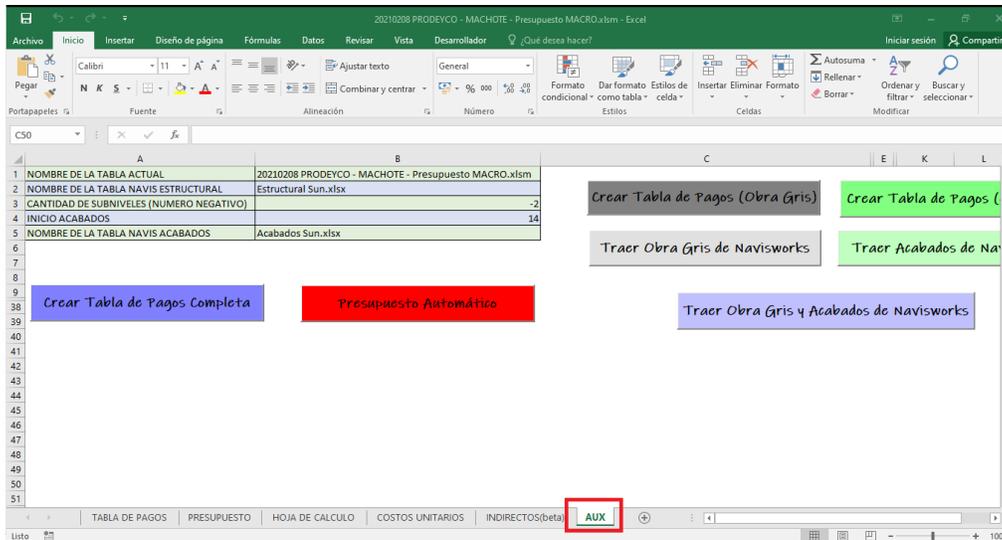


Figura 1. Hoja "Aux" del archivo de Excel

Nota: Para los siguientes pasos se recomienda copiar y pegar los nombres de los archivos en lugar de escribirlos manualmente. Algunas computadoras requieren que la extensión del formato (.xlsm, .xlsx, etc.) sean parte del nombre por lo que es recomendable agregarlas para evitar problemas a la hora de ejecutar los macros.

Paso 3: En la primera fila, escriba el nombre exacto del archivo de Excel.

Paso 4: En la segunda fila, escriba el nombre exacto del archivo de Excel que contiene las mediciones de la obra gris. Este espacio puede quedar en blanco de ser necesario.

Paso 5: En la tercera fila, escriba la cantidad de subniveles que posee la estructura a presupuestar, siempre deben escribirse con números negativos y debe coincidir con el número utilizado en el archivo de Navisworks, para el ejemplo de la Figura 1, el catálogo de Navisworks debe configurarse como se muestra en la Figura 2.

Items	WBS
SUB-ESTRUCTURA	A
ESTRUCTURA	B
SUPER ESTRUCTURA	B.10
ESTRUCTURA HORIZONTAL	B.10.10
CONTRAPISO	B.10.10.10
NIVEL-2	B.10.10.10.1
NIVEL-1	B.10.10.10.2
NIVEL0	B.10.10.10.3
NIVEL1	B.10.10.10.4

Figura 2. Ejemplo de subniveles para el catálogo de Navisworks

Paso 6: En la cuarta fila, escriba la casilla en la cual inicia la sección de “Acabados” presente en la pestaña “Tabla de pagos”. Si va a iniciar generando la tabla de pagos de acabados o desea generar de manera simultánea tanto obra gris como acabados, utilice el valor por defecto el cual es el número 14 como se muestra en la Figura 3, en caso contrario debe agregar el número correspondiente como se muestre en la Figura 4.

14	C ACABADOS
15	
16	
17	
18	

NOMBRE DE LA TABLA ACTUAL	20210208 PRODEYCO - MACHOTE - Presupuesto MACRO.xlsm
NOMBRE DE LA TABLA NAVIS ESTRUCTURAL	Estructural Sun.xlsx
CANTIDAD DE SUBNIVELES (NUMERO NEGATIVO)	2
INICIO ACABADOS	14
NOMBRE DE LA TABLA NAVIS ACABADOS	Acabados Sun.xlsx

Figura 3. Inicio de acabados por defecto

173	B.30.40.30	TPO
174	B.30.50.10	Impermeabilizacion
175		
177	C ACABADOS	
178		
179		
180		

1	NOMBRE DE LA TABLA ACTUAL	20210208 PRODEYCO - MACHOTE - Presupuesto MACRO.xlsm
2	NOMBRE DE LA TABLA NAVIS ESTRUCTURAL	Estructural Sun.xlsx
3	CANTIDAD DE SUBNIVELES (NUMERO NEGATIVO)	-2
4	INICIO ACABADOS	177
5	NOMBRE DE LA TABLA NAVIS ACABADOS	Acabados Sun.xlsx

Figura 4. Ejemplo de inicio de acabados

Paso 7: En la quinta fila, escriba el nombre exacto del archivo de Excel que contiene las mediciones de los acabados. Este espacio puede quedar en blanco de ser necesario.

1.3. Acomodo Inicial de las Tablas

Los códigos para los macros de este archivo, se programaron mediante el uso de contadores, los cuales permiten detectar la posición correcta de las tablas en las cuales se deben colocar las cosas, por lo tanto, es indispensable verificar que antes de correr los macros, las tablas se encuentren de la manera correcta ya que, de no ser así, habrá importantes errores de formato. Para evitar eso, a continuación, se detalla cómo deben configurarse las hojas “Tabla de pagos”, “Presupuesto” y “Hoja de cálculo”. Las hojas “Costo Unitario” e “Indirectos” no requieren ninguna verificación.

1.3.1. Tabla de Pagos

En esta tabla, las columnas A, B (Items), C (Detalle) y D (Cantidad) pueden ser modificadas sus celdas, las demás contienen fórmulas que no deberían ser modificadas en casos normales.

Sub-Estructura: Debe terminar en la fila 6.

Estructura: Debe terminar en la fila 12.

Acabados: Si no se han agregado los datos de obra gris, esta sección debe iniciar en la fila 14 y terminar en la 18. En caso contrario se debe seguir el paso 5 de la sección 1.2 de la presente guía y asegurarse de que esta sección tenga exactamente 4 filas en blanco.

Sistemas: Si no se han agregado los datos de obra gris, esta sección debe tener la fila 30 en blanco. En caso contrario debe asegurarse que el espacio este entre el rubro de “Loza Sanitaria” y “Sistema de Agua Sanitaria”.

Equipo y Mobiliario: Si no se han agregado los datos de obra gris, esta sección debe iniciar en la fila 40 y terminar en la 46. En caso contrario debe asegurarse que existan 2 filas en blanco debajo del rubro “Mobiliario”.

Lo anteriormente mencionado se puede observar en la Figura 5.

ITEM	DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO MATERIAL	UNITARIO MANO DE OB	UNITARIO SUBCONTRAT	TOTAL UNITARIO	TOTAL MATERIALE	TOTAL MANO DE OBRA	TOTAL SUBCONTRAT	TOTAL
A SUB-ESTRUCTURA											
B ESTRUCTURA											
C ACABADOS											
D SISTEMAS											
D.10	TRANSPORTE										
D.10.10	SISTEMA TRANSPORTE VERTICAL										
D.10.10.10	Elevadores										
D.10.10.20	Lifts										
D.20	SISTEMA MECANICO										
D.20.10	SISTEMA DE AGUA POTABLE										
D.20.10.10	Tanques de agua potable										
D.20.10.20	Equipo de agua potable										
D.20.10.60	Loza sanitaria										
D.20.20	SISTEMA DE AGUA SANITARIA										
D.30	HVAC										
D.40	SISTEMA CONTRA FUEGO										
D.50	SISTEMA ELECTRICO										
D.60	Toalleros										
D.70	SISTEMA DE SEGURIDAD										
D.80	SISTEMA INTEGRADO										
E EQUIPO Y MOBILIARIO											
E.10	EQUIPOS										
E.20	MOBILIARIO										

Figura 5. Tabla de pagos por defecto

1.3.2. Presupuesto

Esta tabla debe tener 2 secciones y deben estar en blanco las columnas C (Descripción) y E (Cantidad) con excepción de las celdas C2, E2, C24 y E24 las cuales poseen fórmulas. Las demás columnas poseen fórmulas y no deberían ser modificadas.

Lo anteriormente mencionado se puede observar en la Figura 6.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	UNITARIO MATERIAL	UNITARIO MANO DE OBRA	UNITARIO SUBCONTRAT	TOTAL MATERIAL	TOTAL MANO DE OBRA	TOTAL SUBCONTRAT	TOTAL	COMPI	COMP	
2	1										\$	-		ERROR
3											\$	-		
4											\$	-		
5											\$	-		
6											\$	-		
7											\$	-		
8											\$	-		
9											\$	-		
10											\$	-		
11											\$	-		
12											\$	-		
13											\$	-		
14											\$	-		
15											\$	-		
16											\$	-		
17											\$	-		
18											\$	-		
19											\$	-		
20											\$	-		
21											\$	-		
22											\$	-		
23											\$	-		
24	2										\$	-		ERROR
25											\$	-		
26											\$	-		
27											\$	-		
28											\$	-		
29											\$	-		
30											\$	-		
31											\$	-		
32											\$	-		
33											\$	-		
34											\$	-		
35											\$	-		
36											\$	-		
37											\$	-		
38											\$	-		
39											\$	-		
40											\$	-		
41											\$	-		
42											\$	-		
43											\$	-		
44											\$	-		
45											\$	-		

Figura 6. Tabla presupuesto por defecto

1.3.3. Hoja de Cálculo

Se debe mantener los espacios a llenar limpios de cada elemento sin tocar las fórmulas de los espacios de la parte de debajo de cada sección. Esta hoja se llena a mano por lo que no es necesario modificar nada mientras no se haya realizado ninguna modificación manual. Los macros eliminan los números de ítem por lo que no es necesario eliminarlos. En la se muestra los espacios que deben estar en blanco y los numero cero representan los espacios con fórmulas. La muestra los números de ítems.

493														
+	460	LC	18											
	495													
+	496	ENT	19	20	21	22	23							
	532													
+	533	LT												
	568													
-	569	VM	24	25										
	570	B1010.60												
	571	LARGO												
	572	ANCHO												
	573	ALTO												
	574	CANT AROS #2												

Figura 7. Números de ítems

877	MB													
	878	B2010.10												
	879	M'												
	880	ANCHO												
	881	ALTURA												
	882	SENTIDOS #2												
	883	@ #2												
	884	SENTIDOS #3												
	885	@ #3												
	886	SENTIDOS #4												
	887	@ #4												
	888	SENTIDOS #5												
	889	@ #5												
	890	SENTIDOS #6												
	891	@ #6												
	892	SENTIDOS #7												
	893	@ #7												
	894	SENTIDOS #8												
	895	@ #8												
	896	SENTIDOS #9												
	897	@ #9												
	898	Block 15cm												
	899	Mortero de Pega												
	900	Maxdrain-Macaferri												
	901	Tubería drenaje												
	902	Concreto relleno 145kg/cm												
	903	Acero Refuerzo #2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	904	Acero Refuerzo#3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	905	Acero Refuerzo#4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	906	Acero Refuerzo#5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	907	Acero Refuerzo#6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	908	Acero Refuerzo#7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	909	Acero Refuerzo#8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	910	Acero Refuerzo#9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	911	Alambre Negro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 8. Ejemplo de hoja de cálculo por defecto

2. Archivo de Excel generado por Navisworks

2.1. Consideraciones

Los códigos leerán columnas y generarán filas basados en los datos de las mediciones generados por Navisworks. Para el funcionamiento de los macros, los elementos de las mediciones deben estar en las filas y columnas específicas y seguir un orden establecido, ya que en caso contrario la macro generará errores o del todo no funcionará.

Esta sección debe usarse como guía en caso de que se presente algún error o se desee hacer una modificación, en caso contrario se recomienda utilizar el catálogo personalizado de Navisworks el cual ya contempla todos los aspectos necesarios para el correcto uso de los macros, de manera que genera un archivo de Excel listo para ser usado.

2.2. Tablas

Para el funcionamiento correcto de las tablas, el tipo de elemento (Placa Corrida, Viga Corona, etc.) debe estar ubicado en la columna G y debe seguir el orden del catálogo. El nivel al cual pertenece el respectivo elemento debe estar en la columna H y ordenado de forma ascendente, no importa que no sean consecutivos, pueden faltar pisos pero siempre deben estar en forma ascendente como se observa en la Figura 9. Como se observa en la misma figura, una vez q cambia de ítem (de placa corrida a aislada) el nivel debe resetearse. En la Figura 10 se observa la forma incorrecta que generará errores.

G	H	I
Group4	Group5	Item
DA PLACA CORRIDA	NIVEL-2	PC-A
DA PLACA CORRIDA	NIVEL0	PC-B
DA PLACA CORRIDA	NIVEL4	PC-MR4
DA PLACA AISLADA	NIVEL-2	PA-G
DA PLACA AISLADA	NIVEL-2	PA-H

Figura 9. Ejemplo correcto de orden de tablas

G	H	I
Group4	Group5	Item
DA PLACA CORRIDA	NIVEL-2	PC-A
DA PLACA CORRIDA	NIVEL0	PC-B
DA PLACA CORRIDA	NIVEL-1	PC-MR4
DA PLACA AISLADA	NIVEL-2	PA-G
DA PLACA AISLADA	NIVEL-2	PA-H

Figura 10. Ejemplo incorrecto de orden de tablas

El nombre específico de cada ítem debe estar ubicado en la columna I, la distancia lineal en la columna J, en área en T y el contador de unidades en Z.

3. Macros

3.1. Macro1 – Presupuesto (ctrl + s)

El Macro1 se encarga de realizar de manera automática la tabla “Presupuesto”, utiliza el número que se encuentra en la celda A1 de la “Tabla de Pagos” para saber la cantidad de secciones debe realizar, una vez realizadas todas, extiende la tabla estándar hasta el final de las filas creadas e identifica el código del elemento (PC, PA, etc.) con lo cual trae los elementos que requieren ser calculados y las respectivas cantidades de la “Hoja de Cálculo”. También crea las columnas con su respectiva numeración en la “Hoja de Cálculo” y antes de iniciar limpia las celdas que requiera para funcionar correctamente.

3.2. Macro2 – Traer todas las mediciones (ctrl + g)

Este macro trae las medidas de los archivos Excel abiertos de acabados y obra gris. Traerá el valor asociado a la unidad que tenga asignada en tabla de pagos. Este macro solo se puede utilizar para traer tanto obra gris y acabados al mismo tiempo.

3.3. Macro3 – Tabla de pagos Obra Gris (ctrl + f)

Se encarga de llamar al Macro4 y Macro5 para crear la tabla de pagos de la “Estructura” y “Sub-Estructura”.

3.4. Macro4 – Tabla de pagos Sub-Estructura

Toma los datos de las mediciones y genera de forma automática la tabla de pagos para la sección “Sub-Estructura”, generando todos los ítems, ordenándolos por niveles y asignándoles la unidad respectiva a cada uno de ellos. Guarda las variables cod, cc y a del código en la hoja “Aux” para alimentar al Macro5, dichos datos se encuentran ocultos y no deben ser modificados, el código actualizará dichos valores de forma automática en cada uso.

3.5. Macro5 – Tabla de pagos Estructura

Toma los datos de las mediciones y genera de forma automática la tabla de pagos para la sección “Estructura”, generando todos los ítems, ordenándolos por niveles y asignándoles la unidad respectiva a cada uno de ellos. Este macro inicia utilizando los valores de las variables del Macro4 por lo que no se debe correr de manera independiente.

3.6. Macro6 – Tabla de pagos Acabados Completo

Este macro llama al Macro7 y Macro8 para crear la tabla de pagos de la sección “Acabados”, “Sistemas” y “Equipo y Mobiliario”.

3.7. Macro7 – Tabla de pagos Acabados 1ra Parte

Toma los datos de las mediciones y genera de forma automática la tabla de pagos para la sección “Acabados” hasta la sección de “Alfombras”, generando todos los ítems, ordenándolos por niveles y asignándoles la unidad respectiva a cada uno de ellos. Guarda la variable cc del código en la hoja “Aux” para alimentar al Macro6, dichos datos se encuentran ocultos y no deben ser modificados, el código actualizará dichos valores de forma automática en cada uso.

3.8. Macro8 – Tabla de pagos Acabados 2da Parte

Toma los datos de las mediciones y genera de forma automática la tabla de pagos para la sección “Acabados” a partir de los “Acabados de Escaleras”, generando todos los ítems, ordenándolos por niveles y asignándoles la unidad respectiva a cada uno de ellos. También genera la sección “Sistemas” y “Equipo y Mobiliario”. Este macro inicia utilizando los valores de las variables del Macro7 por lo que no se debe correr de manera independiente.

3.9. Macro9 – Traer mediciones de Obra Gris

Trae los datos de las mediciones que se encuentran en el archivo de Excel generado por Navisworks cuyo nombre se encuentra escrito en la hoja “Aux” en la celda B2 siempre y cuando dicho archivo este abierto.

3.10. Macro10 – Traer mediciones de Acabados

Trae los datos de las mediciones que se encuentran en el archivo de Excel generado por Navisworks cuyo nombre se encuentra escrito en la hoja “Aux” en la celda B5 siempre y cuando dicho archivo este abierto.

4. Uso de Macros y Botones

4.1. Consideraciones Generales

Para utilizar los macros se debe haber completado los pasos de la sección 1.2. y se debe tener los archivos de Excel de las mediciones abiertas (con excepción del Macro1 que no necesita ningún otro archivo abierto para funcionar). Todos los macros están diseñados para poder correrse desde cualquier hoja sin generar errores, ya que el código le indica a la macro en que hoja debe de posicionar cada elemento o acción realizada. Se recomienda siempre utilizar el catalogo personalizado de Navisworks para evitar errores.

Nota: En caso de desear detener un macro en durante su ejecución, presionar la tecla “ESC” repetidamente. Se generará un cuadro de diálogo en el cual se debe presionar el botón “Finalizar”.

4.2. Botones

Los botones presentes en la hoja “Aux” fueron creados con la intención de facilitar el uso de los macros de Excel ya que se ejecutan en el orden óptimo para el mejor funcionamiento y confiabilidad en los resultados obtenidos por lo que se recomienda su uso sobre los métodos abreviados en caso de no comprender adecuadamente el funcionamiento de cada macro de forma individual.

4.2.1. Tabla de pagos Obra Gris

Crear Tabla de Pagos (Obra Gris)

Función: Llama al Macro 3 por lo que genera toda la tabla de pagos de “Sub-Estructura” y “Estructura”.

Requerimientos: Celdas B1, B2 y B3 completada y archivo de Excel con las mediciones abierto.

Segundo Uso: Se deberá poner las secciones “Sub-Estructura” y “Estructura” en sus condiciones por defecto detalladas en la sección 1.3.1. antes de utilizar por segunda vez este botón.

4.2.2. Traer mediciones de Obra Gris

Traer Obra Gris de Navisworks

Función: Llama al Macro9 por lo que trae las mediciones del archivo de Excel generado por Navisworks.

Requerimientos: Celdas B1 y B2 completada y archivo de Excel con las mediciones abierto.

Segundo Uso: Se puede utilizar sin problemas las veces que se desee.

4.2.3. Tabla de pagos Acabados

Crear Tabla de Pagos (Acabados)

Función: Llama al Macro6 por lo que genera toda la tabla de pagos relacionada con los acabados.

Requerimientos: Celdas B1, B3, B4 y B5 completadas y archivo de Excel con las mediciones abierto.

Segundo Uso: Se deberá poner las secciones “Acabados”, “Sistemas” y “Equipo y Mobiliario” en sus condiciones por defecto detalladas en la sección 1.3.1. antes de utilizar por segunda vez este botón.

4.2.4. Traer mediciones de Acabados

Traer Acabados de Navisworks

Función: Llama al Macro10 por lo que trae las mediciones del archivo de Excel generado por Navisworks.

Requerimientos: Celdas B1 y B5 completada y archivo de Excel con las mediciones abierto.

Segundo Uso: Se puede utilizar sin problemas las veces que se desee.

4.2.5. Traer todas las mediciones

Traer Obra Gris y Acabados de Navisworks

Función: Llama al Macro2 por lo que trae tanto las medidas de los archivos de Excel generados por Navisworks al mismo tiempo.

Requerimientos: Celdas B1, B2, B3 y B5 completadas y los 2 archivos de Excel con las mediciones abiertos.

Segundo Uso: Se puede utilizar sin problemas las veces que se desee.

4.2.6. Tabla de pagos completa

Crear Tabla de Pagos Completa

Función: Llama a Macro6, Macro3 y Macro2 en ese orden para generar la tabla de pagos, tanto obra gris como acabados y trae los datos de las mediciones de ambas.

Requerimientos: Celdas B1, B2, B3 y B5. B4 tiene que tener el número 14. Todas las tablas deben estar en su condición por defecto, no utilizar en caso de ya tener la obra gris o los acabados ya creados en la tabla de pagos.

Segundo Uso: Se debe volver todo a su condición por defecto tal como se expone en la sección 1.3. No se recomienda usarlo más de una vez, en su lugar se recomienda guardar antes de utilizarlo y en caso de ser necesario cerrar el archivo sin guardar.

4.2.7. Tablas de Presupuesto

Generar Tablas de Presupuesto

Función: Llama al Macro1 lo que genera las tablas necesarias para la hoja de presupuesto y ubica los números de ítems en la hoja de cálculos.

Requerimientos: Solo requiere tener la hoja "Presupuesto" en su condición por defecto y el contador de la celda A1 en la hoja "Tabla de Pagos" debe ser igual o mayor a 2.

Segundo Uso: Se puede utilizar sin problemas las veces que se desee.

4.2.8. Presupuesto Automático

Presupuesto Automático

Función: Llama a Macro6, Macro3, Macro2 y Macro1 en ese orden para generar la tabla de pagos, tanto obra gris como acabados, trae los datos de las mediciones de ambas y genera las tablas de la hoja de presupuesto.

Requerimientos: Celdas B1, B2, B3 y B5. B4 tiene que tener el número 14. Todas las tablas deben estar en su condición por defecto, no utilizar en caso de ya tener la obra gris o los acabados ya creados en la tabla de pagos.

Segundo Uso: Se debe volver todo a su condición por defecto tal como se expone en la sección 1.3. No se recomienda usarlo más de una vez, en su lugar se recomienda guardar antes de utilizarlo y en caso de ser necesario cerrar el archivo sin guardar.

5. Posibles Errores

5.1. Ventana Emergente

Esta ventana similar a la de la Figura 11, se despliega cuando el código no se puede ejecutar correctamente, puede deberse a diversas causas, generalmente debido a que alguno de los nombres de los archivos no está escrito correctamente, para determinar cuál en caso de duda se debe presionar el botón “Depurar”.

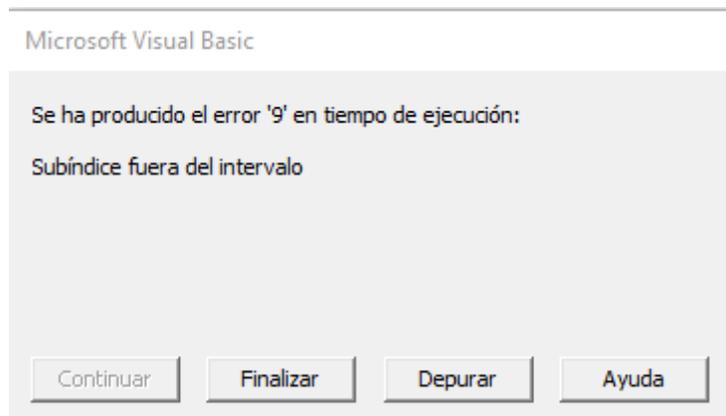


Figura 11. Ventana Emergente

En caso de que se subraye una línea con la variable “x” dentro del comando Workbooks como se observa en la Figura 12, significa que el error está en el nombre del archivo del presupuesto ubicado en la celda B1.

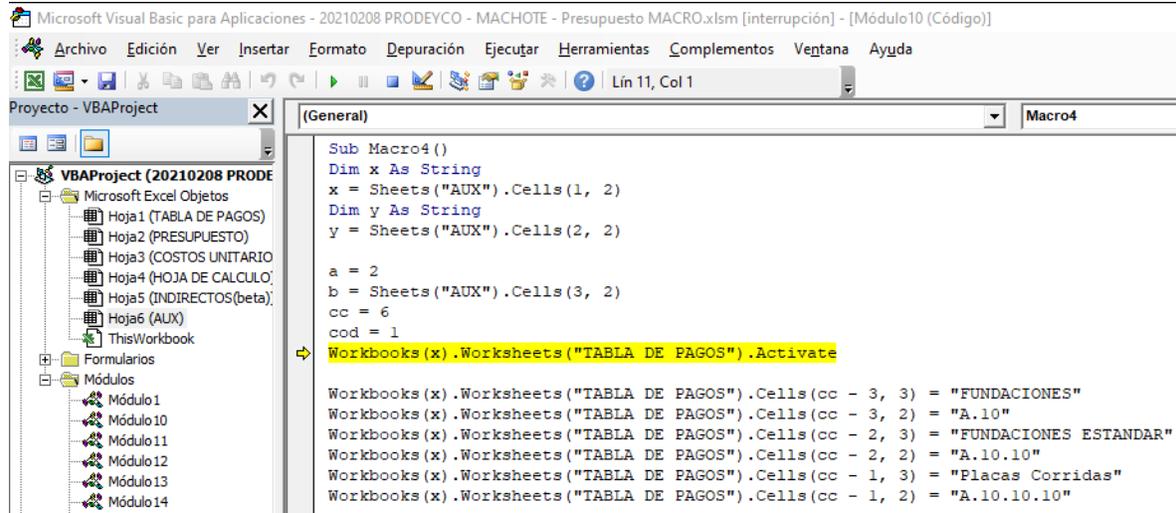


Figura 12. Error debido a celda B1

En caso de que se subraye una línea con la variable “y” dentro del comando Workbooks como se observa en la Figura 13, significa que el error está uno en el nombre de uno de los 2 archivos de mediciones generado por Navisworks, por lo cual el problema se ubica en la celda B2 ,B5 o ambas.

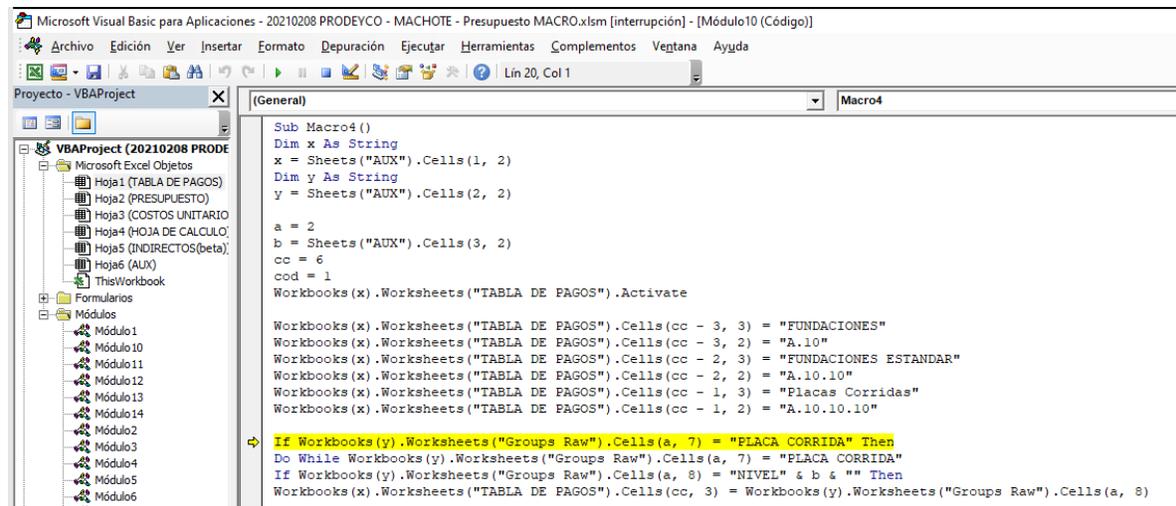


Figura 13. Error debido a celdas B2 y/o B5

Nota: Este mismo error también se puede dar por no tener abierto el archivo Excel que contiene las mediciones.

5.2. Error en la ubicación de la tabla de pagos generada

En caso de que falten ítems o se encuentren ubicados en lugares equivocados como en la Figura 14, se puede afirmar que es un error en los contadores del código. Este error se genera normalmente por 2 razones, la primera es que no se tenía las tablas correctamente en su condición por defecto según la sección 1.3. y la segunda posibilidad es no haber indicado correctamente el inicio de los acabados en la celda B4 en la hoja "Aux".

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		B	ESTRUCTURA												
2		C.10	CONSTRUCCIONES INTERIORES												
3		C.10.10	PARTICIONES INTERIORES												
4		C	NIVEL-2												
5		N(-2)	PL				m²								
6		NIVEL-1													
7		N(-1)	PL				m²								
8		N(-1)	VL				m²								
9		NIVEL 0													
10		NO PL					m²								
11		NO VL					m²								
12		C.10.10.20	Particiones de Vidrio												
13		C.10.10.20	Paredes Desmontables												
14		C.10.20	VENTANERIA INTERIOR												
15		C.10.30	PUERTAS INTERNAS												
16		C.10.30.10	Puertas Internas												

Figura 14. Ejemplo de error de ubicación

5.3. Falta de elementos en la tabla de pagos

Si a partir de un ítem específico en adelante no se genera la tabla de pagos como es debido puede deberse a que el archivo de las mediciones no contiene los nombres de los ítems en la columna G en el orden correcto.

5.4. No se traen todas las mediciones

Este fallo puede deberse a 3 razones, la primera es que el nombre en tabla de pagos no es idéntico al presente en la columna I del archivo de mediciones, este problema no debería presentarse si se utilizó los macros para generar la tabla de pagos, pero si puede ocurrir en caso de una modificación manual o cambio posterior en los nombres. La segunda razón es debido a que no se colocó la unidad correcta en el ítem en la tabla de pagos. La tercera razón puede deberse a que el tamaño de la tabla de pagos es muy grande por lo que el código solo hace una cantidad limitada

de iteraciones, para resolver esto se debe ingresar al código del macro que se esté utilizando el cual puede ser Macro2, Macro9 o Macro10 y aumentar el número que se muestra en la Figura 15.

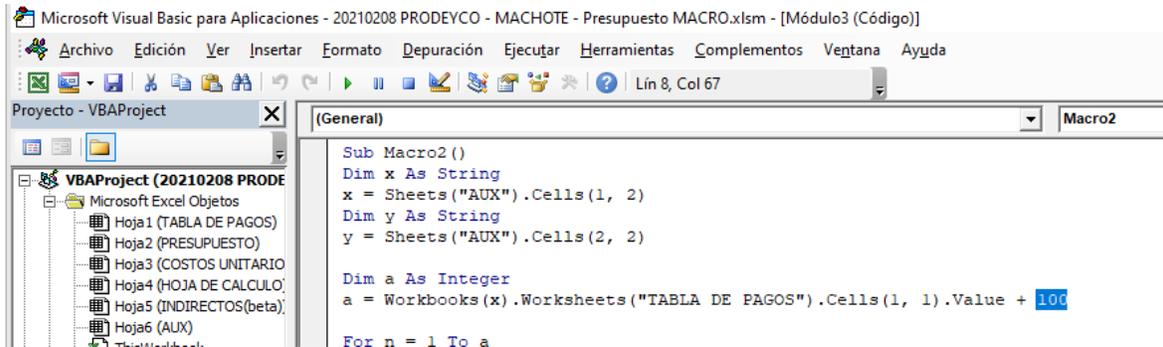


Figura 15. Modificación en el número de iteraciones

5.5. El Excel se congela

Este error que se muestra en la Figura 16, se debe a que el contador de niveles falló esto debido a que no se indicó correctamente el número de subniveles en la celda B3 de la hoja "Aux" según lo indicado en el paso 5 de la sección 1.2. o porque en el archivo de mediciones no se encuentra en orden ascendente como se indicó en la sección 2.2..

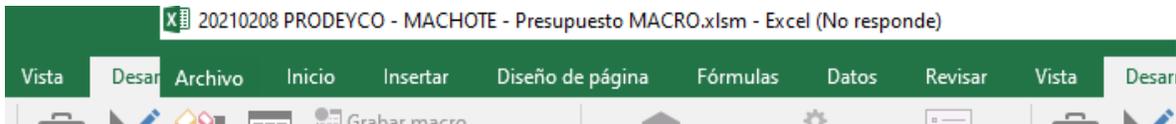


Figura 16. Ejemplo de error por contador de niveles