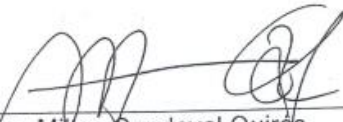


CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

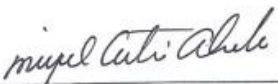
Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Milton Sandoval Quirós, Ing. Miguel Artavia Alvarado, Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en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



Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director



Ing. Milton Sandoval Quirós.
Profesor Guía



Ing. Miguel Artavia Alvarado.
Profesor Lector



Ing. Ana Grettel Leandro Hernández.
Profesora Observadora

Control de costos en edificio de tres niveles

Abstract

The purpose of this study is to improve and strengthen the cost control system of Grupo Condeco Vac S.A. The development starts with an analysis of the actual situation of the company this was generated with a compilation of information focus on cost control and with an exploration of the system used by the company.

The results give a perspective of the strengths, disadvantages and the points to improve. A literature investigation about monitoring and control process was made and combined with the results obtain in the analysis of the actual situation of the system a new model of three tools was designed and created. The new tools were made with Microsoft Excel.

The development of this document was possible by using interviews, checking files, making literature investigations and using the tools in a construction project.

This study expose a report generated on a establish date. The report describes all the results obtained by using the new tools.

Resumen

Este estudio tiene como finalidad el mejoramiento y fortalecimiento del sistema de control de costos empleado por la empresa Grupo Condeco Vac S.A. Para su desarrollo, se inicia con un análisis de la situación actual de la empresa, por medio de la recopilación de la información referente a control de costos y el uso del sistema que la empresa emplea. Mediante lo anterior, se logran determinar las fortalezas, debilidades y mejoras a implementar. Posteriormente, con base en una revisión de la bibliografía sobre monitoreo y control de costos y junto con los resultados obtenidos del análisis, se procede al diseño y confección de una guía de tres nuevas herramientas en formato Microsoft Excel.

Para el desarrollo del proyecto, fue necesaria la aplicación de entrevistas, revisión de archivos, trabajo en sitio y revisiones bibliográficas.

El documento contiene un informe generado en una fecha corte, el cual describe los resultados que se han obtenido mediante la guía de herramientas planteadas.

Control de costos en edificio de tres niveles

DIEGO CORDERO CAMPOS

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

JULIO DEL 2017

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

Contenido

Contenido.....	5
Prefacio	6
Resumen ejecutivo.....	7
Introducción.....	9
Marco teórico.....	10
Metodología.....	15
Resultados.....	17
Análisis de los resultados.....	33
Conclusiones	35
Recomendaciones.....	36
Apéndices.....	37
Anexos.....	53
Bibliografía	59

Prefacio

El seguimiento minucioso de los costos es una actividad fundamental e imprescindible de la ejecución de un proyecto para cualquier empresa, esto con el fin de obtener o maximizar las ganancias esperadas, así como incurrir en costos máximos, iguales a los presupuestados, para evitar experimentar pérdidas.

Los métodos y sistemas de control y manejo de obra poco minuciosos generan poca información útil a los responsables y producen situaciones como: descontrol y desconocimiento sobre la utilización final de los materiales, varianzas que son notorias en las actividades hasta su terminación, entre otras. Lo anterior señala la importancia de contar con herramientas de control eficientes y minuciosas que brinden la posibilidad de tomar, durante la ejecución, medidas correctivas sobre el actuar del proyecto.

Este estudio presenta el diseño, confección y puesta en práctica de un sistema de control de costos, creado para la empresa Grupo Condeco Vac S.A que dedica gran parte de sus actividades a la construcción de obra pública, las cuales son caracterizadas por ser licitaciones que requieren el presupuestar con detalle y precisión los volúmenes de trabajo y sus costos, así como ejecutar los trabajos con calendarios ajustados, por lo cual es imprescindible contar con un sistema de control de costos que permita gestionar y monitorear el proyecto con el fin de evitar situaciones financieras desfavorables.

Grupo Condeco Vac S.A, actualmente, realiza un control de costos con facturas y una

comparación ante el presupuesto de las actividades del proyecto, sin embargo, el sistema solo permite generar comparaciones entre los costos totales de las actividades y no genera información que ayude a tomar medidas correctivas durante la etapa de ejecución. El sistema presentado en este documento pretende generar las herramientas computacionales que extraigan y procesen la información de campo, produciendo panoramas confiables sobre el comportamiento de los costos de las actividades y del proyecto en general, Dado lo anterior, será posible contrastar en el tiempo, lo real contra lo presupuestado, así como realizar proyecciones, conocer las variaciones en los diversos aspectos que componen cada actividad y tomar medidas correctivas.

Agradezco al Ing. Carlos Ramírez Barrantes, socio e ingeniero de calidad de los proyectos, por su colaboración en todo momento de ejecución del proyecto, asimismo a todo el personal de la obra de Grupo Condeco que siempre mostró una actitud de colaboración admirable, al haberme acogido en la empresa para el desarrollo de este proyecto.

A su vez, a mi profesor guía, Ing. Milton Sandoval Quirós por toda la colaboración, guía y consultas que me brindó durante el transcurso de mi formación profesional y en específico, durante esta última etapa que comprende la carrera de Ingeniería en Construcción del Tecnológico de Costa Rica.

Resumen ejecutivo

Este proyecto se realizó en el Centro Comunal de Desarrollo Humano, ubicado en Tirrases, Curridabat, San José, cuya construcción se encuentra a cargo de la empresa Grupo Condeco Vac S.A, que se especializa en el desarrollo de obras civiles, en su mayoría, obra pública.

Partiendo de la necesidad actual de la empresa de contar con herramientas eficientes para el manejo, gestión y control de costos, a fin de garantizar el cumplimiento de la obra por realizar en el tiempo y los costos presupuestados, surge la razón del desarrollo de este proyecto.

Las visitas realizadas permitieron determinar que los instrumentos y procedimientos de control de costos empleados no garantizan una evaluación correcta, para la implementación oportuna de acciones correctivas y/o preventivas.

Ante las necesidades observadas, se formularon visitas, entrevistas y revisiones de archivos con la finalidad de conocer y analizar los métodos actuales que se empleaban, así como las fortalezas y debilidades que estos instrumentos presentaban. Mediante el análisis del sistema, se encuentran fortalezas principales como el registro de los datos de materiales, lo que permite tener un respaldo sobre los materiales que ingresan al proyecto, así como una hoja de comparación de actividades. Sin embargo, pese a esto, el sistema no ofrece la capacidad de análisis ni la toma de decisiones durante el transcurso de la actividad, ya que solo es posible contrastar errores o pérdidas cuando las actividades finalizan, lo cual representa una debilidad dentro de un manejo de integral de costos. Se percibió que los controles de bodega eran poco rigurosos, ya que solo se registra lo que sale, mas no hay otros datos ni disposición final de materiales o cantidades restantes, a su

vez, existe la ausencia de medios para conocer el avance o estado de las actividades. No existen métodos u hojas de cálculo, a excepción del empirismo para la determinación de los montos por concepto de mano de obra que deban cancelarse.

A partir de esto y aunado a una revisión bibliográfica sobre ingeniería de costos, gestión y control de estos, se crean las herramientas en formato Microsoft Excel: control de inventario, control de avance y control de actividades.

La herramienta de control de inventario, es una hoja de registro de materiales, la cual etiqueta cada acción que se lleva en la bodega y mediante el uso de la función de filtros, permite conocer las cantidades restantes de determinado material, así como el destino de los materiales que salen de la bodega. Dicha herramienta permite conocer objetivamente cuáles materiales son empleados en cada actividad, información que es vital para el control efectivo de las actividades. La herramienta de control de avance, cumple dos funciones: estimar el avance real de cada actividad (información que permite realizar proyecciones) y determinar con base en el trabajo realizado, los montos por concepto de mano de obra a cancelar. En cuanto a esta herramienta, solo fue posible para este proyecto, el uso de la primera función, ya que no se contaba con datos precisos del monto por concepto de mano de obra para cada actividad, imposibilitando su uso, sin embargo, se recomienda en futuros proyectos, la gestión de contratos de mano de obra, desglosados por actividades. Control de actividades cuenta con dos secciones: hoja resumen, que presenta datos totales, así como proyecciones y variaciones y hoja de actividades, que almacena la información, tanto real como

presupuestada de los materiales empleados. Se logró, realizar proyecciones, análisis de la situación de las actividades y del proyecto en general, así como toma de acciones preventivas. Lo anterior fue posible, mediante la información que brindaron las herramientas de control de avance y de inventario. Se resalta la importancia que tienen en un sistema de control de costos, de

cualquier índole, los medios para la recopilación de información, pues son los que hacen posible los productos que el sistema genere.

Se pretende que la guía de herramientas de control de costos que fue diseñada, se constituya en un instrumento de gran utilidad para Grupo Condeco en el proyecto Centro Comunal de Desarrollo Humano y en futuros proyectos.

Introducción

El presente documento trata sobre el análisis y mejoramiento en los métodos utilizados por la empresa Grupo Condeco Vac S.A para el control de los costos en obra. Grupo Condeco Vac S.A es una empresa que dedica gran parte de sus actividades a la ejecución de obras públicas mediante el modelo de licitación, donde los presupuestos y el tiempo son factores que demandan un monitoreo estricto. Grupo Condeco Vac S.A es una empresa mediana, constituida por ocho empleados, que se encuentran distribuidos en los departamentos de contabilidad, proveeduría y los departamentos de presupuestos y ejecución de obras. El desarrollo práctico que acompaña y fundamenta este estudio se realizó en la construcción del Centro de Desarrollo Humano, ubicado en Tirrases, Curridabat, San José, durante el primer semestre del año 2017, específicamente entre los meses de febrero a mayo. El proyecto es una construcción de un edificio de 2517 m² y un costo presupuestado de aproximadamente ₡1.217.905.000,00 que contendrá aulas y oficinas, con divisiones livianas y cielos de gypsum, poseerá 3 niveles, todos casi en su totalidad contruidos en muros de concreto reforzado. Pertenece a la Municipalidad de Curridabat y forma parte de una serie de proyectos de inclusión social. El problema presente en obra refleja que el monitoreo y control del proyecto y sus actividades, es poco minucioso sobre el destino de los recursos y sobre los costos en general. La gestión que se realiza no es permisiva en cuanto a la toma de acciones (correctivas, preventivas, entre otras). Debido a lo anterior, surge el interés de gestionar con mayor detalle los aspectos de tiempo y costo en la ejecución de la obra.

Entre las metas logradas para el mejoramiento del sistema utilizado, se encuentran las herramientas computacionales creadas mediante el programa de Excel para la gestión y control de los costos en obra. Estas contribuyen al control del destino de los recursos que salen de bodega y la herramienta formulada para procesamiento de datos, en términos de los costos en el tiempo, permite conocer lo real, presupuestado, generar análisis, proyecciones y en casos pertinentes, la toma de medidas correctivas.

Debido a lo anterior, se plantea como objetivo general, desarrollar una guía de control de costos para actividades de ejecución de un edificio de tres niveles de la empresa Grupo Condeco, esto propuesto para que el profesional a cargo del proyecto cuente con un recurso para ordenar, gestionar, monitorear y controlar los costos de manera eficaz.

Dicha guía de herramientas podrá ser alcanzada con los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo 1.0: Analizar el método con el que se realiza el control de costos actualmente.
- Objetivo 2.0: Proponer un conjunto de herramientas y procedimientos para el control de costos.
- Objetivo 3.0: Aplicar la guía en un proyecto.

Marco teórico

A continuación, se detallan los fundamentos teóricos y lineamientos considerados y ejecutados en el desarrollo de las herramientas computacionales expuestas en este documento. Inicialmente, se definen los conceptos básicos que componen el control de costos en un proyecto de construcción:

- Proyecto: “Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (PMI, 2013, p.3).
- Costo: “Llamamos costos, al conjunto de erogaciones o desembolso indispensables para elaborar un producto o ejecutar un trabajo, sin ninguna utilidad” (Razura, 2012, p.10).
- Controlar/ control: “Comparar el desempeño real con el desempeño planificado, analizar las variaciones, evaluar las tendencias para realizar mejoras en los procesos, evaluar las alternativas posibles y recomendar las acciones correctivas apropiadas, según sea necesario” (PMI, 2013, p.400).

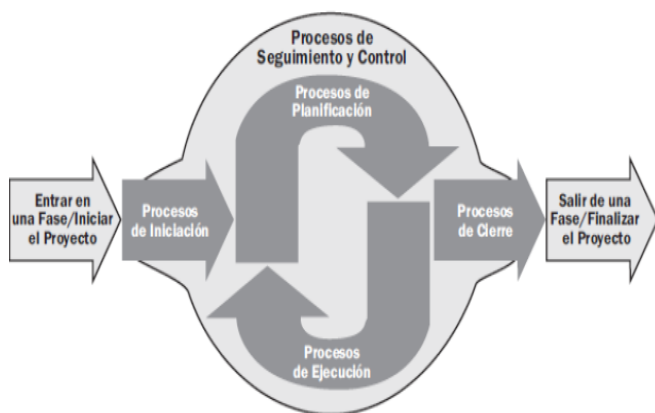


Figura 1. Secuencia de procesos de un proyecto
Fuente: (PMI, 2013, p.45)

Con base en lo anterior, es posible determinar que el control de costos es una actividad que forma parte de un esfuerzo temporal y cuya finalidad es la de poder comparar los aspectos que componen en términos financieros el proyecto. La figura 1 representa los aspectos generales que componen un proyecto constructivo y la participación del proceso de seguimiento y control, conocida en nuestro país como control de costos. Es posible apreciar en la figura cómo el proceso de seguimiento y control engloba casi en su totalidad la secuencia del proyecto, debido a que su desarrollo es en relación total con las fases de planeación y ejecución. En la etapa de planeación, es definida la gestión de los parámetros de tiempo y costo, mientras que en la parte de ejecución, es puesto en funcionamiento con base en las directrices definidas.

Es importante resaltar que las labores de control de costos no son propias del proceso de seguimiento y control, sino que estas requieren para su adecuado desarrollo de procesos de planeación muy estrictos, que permitan al ejecutor desarrollar indicadores del estado del proyecto en el tiempo. Datos como tiempo, compra y entrega de materiales, costos directos e indirectos, tramitologías, fechas tempranas y tardías de inicio, entre otros, son algunas de las variables que el proceso de planeación toma en consideración a la hora de preparar el plan de ejecución del proyecto. Es con base en lo anterior que se definen los métodos de planeación como generadores de datos e información.

Ley de contratación administrativa

Todo proyecto de orden público, es decir, desarrollado por algún ente, organismo o sección del estado, en este caso la Municipalidad de Curridabat, deberá ser sometido por medio de licitación pública, la cual es regulada y su proceder se encuentra contenido en la ley de contratación administrativa, ya que en ella se encuentran aspectos como las garantías de cumplimiento, el proceder en caso de no existir oferentes, etc.

Guía para el desarrollo del proceso de planificación

Como se mencionó anteriormente, para la planificación de un proyecto constructivo es necesaria la aplicación de diversos métodos, que permitan generar los parámetros a controlar. En esta sección, se describe parte de los métodos propuestos por Casares (2012), para el desarrollo de las siguientes subetapas:

- Programación de obra.
- Presupuestación de las actividades.

La programación de obra es la etapa inicial de la ingeniería de un proyecto, su importancia radica tal y como su nombre lo indica, en extraer la información del proyecto y establecer de manera precisa, la secuencia y duración en que las actividades que componen el proyecto deberán ser realizadas. Para el desarrollo de la subetapa de programación de obra, se procede a crear una estructura de descomposición de trabajo o EDT, seguido de una matriz de precedencias y finalmente, la determinación de duraciones, mediante la experiencia y la probabilidad que emplea en su utilización el método PERT. Los procedimientos son descritos a continuación:

Una EDT o estructura de descomposición del trabajo es: “Una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a ser realizado por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos” (PMI, 2013, p.428). El PMI en su obra Project Management Body of Knowledge (PMBOK)

(2013), dicho procedimiento juega una parte clave de la planeación, pues al segregar los entregables es más sencillo asignar la información destacable de cada uno de ellos como lo son el tiempo y recursos.

Posteriormente, se procede a la creación de una matriz de precedencias, que consiste en un procedimiento matemático, con el cual es posible clasificar de manera sencilla, la secuencia de actividades, conociendo la dependencia que tienen unas actividades con respecto a la realización de las otras. La matriz de precedencias es de gran utilidad, ya que al trazar las posibles secuencias de realización de las actividades del proyecto y al combinarse con el método PERT para determinar las rutas alternas y ruta crítica del proyecto, permite una planeación precisa en términos de compra, disponibilidad y entrega de materiales, recursos, mano de obra y tiempo de trabajo.

El método PERT (Program Evaluation and Review Technique) es un método que utiliza la experiencia del ejecutor en un escenario probabilístico para la determinación de la duración de una actividad. Se considera el método probabilístico, ya que toma en cuenta 3 posibles escenarios para la duración de una misma actividad y estima mediante una fórmula, un tiempo esperado que se encuentra dentro del rango de una curva de frecuencias con distribución normal (Triadó,2012,p.7). Los escenarios de duraciones son los siguientes:

- La **optimista (Do)**: “Cuando todo se encuentra bajo control, no pueden existir retrasos por carencia de materiales, mano de obra, equipo o alguna otra razón” (Casares, 2012,p38).
- La **normal (Dn)**: “cuando existe una situación que, en la industria de la construcción, puede considerarse “la de todos los días” en que algo puede fallar” (Casares, 2012,p38).
- La **pesimista (Dp)**: “Cuando todo sale mal y seguramente se presentan fallas” (Casares, 2012,p38).

A través de esto y recalando una distribución de frecuencias que sigue un patrón normal, Casares (2012) define que “la **duración esperada (De)** es igual al área bajo la curva en este tipo de distribuciones, cuyo valor es:

$$D_e = \frac{D_o + 4D_n + D_p}{6}$$

Es importante considerar la segunda subetapa concebida como el presupuesto, que es la estimación de los costos de las actividades, posterior a la programación de obra, debido a que tanto los materiales, el equipo, la cantidad de mano de obra, entre otros, tienen su costo sujeto al tiempo, por lo que es vital conocer con detenimiento la duración esperada para las actividades. Lo anterior con el fin de planificar de manera minuciosa la disponibilidad de equipo y materiales, así como garantizar un personal humano suficiente para el desarrollo a tiempo de la tarea y así con el resto de factores que se considere necesario planificar.

El presupuesto de las actividades es estimar de manera minuciosa, objetiva y precisa el costo de cada una de estas en el proyecto a desarrollar. En cuanto a la creación de los presupuestos, deberán ser realizados o al menos revisados por profesionales con experiencia en el campo, con conocimiento claro sobre los recursos humanos, materiales y posibles eventualidades presentes de la construcción.

Ejecución del control de costos

Finalmente, para realizar el control de costos de las actividades, se parte de la información generada durante la planeación del proyecto, información referente a tiempo y costos principalmente y que da los parámetros a monitorear y controlar durante la etapa de ejecución del proyecto. En el Project Management Body of Knowledge, (2013) se menciona que “Este monitoreo continuo proporciona al equipo del proyecto conocimiento sobre la salud del proyecto y permite identificar las áreas que requieren más atención.”(p.51).

Esto enfatiza la importancia de mantener la salud en el tema financiero del proyecto, mediante la implementación de programas, herramientas, parámetros, entre otros, es posible obtener un claro panorama de la situación del proyecto. Con base en este panorama, el (PMI, 2013) menciona algunos cambios que pueden generarse en un sistema de control de costos, con la finalidad de conservar o recuperar la salud financiera del proyecto, estas son:

- **Acción correctiva:** Consiste en realizar cambios en la situación actual del

proyecto con el fin de encasillar los costos reales dentro de los costos presupuestados.

- **Acción preventiva:** Es una acción realizada con el fin de prever, que en avances futuros del proyecto, los costos reales incurridos se encuentren dentro de los costos presupuestados.
- **Reparación de errores:** Es una acción para cambiar de manera efectiva y directa una acción o acciones no conformes que pueden estar generando o generar futuras variaciones entre los costos reales y los costos presupuestados.

Es importante resaltar que el éxito de un control de costos no se encuentra directamente en las herramientas que este utiliza para monitorear y controlar los costos del proyecto sino en el método que utiliza para la recopilación de información y la teoría de análisis que emplea a partir de la información generada.

Existen diversas teorías de análisis de la información que brinda o debe brindar un sistema de control de costos. Para el caso específico de las herramientas en este documento, se considera el juicio de expertos como la teoría de análisis de datos. Según el PMI (2013), esta teoría afirma que: “El equipo de dirección del proyecto utiliza el juicio de expertos para interpretar la información proporcionada por los procesos de monitoreo y control. El director del proyecto, en colaboración con el equipo, determina las acciones requeridas para asegurar que el desempeño del proyecto esté a la altura de las expectativas” (p.82).

Análisis del estado del proyecto

Una vez que la implementación de las herramientas creadas para el control de costos ha comenzado, es necesario, determinar los indicadores que permitan de forma recurrente y estricta evaluar y analizar el estado del proyecto. Dado esto se introduce el concepto de fecha de corte, definido por el PMI (2013) como “Un punto en el tiempo en el que se registra el estado del proyecto”, partiendo de esto, serán fechas definidas donde se conoce el estado de las actividades y del proyecto en general y se plantea

si existe la necesidad de aplicar algún tipo de acción correctiva o preventiva.

A continuación, se presentan los indicadores de tiempo y costo:

Indicador de costo

Casares (2012) lo define como la relación que existe entre el presupuesto de costo del proyecto (PCP) y el costo presupuestado a la terminación (CPT), esta relación tiene tres posibles interpretaciones, según sea su valor, en el caso de que la relación sea menor a 1, el proyecto se encamina a una disminución de utilidades o en caso drástico a presentar pérdidas. En caso de ser igual a 1, el proyecto marcha de manera perfecta entre lo presupuestado y lo invertido al momento de la fecha corte y en el caso de resultar como una relación cuyo valor es mayor a 1, el proyecto se encuentra encaminado a generar utilidades mayores a las presupuestadas. Simbólicamente las relaciones son estas:

$$\frac{PCP}{CPT} < 1 \quad \text{Abajo del presupuesto}$$

$$\frac{PCP}{CPT} = 1 \quad \text{En presupuesto}$$

$$\frac{PCP}{CPT} > 1 \quad \text{Abajo del presupuesto}$$

(Casares, 2012,p111).

Indicador de tiempo

Es una relación entre los porcentajes respectivos al trabajo que se ha desarrollado y al que teóricamente se debe haber desarrollado. Al igual que la relación de costos, tiene tres interpretaciones, que el proyecto se encuentre adelantado en tiempo, que se avance según lo planeado o que se encuentre atrasado. Para el desarrollo de esta relación, se utiliza la duración en días total del proyecto y la duración en días que ha transcurrido desde el inicio del proyecto hasta la fecha corte. Simbólicamente las relaciones son estas:

$$\frac{\% \text{ Avance real}}{\% \text{ Avance teórico}} < 1 \quad \text{Atrasado}$$

$$\frac{\% \text{ Avance real}}{\% \text{ Avance teórico}} = 1 \quad \text{A tiempo}$$

$$\frac{\% \text{ Avance real}}{\% \text{ Avance teórico}} > 1 \quad \text{Adelantado}$$

Elementos de un control de costos

A continuación se describen todos los elementos o partes que forman parte de un control de costos, es decir, todo lo que este se centra en administrar en la construcción.

Mano de obra

Es el personal humano del proyecto que realiza las labores en el campo de trabajo, para el centro de desarrollo humano se encuentran operarios, peones y albañiles. En el proyecto específico esta se encuentra subcontratada en su totalidad.

Herramientas

Se clasifican las herramientas como especializadas y de uso ordinario o normal en la construcción, aquellas especializadas son herramientas que fueron creadas para realizar labores particulares como mediciones de presión, voltajes, entre otras. En cuanto a las herramientas de uso convencional como taladros, cortadoras, etc, estas son proporcionadas por el contratista y su administración y gestión es entera responsabilidad del contratista.

Subcontratos

El proyecto cuenta con subcontratos específicos para la mano de obra general, es decir, para todas las actividades no especializadas. A su vez, las actividades y

subactividades como ventanería, aire acondicionado, cerrajería, puertas, losa sanitaria y enchapes en vitrocerámica cuentan con un subcontratista aparte.

Ordenes de cambio

El (PMI, 2013), las define como solicitudes de cambio, bajo esta definición “Una propuesta formal para modificar cualquier documento, entregable”, es decir todos aquellos cambios que se realizan durante la etapa de ejecución del proyecto.

Materiales

Los materiales son la materia prima para el desarrollo de cualquier actividad, son los insumos que permiten crear y materializar los objetivos planteados. En el presente trabajo se enfoca el control de costos de la empresa Grupo Condeco Vac S.A a la administración de los materiales, ya que debido al modelo de trabajo con el cual cuenta el proyecto, es el aspecto de mayor costo, así como el único que es totalmente responsabilidad de la empresa.

Metodología

Control de costos en la actualidad

Debido a la naturaleza del proyecto Centro Comunal de Desarrollo Humano, era necesario conocer con detenimiento el sistema de control de costos utilizado, así como sus alcances y limitaciones, con el fin de generar un reconocimiento y evaluación de la capacidad de este y los aspectos de mayor importancia a considerar como base para la confección de las nuevas herramientas computacionales.

Las labores de reconocimiento del sistema fueron llevadas a cabo mediante una ejecución de entrevistas, específicamente, con el ingeniero residente actual del proyecto, quien posee acceso directo a facturas, cortes y fechas de pago, entre otros aspectos, que son de importancia directa en el control de costos que se desea generar. A su vez, se realizaron entrevistas con el ingeniero supervisor de calidad del proyecto.

El reconocimiento del sistema incluye a su vez, la revisión de archivos y visitas al sitio, que permiten conocer los parámetros externos presentes y su influencia en el día a día de las obras que la empresa construye.

Tanto el reconocimiento como la evaluación fueron realizadas de la misma manera, aunque los parámetros de su análisis no son del todo iguales. La evaluación fue elaborada mediante la revisión de los archivos que conformaban el sistema de control de costos utilizado. Fue posible acceder a la herramienta de control de costos implementada, mediante su revisión y uso, asimismo, conocer los alcances y limitaciones que la herramienta posee, pudiendo analizar los puntos a conservar, fortalecer y eliminar o reemplazar para concebir herramientas computacionales de control de costos óptimos y

eficientes. Se procede finalmente a la formulación de un análisis de fortalezas, debilidades, mejoras a desarrollar y el método de implementación de estas.

Creación de las herramientas

Posterior al análisis del sistema actual de control de costos utilizado por la empresa y a las consideraciones propuestas, se procedió a la creación de las herramientas computacionales que permiten ejecutar la ingeniería de costos del proyecto, estas son concebidas siguiendo tres aspectos: revisión bibliográfica, diseño, confección y validación de las herramientas computacionales.

La revisión bibliográfica sobre materia de costos y planificación y gestión de proyectos constructivos, se realiza con el fin de indagar sobre los aspectos teóricos fundamentales que contiene el desarrollo de la ingeniería de costos en un proyecto, en específico, el aspecto de control en la ejecución de obras constructivas.

Asimismo, se analizan los aspectos a considerar al momento del diseño y de la confección computacional de las herramientas de control de costos. El desarrollo de estas fue ejecutado, utilizando la herramienta del paquete office Microsoft Excel. Así como también fue posible abarcar los aspectos considerados por la literatura como fundamentales en un mecanismo de monitoreo y control.

En el modelo propuesto, se incluyen tres herramientas para la correcta obtención de datos y el control de costos. Entre estas herramientas de control se incluyen:

- Control de inventario.

- Control y estimación del porcentaje de avance.
- Control de actividades.

El control de inventario consiste en una herramienta práctica, con la cual pueda conocerse, una vez que los materiales salen de bodega, cuál será su uso final y la actividad a la cual pertenecen, brindando información a los encargados, que permita, mediante la herramienta de control de costos comparar las cantidades reales de materiales utilizadas, contra las presupuestadas.

En cuanto a la herramienta de control y estimación del porcentaje de avance, esta tiene la finalidad de permitir a los encargados obtener el porcentaje de avance que cada actividad posee, el cual se utiliza en la herramienta de control de actividades, con el fin de comparar si la relación entre avance de obra y costo real es satisfactoria, y así generar proyecciones y medidas a tomar en caso de anomalías.

Finalmente, la herramienta de control de actividades, se supe de la herramienta de Control de bodega y la de Control y estimación del porcentaje de avance para la generación de información útil sobre la situación en el tiempo de las cantidades de materiales y de los costos generales de las actividades. Esta herramienta posee la capacidad de generar, mediante el uso de la información recopilada en campo: comparaciones, proyecciones, toma de medidas de mitigación de ser necesarias, entre otras posibles acciones para llevar a cabo las labores de control de costos y la ejecución del proyecto, en general, de manera satisfactoria.

Las herramientas son diseñadas en formato Microsoft Excel, concebidas en un solo archivo, cada una comprende una o varias hojas de cálculo, que hacen uso de funciones predeterminadas del programa.

Como método de enlace, entre hojas, se utiliza la función de hipervínculos con la que cuenta Microsoft Excel, ya que al tratarse de proyectos con una gran cantidad de actividades, es fundamental contar con un modelo que brinde un modo ágil y rápido entre secciones. En cuanto a la herramienta destinada para el control de bodega, se utiliza la función de filtros, con lo cual es posible dividir el total de la información, facilitando aislar los materiales, cantidades, proveedores, entre otros aspectos que fueron destinados para una actividad en específico.

Finalmente, se procede a la validación de la herramienta, con el fin de conocer si puede aplicarse al modelo utilizado en la empresa Grupo Condeco Vac S.A y proceder a su uso directamente en obra. Es importante señalar que se trata de un proceso iterativo, hasta que se considere que la herramienta cumple fielmente con los parámetros para desarrollar el control de costos.

Aplicación de la guía

El uso y aplicación de la guía en el proyecto Centro Comunal de Desarrollo Humano, se realizó mediante la recopilación, gestión y uso de los datos necesarios en las herramientas confeccionadas. Por motivos de practicidad se enlazan las herramientas en un solo archivo, junto a los aspectos complementarias como el presupuesto del proyecto, la sección de información, entre otras. Lo anterior con motivo de que permitan al profesional contar con un fácil acceso a toda la información que pueda requerirse, en la confección de informes en fecha corte o bien en el control de costos.

Se diseñan los flujogramas, para brindar una interpretación gráfica de fácil acceso sobre los procesos de uso de las herramientas (entrada y salida de materiales, recopilación de datos, gestión, etc.), así como del procedimiento para el desarrollo de los informes anteriormente mencionados en las fechas cortes.

Finalmente, se realiza y presenta un informe en una fecha corte del proyecto, donde se exponen mediante los parámetros e indicadores expuestos, así como la teoría descrita, la situación financiera del proyecto al momento y otros aspectos de valor.

Resultados

Objetivo 1.0

Entrevistas y visitas al sitio

Inicialmente para el desarrollo del análisis sobre el sistema actual de control de costos utilizado por la empresa Grupo Condeco Vac S.A se parte de las entrevistas a los profesionales, las cuales permitieron conocer y recopilar información sobre las características del sistema, directamente del conocimiento de los profesionales que lo emplean. De las entrevistas realizadas (Ver apéndice 1.1 y 1.2), se extrae que el sistema actual, es el segundo sistema para el control de costos empleado, ya que según lo extraído de la entrevista realizada al señor ing. Carlos Ramírez, él señala que este surge bajo la necesidad generada, por el sistema inicial escogido para este proyecto, el cual era desordenado y no emitía criterios de comparación correctos (comparaba materiales contra mano de obra, y otra clase comparaciones absurdas), así como un mal manejo de datos por el ingeniero residente que se encontraba en dicho momento (el cual fue cesado previo al desarrollo de este estudio), por lo cual, se planteó, según el ingeniero, como solución almacenar en hojas de Microsoft Excel, los materiales por actividad. A su vez, mencionó que para el proyecto, la empresa cuenta con subcontrato grande de mano de obra correspondiente a obra gris y acabados del proyecto, así como otros subcontratos pequeños, por lo cual, en dicha área no se realiza ningún control de costos, únicamente se registran los pagos que se van ejecutando quincenalmente a los subcontratistas. El ingeniero menciona que él es el único encargado de realizar dichos pagos.

La entrevista 1.2 se realizó al ingeniero residente, Luis González, esta fue tanto verbal como escrita, debido a que hizo una presentación del empleo del sistema, el cual fue mostrado y explicado su uso en Microsoft Excel, a su vez, él menciona la rapidez con la que el sistema fue

creado y la necesidad de mejorarlo en beneficio de la compañía. Se refleja principalmente que el sistema almacena, según la objetividad del ingeniero residente cuáles materiales se emplearán en cada actividad.

Durante las visitas al sitio, fue posible comprender la división de responsabilidades directamente relacionadas al control de costos del proyecto, el proceso queda en manos del encargado de bodega, el ingeniero residente y el ingeniero de calidad. Las labores en bodega se centran en la entrega y el registro la salida de los materiales. Posteriormente, el ingeniero residente, como se menciona anteriormente, registra a su criterio, los materiales en la herramienta y finalmente, el ingeniero de calidad, se encarga de la toma de decisiones de mayor importancia sobre el proyecto y su estado. Es importante señalar que existe una inconsistencia en el sistema de recopilación de los datos, pues si bien el bodeguero registra lo que sale de la bodega, el ingeniero residente, anota datos, basándose directamente de las facturas de materiales recibidos; una vez que estos son entregados, es decir, transcribe de las facturas los materiales que considera se emplearán en cada actividad, sin tomar en consideración lo sucedido en bodega. En cuanto a órdenes de cambio, estas son gestionadas por parte de la empresa y simplemente se registran como nuevas facturas.

La figura 2.0 es una fotografía tomada en las visitas al sitio, corresponde a un cuaderno, en el cual, el encargado de bodega registra línea por línea, aquellos materiales y las cantidades que son solicitadas por los trabajadores de la construcción. Como se señaló anteriormente, existe un subcontrato de mano de obra en general, para el proyecto y en el que el subcontratista le suministra a sus trabajadores el equipo liviano a emplear como taladros, cortadoras, entre otros (exceptuando formaletas y equipos más especializados como compactadores, entre otros), por lo que este tipo

de herramientas de uso continuo en la construcción, son administrados por una segunda bodega cuyo uso y gestión pertenece directamente al subcontratista. Es decir, la bodega administrada por Grupo Condeco Vac

S.A, solo recibe, almacena y entrega materiales de construcción, sin incluirse el control de costos de los equipos de mano de obra no especializados.

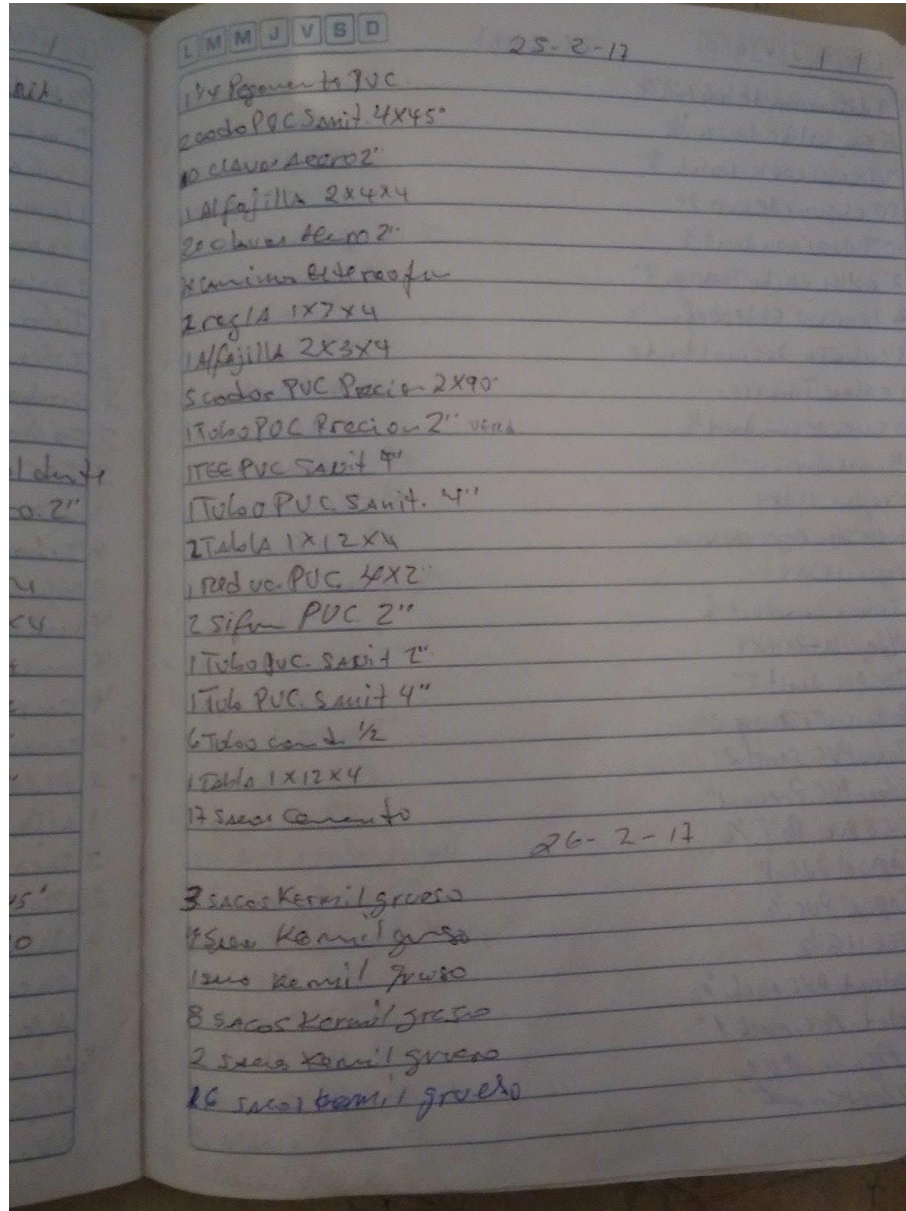


Figura 2. Registro en bodega.
Fuente: Grupo Condeco 2017.

Descripción del sistema mediante la revisión de archivos

Mediante las entrevistas realizadas, se comprobó que los profesionales a cargo (ingeniero residente e ingeniero supervisor de calidad) utilizan un

sistema de control de costos en un archivo de Microsoft Excel.

Durante las visitas al sitio, se realizó una recopilación de archivos. Dado lo anterior, se logra obtener acceso al archivo que corresponde al sistema actual de control de costos, así como al sistema anteriormente utilizado y ya descartado que poseía el proyecto.

El reconocimiento, uso y descripción que se realizó al sistema que fue empleado inicialmente para el control de costos y el cual fue reemplazado, se presenta en el anexo 1. Lo anterior, debido a que se considera una información relevante sobre la empresa y sus métodos, sin embargo, debido a que este fue desechado no forma parte del enfoque de este objetivo y del trabajo en general.

Asimismo se hizo reconocimiento y uso, del sistema que la empresa utiliza y que fue previamente explicado en las entrevistas por el

ing. Luis González, con el fin de interiorizar sobre sus características, los elementos que emplea y las circunstancias o condiciones que requiere para su aplicación. Se aprecia que el modelo utilizado es, en efecto, una serie de hojas electrónicas en formato Microsoft Excel, cada una de estas, cumple el objetivo de registrar, según sean las actividades, aquellos materiales que se emplean en su proceso de ejecución. Como observamos en la figura 3 (correspondiente a la actividad de placa aislada), la hoja registra el proveedor, la factura, la cantidad, el material y los parámetros (descuento, total de descuento, impuesto, total de impuesto y costo unitario) que generan el costo total que representan cada línea. Finalmente, en la hoja se realiza una sumatoria de costos totales, para conocer cuánto se ha gastado en total en la actividad.

ITEM	DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	FACTURA	CANTIDAD	MATERIAL O ACTIVIDAD	MONTO	DESCUENTO	TOTAL DESC.	I.V	TOTAL I.V	TOTAL
PLACAIS	PLACA AISLADA	BUEN PRECIO	1812877	25	SEMIDURA S/CEP. 4 VARAS	€ 1.275,00	0%	€ -	10%	€ 127,50	€ 35.062,50
PLACAIS	PLACA AISLADA	BUEN PRECIO	1813151	30	CEMENTO 50KG	€ 5.263,50	0%	€ -	13%	€ 684,26	€ 178.432,65
PLACAIS	PLACA AISLADA	BUEN PRECIO	1813142	20	CEMENTO 50KG	€ 5.263,50	0%	€ -	13%	€ 684,26	€ 118.955,10
PLACAIS	PLACA AISLADA	CEMEX	239926	56	CONCRETO 280KG/CM2	€ 71.000,00	0%	€ -	0%	€ -	€ 3.976.000,00
PLACAIS	PLACA AISLADA	CEMEX	239924	28	CONCRETO 280KG/CM2	€ 71.000,00	0%	€ -	0%	€ -	€ 1.988.000,00
PLACAIS	PLACA AISLADA	CEMEX	240001	21	CONCRETO 280KG/CM2	€ 71.000,00	0%	€ -	0%	€ -	€ 1.491.000,00
PLACAIS	PLACA AISLADA	VELCA	2001216	40	DISCO METAL 9 1/2 DEWALT	€ 2.026,55	7%	€ 141,86	13%	€ 263,45	€ 85.925,72
PLACAIS	PLACA AISLADA	VELCA	2001216	100	PINO REGLA 1X3 3,20 MTS	€ 1.545,46	5%	€ 77,27	10%	€ 154,55	€ 162.273,30
PLACAIS	PLACA AISLADA	VELCA	2001217	40	SEMIDURA S/CEP. 4 VARAS	€ 2.795,45	6%	€ 167,73	10%	€ 279,55	€ 116.290,72
PLACAIS	PLACA AISLADA	VELCA	2001218	60	TABLA FORMALETA 1X12 EN 3VRAS	€ 4.431,82	6%	€ 265,91	10%	€ 443,18	€ 276.545,57
PLACAIS	PLACA AISLADA	VELCA	2001265	150	CEMENTO 50KG	€ 5.000,00	10%	€ 485,00	13%	€ 650,00	€ 774.750,00
PLACAIS	PLACA AISLADA	VELCA	2001266	50	PINO REGLA 1X3 EN 3.20	€ 1.545,46	8%	€ 123,64	10%	€ 154,55	€ 78.818,46
PLACAIS	PLACA AISLADA	VELCA	2001148	200	ALAMBRE NEGRO #16	€ 752,22	15%	€ 112,83	13%	€ 97,79	€ 147.435,12
PLACAIS	PLACA AISLADA	VELCA	2001225	50	SEMIDURO 1X6 EN 4VARAS	€ 2.891,15	10%	€ 289,12	10%	€ 289,12	€ 144.557,50
PLACAIS	PLACA AISLADA	VELCA	2001225	10	SEMIDURO 2X3 EN 4 VRAS	€ 2.795,45	6%	€ 167,73	10%	€ 279,55	€ 29.072,68
PLACAIS	PLACA AISLADA	VELCA	2001163	12	TABLO MADERA 4VRAS	€ 21.460,00	0%	€ -	10%	€ 2.146,00	€ 283.272,00
PLACAIS	PLACA AISLADA	ARCELORMITTAL	1022668	11,03	TONELADA DE VARILLA	€317.798,39	0%	€ -	0%	€ -	€ 3.505.316,24
MUR	MUROS	VELCA	2001301	50	SEMIDURA S/CEPILLO 2X3	€ 2.795,45	8%	€ 223,64	13%	€ 363,41	€ 146.761,13
PLACAIS	PLACA AISLADA	CEMEX	240001	21	CONCRETO 280KG/CM2	€ 71.000,00	0%	€ -	0%	€ -	€ 1.491.000,00
PLACAIS	PLACA AISLADA	CEMEX	241907	14	CONCRETO 280KG/CM2	€ 44.831,86	0%	€ -	13%	€ 5.828,14	€ 709.240,03
PLACAIS	PLACA AISLADA	CEMEX	241907	14	TRANSPORTE DE CONCRETO	€ 18.000,00	0%	€ -	13%	€ 2.340,00	€ 284.760,00
PLACAIS	PLACA AISLADA	CEMEX	242420	7	CONCRETO 280KG/CM2	€ 44.831,86	0%	€ -	13%	€ 5.828,14	€ 354.620,01
PLACAIS	PLACA AISLADA	CEMEX	242420	7	TRANSPORTE DE CONCRETO	€ 18.000,00	0%	€ -	13%	€ 2.340,00	€ 142.380,00
					VIAJE DE 12						€ 159.600,00
					VIAJE DE 12						€ 159.600,00
											€ 16.839.668,72

Figura 3. Pestaña de una actividad (Placa aislada) en el sistema actual de los costos totales de las actividades

Fuente: Grupo Condeco 2017. Formato Microsoft Excel

Posteriormente, se presenta en la (Figura 4.), una hoja estilo resumen de actividades, en esta se encuentran varias columnas, principalmente las columnas de "GASTADO REAL" y "PRESUPUESTADO" que son respectivamente el costo total invertido y el costo total esperado a invertir para el desarrollo y ejecución de dicha actividad. Podemos observar otras dos columnas

de importancia, que son las de "DIFERENCIA" cuya finalidad es conocer la resta entre el dinero que se ha invertido y lo que se planeaba invertir y "VARIACIÓN" que es porcentualmente que tanto varían uno del otro. Se puede apreciar en la línea 6 de la figura, la cual corresponde a la actividad de placa aislada y que el valor de la celda correspondiente a "GASTADO REAL" está ligado

al costo total invertido que se presenta en la figura 3 y que como se mencionó anteriormente, corresponde a la sumatoria de todos los

materiales que el ingeniero residente a criterio considera se emplearán en la actividad.

TABLA DE CONTROL DE COSTOS PROYECTO CENTRO COMUNAL DE DESARROLLO HUMANO TIRASES						
NUMERO	ACTIVIDADES	COD	GASTADO REAL	PRESUPUESTO	DIFERENCIA	% VARIACION
1	OBRAS PROVISIONALES	OBPRO	₺ 3.938.407,92	₺ 1.069.946,53	₺ (2.868.461,39)	368,09%
2	TRAZADO	TRAZ	₺ 10.495,18	₺ 54.200,00	₺ 43.704,82	19,36%
3	PRUEBAS DE LABORATORIO Y SUBCONTRATOS	SUBCO	₺ 347.127,19	₺ 19.011.854,91	₺ 18.664.727,72	1,83%
4	MECANICO	MECA	₺ 7.512.450,15	₺ 56.533.498,33	₺ 49.021.048,18	13,29%
5	ELECTRICO	ELECTRO	₺ 8.145.049,89	₺ 106.895.574,78	₺ 98.750.524,89	7,62%
6	PLACA AISLADA	PLACAIS	₺ 16.839.668,72	₺ 23.162.077,52	₺ 6.322.408,80	72,70%
7	PLACA CORRIDA	PLACACOR	₺ 10.134.697,23	₺ 10.938.173,42	₺ 803.476,20	92,65%
8	VIGA DE FUNDACION	VIGAFUN	₺ 1.459.757,18	₺ 3.853.520,47	₺ 2.393.763,29	37,88%
9	MUROS	MUR	₺ 31.973.038,19	₺ 109.756.680,40	₺ 77.783.642,21	29,13%
10	VIGAS	VIGA	₺ 4.415.736,36	₺ 40.232.091,16	₺ 35.816.354,80	10,98%
11	COLUMNAS	COLUM	₺ 5.292.819,75	₺ 14.877.856,61	₺ 9.585.036,86	35,58%
12	CONTRAPISO	COPIIS	₺ 6.151.975,04	₺ 24.214.930,21	₺ 18.062.955,17	25,41%
13	PARED DE MAMPOSTERIA DE 15	PARPEPO	₺ 4.346.068,35	₺ 5.457.051,56	₺ 1.110.983,21	79,64%
14	LOSA DE ENTREPISO	LOSPI	₺ 2.481.502,17	₺ 27.884.882,42	₺ 25.403.380,25	8,90%
16	ESCALERAS TODO	ESCA	₺ 2.950.598,20	₺ 7.430.818,22	₺ 4.480.220,02	39,71%
18	ESTRUCTURA METALICA	ESTRUME	₺ 3.341.652,96	₺ 26.900.118,84	₺ 23.558.465,88	12,42%
19	CUBIERTA DE TECHO	CUTE	₺ -	₺ 13.725.078,62	₺ 13.725.078,62	0,00%
21	CUBIERTA DE POLICARBONATO	CUTE POLI	₺ -	₺ 7.311.645,83	₺ 7.311.645,83	0,00%
23	CIELO GYPSUM	CIELOGYP	₺ -	₺ 4.111.678,47	₺ 4.111.678,47	0,00%
24	PAREDES LIVIANAS	PARELI	₺ -	₺ 1.039.017,39	₺ 1.039.017,39	0,00%
25	PARTICIONES DE BAÑOS	PARTIBA	₺ -	₺ 8.248.931,96	₺ 8.248.931,96	0,00%
26	ACABADOS DE PISO EN CONCRETO	ACABAPI	₺ -	₺ 3.083.240,14	₺ 3.083.240,14	0,00%
27	ENCHAPES PISO PORCELANATO	PORCE	₺ -	₺ 15.697.004,89	₺ 15.697.004,89	0,00%
28	ENCHAPES PISOS VITROCERAMICA	VITRO	₺ -	₺ 4.773.315,85	₺ 4.773.315,85	0,00%
29	RODAPIE	RODA	₺ -	₺ 1.334.792,83	₺ 1.334.792,83	0,00%
30	LOSA SANITARIA - FREGADERO - PILAS	LOZA	₺ 5.635,88	₺ 6.095.850,93	₺ 6.090.215,05	0,09%
31	GRIFERIA	GRIF	₺ -	₺ 1.296.000,00	₺ 1.296.000,00	0,00%
32	ACCESORIOS DE BAÑO	ACCEBA	₺ -	₺ 2.583.000,00	₺ 2.583.000,00	0,00%
33	PUERTAS	PUT	₺ -	₺ 750.000,00	₺ 750.000,00	0,00%
34	CERRAJERIA	CERRA	₺ -	₺ 109.600,00	₺ 109.600,00	0,00%
35	VENTANERIA	VENT	₺ -	₺ 30.312.466,08	₺ 30.312.466,08	0,00%
36	SELLADOR DE PAREDES	SELLPA	₺ -	₺ 14.963.185,27	₺ 14.963.185,27	0,00%
37	SALUD OCUPACIONAL	SEGO	₺ 75.178,90	₺ 387.701,67	₺ 312.522,77	19,39%
38	MOVIMIENTO DE TIERRAS	MOVTT	₺ 39.094.002,00	₺ 28.160.457,32	₺ (10.933.544,68)	138,83%
39	IMPREVISTOS	IMPRES	₺ 1.294.702,99	₺ 11.631.050,03	₺ 10.336.347,04	11,13%
40	TRANSPORTE	TRANS	₺ 1.432.880,58	₺ 11.631.050,03	₺ 10.198.169,45	12,32%
41	HONORARIO	HONO	₺ 5.629.167,54	₺ 35.758.223,35	₺ 30.129.055,81	15,74%
42	REGENCIA AMBIENTAL	REGEN	₺ 2.385.271,00	₺ -	₺ (2.385.271,00)	0%
43	ALQUILER DE EQUIPOS	EQAL	₺ 6.281.340,17	₺ 29.356.374,25	₺ 23.075.034,08	21,40%
44	CONSUMIBLE	CONS	₺ 22.747,80	₺ 1.612.500,00	₺ 1.589.752,20	1,41%
45	MANO DE OBRA	MOBR	₺ 68.559.970,00	₺ 238.872.301,85	₺ 170.312.331,85	28,70%
			₺ 234.121.941,34	₺ 951.117.742,14	₺ 716.995.800,80	24,62%

Figura 4. Pestaña resumen en el sistema actual de los costos totales de las actividades

Fuente: Grupo Condeco 2017 Formato Microsoft Excel

Resumen de evidencias

A continuación, se presenta el cuadro 1, el cual se plantea como una solución gráfica, para la presentación de la información recopilada en el proyecto. En este encontramos cinco columnas, “ítem”, donde se plantea el área del proyecto a describir y mejorar. Posteriormente, las columnas de “Debilidades” y “Fortalezas”, creadas con el fin de contener, como su nombre lo indica, aquellas

características desfavorables del área en estudio, así como las competencias beneficiosas y ventajosas para ejecutar un control de costos. Finalmente, las columnas “Mejoras” e “Implementación”. La primera, corresponde, a los puntos de cada área que se consideran mejorar, mientras que la columna de “Implementación” contiene el método.

CUADRO 1. RESUMEN DE EVIDENCIAS DEL PROYECTO				
Ítem	Debilidades	Fortalezas	Mejoras	Implementación
Bodega	<p>a-No existe un control sobre las cantidades de materiales disponibles en la bodega, por lo cual no se conoce con precisión, con lo que cuenta el proyecto.</p> <p>b-El registro de materiales se realiza en un cuaderno físico y a manuscrita, simplemente se contabilizan materiales y cantidades, nunca destino de los mismos.</p> <p>c-No hay medios que apoyen al control de costos de las actividades, ya que no se conoce con detenimiento qué materiales se emplean en cada una de ellas. El ingeniero transcribe directamente de las facturas, los materiales que cree se emplearán en determinada actividad.</p>	a- Se realiza un registro de los materiales y sus cantidades	<p>a- Desarrollar un método, de fácil uso, que permita el inventariado de los materiales, así como el manejo sencillo de la información.</p> <p>b- Crear medios para el manejo de las acciones, que se realizan en la bodega, es decir, poder conocer con precisión, los materiales, sus cantidades y destino de empleo final.</p> <p>c- Involucrar la bodega con el control de costos.</p>	a- Se procede a la confección y desarrollo de una herramienta integral de bodega, con la cual, sea posible la ejecución sencilla, rápida y adecuada de las labores que se realizan en la bodega, con el fin de ejercer un manejo adecuado de la misma, así como brindar información relevante para el control de costos. Se plantea una herramienta en Microsoft Excel, debido a la diversidad de funciones con las que cuenta.
Mano de obra	<p>a- La estimación de los pagos correspondientes a mano de obra, es estrictamente subjetiva y queda a criterio del ingeniero de calidad.</p> <p>b- El contrato respectivo a mano de obra gris y acabados, es un monto total y no se encuentra segregado por actividades, por lo cual es imposible conocer, el costo específico por volumen de trabajo según sea la actividad.</p> <p>c- Al ser una estimación subjetiva, el monitoreo y estimación de los porcentajes de avance que lleva cada actividad, es inexistente, simplemente se estima a criterio, el avance que se considera lleva la obra en su totalidad.</p>	a- Considera el porcentaje de avance en obra.	<p>a- Desarrollar un método de estimación, preciso y de fácil aplicación, para estimar los montos de mano de obra, que deben ser cancelados.</p> <p>b- Implementar en proyectos futuros, el desarrollo de contratos, que incluyan montos de mano de obra por actividad, así como el costo unitario del trabajo a realizar.</p> <p>c- Crear un medio para la determinación en campo del volumen de trabajo y porcentajes de avance, específicos por actividad que se realiza, con el fin de pagar, con respecto a lo realizado.</p>	<p>a- Se plantea la confección y creación de una hoja en formato Microsoft Excel, con la cual, sea posible estimar de manera sencilla, los montos por concepto de mano de obra a cancelar, esto basado en el volumen de trabajo que sea realizado por actividad. Lo anterior se plantea como un complemento que funcione como apoyo en futuros proyectos.</p> <p>b- Desarrollar una planilla de fácil uso e interpretación para determinar el volumen de trabajo realizado en campo y su respectivo avance.</p>
Control de costos	<p>a- El registro de los materiales que se realiza por parte del ingeniero es incorrecto, ya que este no considera lo que sucede en campo y escoge a criterio qué materiales, van en cada actividad, pudiendo generar variaciones importantes.</p> <p>b- No existe la aplicación de comparaciones en el tiempo, mediante proyecciones, únicamente se presentan al final, generando un panorama irreparable de las condiciones de la actividad.</p> <p>c- Las hojas de actividad, únicamente registran datos, es imposible hallar, dónde y en cuál grupo de materiales hay variaciones.</p> <p>d- No hay parámetros de duraciones para cada actividad, únicamente, se cuenta con la fecha de inicio y fecha de entrega.</p>	a- Registra materiales en cada actividad.	<p>a- Se enlaza y prepara la herramienta por diseñar para la gestión de bodega, con el fin de que esta apoye en la recopilación correcta de la información, sobre los materiales que se emplean por actividad.</p> <p>b- Se plantea a través de la herramienta a diseñar para la determinación de los porcentajes de avance, utilizar, dicha información para la generación de proyecciones.</p> <p>c1- Crear hojas de actividad, que involucren tanto los materiales presupuestados, como los que son utilizados en el proyecto, así como comparaciones entre estos y la generación de proyecciones, con el fin de aumentar el ámbito de acción y control en el proyecto.</p> <p>c2- Crear una hoja resumen de actividades, en ella se puedan aplicar proyecciones y otras comparaciones en el tiempo.</p> <p>d- Como complemento se plantea la creación de una hoja para el cálculo de duraciones, con el método PERT.</p> <p>e- Realizar informes quincenales, coincidentes con los pagos de mano de obra.</p>	<p>a- Desarrollar hojas de control de actividades que no solo registren materiales, sino que involucren los grupos de materiales presupuestados, así como el uso de proyecciones, análisis y manejo de información, con el fin de facilitar al profesional a cargo, encontrar las variaciones en las actividades y ejercer de medidas preventivas, correctivas o bien reparar de errores, en beneficio del proyecto.</p> <p>b- Construir una hoja resumen, con la cual sea posible analizar, mediante el estado actual de las actividades y la ejecución de proyecciones y comparaciones, posibles escenarios desfavorables para el proyecto.</p> <p>c- Diseñar y confeccionar una hoja PERT, debido a la importancia que juega el factor tiempo, en el análisis de la situación de una actividad y del proyecto en general.</p> <p>d- Desarrollar los informes, con base en análisis de la situación de las actividades y del proyecto en general, implementando indicadores, gráficas y otros.</p> <p>e- Enlazar las herramientas por diseñar, en una guía de trabajo, enfocada en el control de costos.</p> <p>f- Creación de flujogramas</p>

Formato Microsoft Excel

Objetivo 2.0

Revisiones bibliográficas

Posterior al análisis y elaboración del cuadro 1, se realizan revisiones bibliográficas en materia de ingeniería de costos, con el objetivo de ampliar el conocimiento y el ámbito de acción sobre la información y métodos de control que suelen ejecutarse para el control de costos. Lo anterior con el fin de desarrollar las mejoras y su implementación, basadas en la experiencia de los autores y no únicamente en el criterio del desarrollador.

Entre los puntos a señalar se encuentran las teorías de gestión, manejo y control de costos, así como definiciones presentadas en el Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Aunado a esto se consideran, los parámetros de control que expone (Casares, 2012), para la evaluación financiera del proyecto. Lo anterior se encuentra contenido en el marco teórico.

Herramientas

Mediante el análisis de la información, obtenida en el objetivo 1.0 (Observar cuadro 1), así como la adquirida a través de la bibliográfica y el criterio propio se lleva a cabo la elaboración de las siguientes herramientas, para el manejo, gestión y desarrollo del control de costos

- Control de inventario.
- Control de avance.
- Control de actividades.

Todas las herramientas serán incluidas en un archivo en formato Microsoft Excel, con el fin de enlazarlas, así como facilitar el acceso a la información. En el siguiente tema de los resultados del objetivo 2.0, se presenta y explica la guía de herramientas desarrolladas, así como otros complementos que no pudieron ser empleados en el proyecto actual, pero que se consideran de valor para futuros proyectos.

Guía de herramientas

A continuación, se presentan y explican las secciones, herramientas y complementos que fueron contenidos en el archivo denominado "Guía para el control de costos".

La figura 5 presenta la interfaz de entrada del archivo, denominada "Inicio", su función es brindar al profesional que ejecuta el control de costos, un panorama claro de las herramientas, complementos y secciones que existen en la guía, así como el poder trasladarse de una sección a otra del proyecto de manera sencilla (esto mediante la función implícita de Microsoft Excel llamada "Hipervínculo"). En la figura observamos tres recuadros rectangulares grandes que corresponden a las herramientas de "Control de inventario", "Control de avance" y "Control de actividades", a su vez observamos tres recuadros más pequeños que corresponden a los complementos de "PERT" y a las secciones denominadas "Presupuesto" e "Información".

Las denominaciones de sección, herramienta y complemento, se utilizan para diferenciar la función o uso que cada una brinda en la hoja. Las denominadas "sección" corresponden a una parte de la guía que no genera ni recopila información, únicamente la suministra, como es el caso del presupuesto. En cuanto al apartado de complemento, son herramientas que por la naturaleza y las características o situaciones del proyecto no pueden ser aplicadas, pero que se consideran de valor para futuros proyectos, debido a las funciones que pueden desempeñar, un ejemplo de esto y que se planteará más adelante, es una parte de la herramienta "Control de avance", la cual se utiliza para determinar con precisión los montos de mano de obra a cancelar, y que no pudo utilizarse en su totalidad en el proyecto, debido a las condiciones que presenta el contrato de mano de obra (no hay información disponible, sobre montos unitarios de trabajo por actividad, únicamente un monto global)

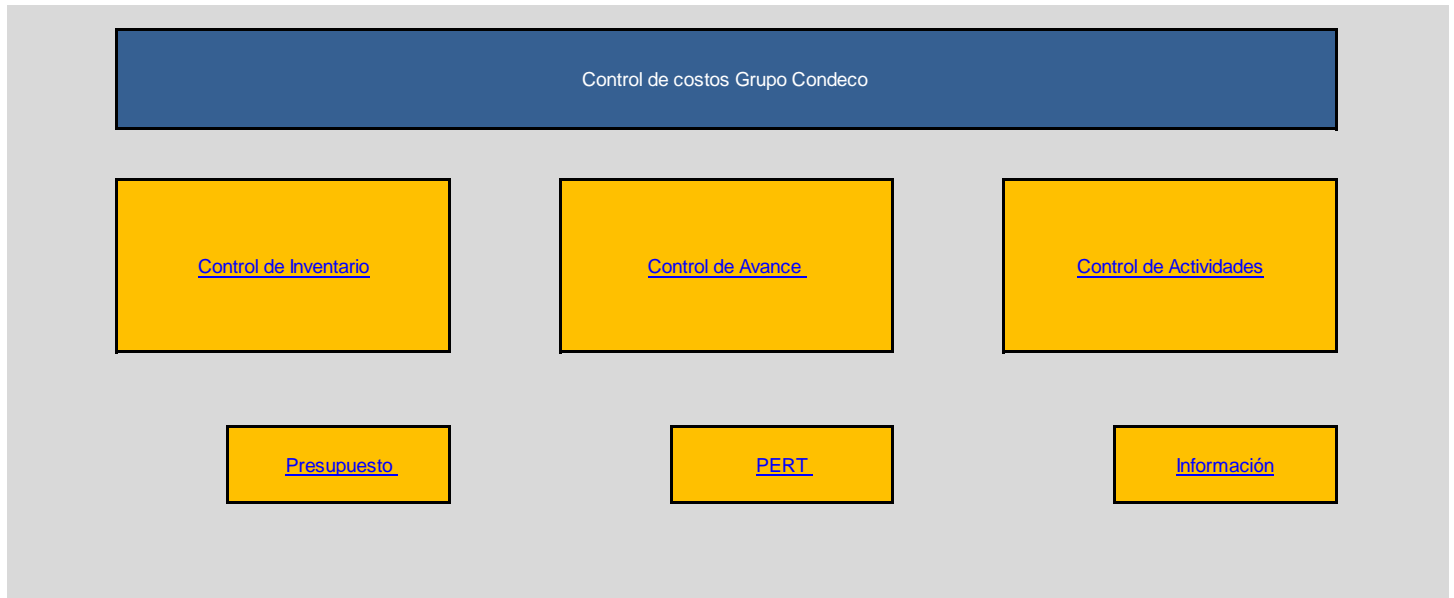


Figura 5. Hoja de Inicio
 Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

A continuación, se presentan las herramientas del sistema, basado en el modelo de uso del flujograma denominado “Proceso de gestión y manejo de datos” (ver sección, apéndice 2.1), que pertenece a la sección de información, el cual es una explicación gráfica del proceso de uso que se recomienda utilizar. La sección de información y presupuesto se presentan en los apéndices 3.3 y 3.1 específicamente. Posteriormente se explicará la hoja PERT que corresponde al apéndice 3.2

La figura 6, corresponde a la herramienta concebida para el control de los procedimientos que son desarrollados en bodega, para acceder a ella, simplemente se acciona el recuadro rectangular con la leyenda “Control de inventario”, en la interfaz de “Inicio”. Control de inventario es una herramienta desarrollada para el ordenamiento y gestión de la información recopilada diariamente, en el campo, entradas, salidas y preparación y solitud de materiales.

Su función es enlistar los materiales que entran y salen de la bodega, los identifica mediante “fecha” y “factura”. A su vez con las columnas “cantidad”, “acción” y “destino” a cada material le es adjudicado información relacionada a su respectivo uso en el proyecto. Al observar la

figura 6, encontramos una característica en las cantidades cuya contenido en la celda, de la columna “Acción” es la palabra “Entrada”, estas son siempre mayores a 0 o dicho de otra forma, son números enteros positivos, esta descripción y convicción es la primer lineamiento, que se emplea en la herramienta, es decir, se considera que todo los materiales entrantes, aumentan las cantidades disponibles, por supuesto, en contraparte, las acciones de salida, tendrán cantidades con cifras de enteros negativos o menores a 0, ya que estos están abandonando la bodega y por ende, la disponibilidad de ese material en efecto se reduce. Como complemento a lo expuesto en el primer lineamiento, existe un segundo lineamiento, para el uso correcto de la herramienta, el cual se plantea para aquellas acciones de entrada, un resultado único en la columna “Destino”, tendrá innegablemente como contenido en la celda, la palabra “Bodega”. Por supuesto, aquellas acciones de salida, tendrán distintos destinos, pues dependerán en cuál actividad, se disponga el material retirado. La figura 6 presenta una sección de la hoja de control de inventario, escogida porque muestra tanto acciones de entrada, como de salida.

Inventario de Bodega								
Fecha	Proveedor	Factur	Material	Medid	Cantda	Acció	Destino	
09/04/2017	ELECTRIZA	36869	CONECTOR MACHO 1/2" PVC TIPO-A	ud	50	Salida	Electro	
09/04/2017	ELECTRIZA	36869	TAPE (UL) TAPE-IT BLANCO	ud	5	Salida	Electro	
09/04/2017	ELECTRIZA	36869	TAPE (UL) TAPE-IT VERDE	ud	5	Salida	Electro	
09/04/2017	ELECTRIZA	36869	TAPE (UL) TAPE-IT NARANJA	ud	5	Salida	Electro	
09/04/2017	ELECTRIZA	36869	CONDULETA EMT "LB" 3/4"	ud	40	Salida	Electro	
09/04/2017	ELECTRIZA	36869	CONDULETA LR 1/2" EMT USA	ud	40	Salida	Electro	
09/04/2017	ELECTRIZA	36869	CONDULETA EMT "LB" 1/2"	ud	40	Salida	Electro	
09/04/2017	ELECTRIZA	36869	CONDULETA EMT "LL" 3/4"	ud	40	Salida	Electro	
09/04/2017	ELECTRIZA	36869	CONDULETA EMT LR 3/4"	ud	40	Salida	Electro	
09/04/2017	ELECTRIZA	36869	CONDULETA LL 1/2" EMT USA	ud	40	Salida	Electro	
10/04/2017	Buen Precio	1820318	GAZAS EMT 1/2 UL	ud	-30	Salida	Electro	
10/04/2017	Buen Precio	1820318	CAJA CUADRADA 4x4 UL	ud	-8	Salida	Electro	
11/04/2017	Buen Precio	1820318	REGLA DE 1X3X4 VARAS	ud	-16	Salida	Viga	
11/04/2017	Buen Precio	1820318	TUBO EMT 1/2 UL	ud	-20	Salida	Electro	
11/04/2017	Buen Precio	1820318	GAZAS EMT 1/2 UL	ud	-90	Salida	Electro	
11/04/2017	Buen Precio	1820318	CAJA CUADRADA 4x4 UL	ud	-10	Salida	Electro	
11/04/2017	Buen Precio	1820318	ALFAJILLA 2X4X4	ud	-2	Salida	Viga	
11/04/2017	Buen Precio	1820318	TABLA DE FORMALETA 1X12 EN 4 VR	ud	-8	Salida	Viga	

Figura 6. Control de inventario
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Posteriormente en la figura 7, se presenta el uso y aplicación de la función filtros con la que cuenta el programa Microsoft Excel. Inicialmente se establecieron dos lineamientos, para el correcto uso y funcionamiento de la herramienta de Control de inventario, es decir principios concebidos, para la ejecución estandarizada de las funciones del sistema. El primer lineamiento que fue planteado, corresponde al uso y empleo de los signos de las cantidades de los materiales, es decir si son mayores a 0 (positivos) o menores a 0 (negativos). Es en esta función de la herramienta, donde el lineamiento inicial, adquiere su validez, ya que la función de filtros, lo que permite es aislar una porción de una tabla de datos y evaluarla individualmente.

Debido a que el interés de la función, es conocer cuál es la cantidad disponible de un material particular, con la que se cuenta, es beneficioso, tener correlacionadas las acciones con las cantidades, de esta forma, sencillamente

se someten las celdas de dicha columna a una sumatoria y se obtiene la cantidad disponible.

La figura presenta una lista aislada (producto de la acción filtros en la columna material), del material "Caja cuadrada 4x4 UL", el cual es empleado en la actividad de trabajos eléctricos, es posible observar que la cantidad disponible específica de dicho material, son 11 unidades.

Entre los beneficios que esta función brinda, se encuentran el conocer la cantidad disponible para ejecutar en obra, preparar y desarrollar pedidos con mayor objetividad, así como poder verificar de manera rápida en sitio, si efectivamente los materiales disponibles en el sistema, son aquellos que se encuentran en sitio, esto con la finalidad de controlar y prevenir al máximo, situaciones desagradables que ocurren en la construcción como pérdidas por robos de materiales.

Inventario de Bodega								
Fecha	Proveedor	Factur	Material	Medid	Cantda	Acció	Destino	
10/04/2017	Buen Precio	1820318	Caja cuadrada 4x4 UL	ud	100	Entrada	Bodega	
10/04/2017	Buen Precio	1820318	Caja cuadrada 4x4 UL	ud	-45	Salida	Electro	
10/04/2017	Buen Precio	1820318	Caja cuadrada 4x4 UL	ud	-8	Salida	Electro	
11/04/2017	Buen Precio	1820318	Caja cuadrada 4x4 UL	ud	-10	Salida	Electro	
21/04/2017	Buen Precio	1820318	Caja cuadrada 4x4 UL	ud	-13	Salida	Electro	
21/04/2017	Buen Precio	1820318	Caja cuadrada 4x4 UL	ud	-13	Salida	Electro	
					11			

Figura 7. Material disponible
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Posteriormente, se presenta la herramienta diseñada y creada para el trabajo directo de campo, la cual fue concebida y nombrada "Control de Avance", en el cuadro 1, fue planteado como un activo de valor, para la determinación y estimación precisa de los montos a cancelar por concepto de mano de obra. Lo anterior basado, directamente en el volumen de trabajo realizado, en síntesis, lo que popularmente conocemos como: "Trabajo realizado, trabajo pagado". Para el desarrollo de esta tarea se plantearon dos lineamientos, con el fin de una ejecución efectiva por parte de la herramienta. El primero, conocer de manera objetiva, el volumen de trabajo realizado, esto mediante una plantilla de trabajo que fue diseñada y construida, la cual será explicada posteriormente y una hoja de control únicamente de mano de obra respectiva de cada actividad.

La figura 8 es una hoja de cálculo en formato Microsoft Excel, donde se aprecian tres columnas principalmente. La columna "Costo presupuestado", corresponde al valor en dinero que se destina de mano de obra para cada actividad. Posteriormente, encontramos la columna "%Avance anterior" y "%Avance actual", que corresponden al avance de obra que tuvo y

tiene al momento de la toma de datos (registro en campo, para la determinación del volumen de trabajo realizado). Finalmente, encontramos la columna de "Valor a cancelar", que es el resultado de multiplicar el valor de la casilla de la columna "Costo presupuestado" por la diferencia que existe entre las columnas de "% Avance actual" y "%Avance anterior". Como su nombre lo indica, intuimos que dicha columna es el monto que se cancelará al contratista, por las labores que ha desarrollado. Las celdas en amarillo, son parte de la función "resaltar" de Microsoft Excel, serán rojas cuando los porcentajes de avance sean menores a 100% y verdes; una vez finalizados (100%)

Es importante señalar que la razón por la cual en la figura 8, no se presenta información en las columnas, es debido a que la empresa no cuenta con un desglose de montos de mano de obra por actividades, únicamente con un monto global, dado lo anterior, esta herramienta, se considera un complemento de valor para futuros proyectos de Grupo Condeco Vac S.A, ya que es un medio objetivo y efectivo para el control de costos de mano de obra y sustituye el medio tradicional de estimación a criterio que la empresa emplea.

Actividad	Descripción	Código	Costo Presupuestado	%Avance anterior	%Avance actual	Valor a cancelar	Estado
1	Obras provisionales	OBPRO					
2	Trazado	TRAZ					
3	Subcontratos	SUBCO					
4	Mecánico	MECA					
5	Eléctrico	ELECTRO					
6	Placa Aislada	PLACAIS					
7	Placa Corrida	PLACACOR					
8	Viga de fundación	VIGAFUN					
9	Muros	MUR					
10	Vigas	VIGA					
11	Columnas	COLUM					
12	Contrapiso	COPI					
13	Pared de Mampostería 15	PAREPO					
14	Losa de entepiso	LOSPI					
15	Escaleras	ESCA					
16	Estructura metálica	ESTRUME					
17	Cubierta de techo	CUTE					
18	Cubierta de policarbonato	CUTE POLI					
19	Cielo gypsum	CGYP					
20	Paredes livianas	PARELI					
21	Particiones de baños	PARTIBA					
22	Acabados piso concreto	ACABAPI					
23	Enchapes piso porcelanato	PORCE					
24	Enchapes piso vitroceramica	VITRO					
25	Rodapie	RODA					
26	Losa sanitaria	LOZA					
27	Grifería	GRIF					
28	Accesorios de baño	ACCEBA					
29	Puertas	PUT					
30	Cerrajería	CERRA					
31	Ventanería	VENT					
32	Sellador de paredes	SELLPA					
33	Salud ocupacional	SEDOC					
34	Movimiento de tierras	MOVT					
41	Mano de obra	MOBR					

Figura 8. Hoja de corte de mano de obra
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

La figura 9 corresponde a la plantilla de trabajo, la cual fue anteriormente mencionada, como la solución al primer lineamiento propuesto, es decir, es el elemento desarrollado como respuesta a la mejora centrada en la tarea de determinar los porcentajes de avance, respectivos al volumen de trabajo desarrollado en las actividades. Es una plantilla de uso simple, con dos fines específicos, el primero, como mencionamos anteriormente, alimentar a la hoja de control de costos de mano de obra, para la estimación precisa y efectiva de los montos a cancelar. El segundo, es brindar parte de la materia prima, que las hojas de control de costos de las actividades y del proyecto en general, utilizan para desarrollar y evaluar el proyecto. La planilla es de uso simple, tal y como se observa en la figura 9, inicialmente, se procede a registrar aquellas actividades que se están desarrollando, en este caso son 6 actividades, las cuales se encontraban en desarrollo al momento de la fecha corte. Posteriormente, se registran la "Unidad" y "Cantidad total". Dichas cantidades y unidades de trabajo, corresponden a la oferta de la licitación. Dicha hoja se encuentra en el anexo 2 Posteriormente se encuentran la columna de "Cantidad en sitio", que corresponde a la cantidad estimada en sitio, en este caso tres de la

actividades, poseían unidades globales. Es importante resaltar que todas aquellas actividades cuya unidad sea global, tendrán como cantidad total y cantidad en sitio un valor de 1, por lo que su porcentaje de avance, será determinado mediante la estimación y juicio que emita el profesional, procedimiento conocido popularmente "A criterio".

En cuanto a la actividad de vigas, esta fue estimada "a criterio", debido a que la última etapa de las vigas, era en el tercer piso del edificio, a una altura considerable, por lo cual era difícil y riesgoso realizar mediciones a tal altura. Una situación semejante ocurre con la actividad de estructura metálica, ya que al ser estructuras de techo, en un tercer nivel, a una altura considerable y las cuales son construidas con una pendiente, se procedió a combinar una medición desde el suelo y combinarlo con el criterio profesional para estimar el porcentaje de avance. Sin embargo, dicha cantidad medida, no se considera en la tabla, pues no es representativa sino orientativa, para ejecutar el criterio.

Finalmente, la columna de "%Avance", que es la relación porcentual resultante entre la "Cantidad en sitio" y la "Cantidad total".

Planilla para cuantificación del volumen de trabajo					
Fecha Corte	jueves, 27 de abril de 2017				
Elaborador	Diego Cordero Campos				
Actividades Monitoreadas	Mecánica; Eléctrica; Vigas; Estructura metálica; Cielos gypsum ; Sellado de paredes				
Actividad	Unidad	Cantidad Total	Cantidad sitio	%Avance	Observaciones
Mecánica	Global	1	-	30%	Completada la instalación de tuberías principales
Eléctrico	Global	1	-	15%	Trabajos principalmente de estructura y redes
Vigas	m2	180,35	-	95%	Faltan algunas vigas banquinas en el tercer piso
Estructura metálica	m2	925,7	-	75%	Estructuras completadas a excepción del 3 nivel
Cielos gypsum	Global	1	-	25%	Colocación de estructura únicamente
Sellado de paredes	Global	1	-	10%	Iniciando en muros

Figura 9. Planilla para la cuantificación de los volúmenes de trabajo
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Finalmente, se presenta la herramienta de control de actividades, la cual surge mediante el análisis, complementación y mejoramiento de la hoja de registros que utilizaba la empresa Grupo Condeco Vac S.A. Es importante recordar que el medio empleado para el control de costos, era únicamente un registro de estos, es decir, hojas específicas para cada actividad con los materiales que el ingeniero residente creía se iban a usar. La figura 10, la cual corresponde a una hoja de actividad, que es el producto del primer lineamiento planteado, el cual busca el control minucioso de cada una de las actividades que componen el proyecto. El segundo lineamiento, es una hoja denominada "Resumen", el cual es una comparación de todas las actividades, esta hoja es presentada y explicada con detalle más adelante. La hoja de actividad, segrega los materiales en grupos, y estos, a su vez, se clasifican en presupuestados y consumidos. Mediante lo anterior, realiza comparaciones y proyecciones, directamente en grupos de materiales, permitiendo aumentar considerablemente al ámbito de control que existe en obra, ya que realiza análisis locales y no solo global del proyecto.

Como se menciona anteriormente, la figura 10 es una hoja de actividad, en específico, una sección de la hoja de control de la actividad de Placa Aislada. Procediendo con lo anterior, en la columna "Tipo", existen cuatro denominaciones, "GRUPO" que corresponden a un tipo específico de materiales, "Presupuestado" que corresponde a los materiales que están en el presupuesto para el desarrollo de la actividad y fueron trasladados y agrupados en un grupo de la hoja, la leyenda de "Consumido" tal y como su nombre lo indica son aquellos materiales que se emplearon en la ejecución de la actividad. Finalmente, la cuarta denominación es "Otros", utilizada para designar aquellos materiales que pertenecen a un grupo de materiales que fueron consumidos, pero nunca presupuestados. La importancia de las denominaciones anteriores, radica en el planteamiento de las proyecciones y comparaciones. Las únicas filas que poseen valores en la columna de "Valor Presupuestado", son las filas del tipo grupo, ya que el valor que se presenta en dicha celda, corresponde al costo total presupuestado, que dicho grupo de materiales representa. En este caso, para la

sección de "CONCRETO" sería ₡11.649.581,50. Posteriormente, encontramos las columnas de "Descripción" y las columnas que se encuentran desde "Cantidad" hasta "%Desc", estas columnas describen y contienen la información de cada material que es consumido en obra, por ejemplo, siguiendo en la sección de "CONCRETO", encontramos varias celdas con la leyenda "CONCRETO 280 KG/CM2", del tipo consumido. Para cada una, se describe, una cantidad, proveedor y factura, así como valor unitario, porcentaje de descuento e impuestos. Todos estos datos se utilizaban para identificar el material y realizar el cálculo del valor correspondiente a "Valor Total". La siguiente columna (% Avance), es un valor extraído directamente de la labor de campo y mediante el uso de la planilla de determinación de avance.

Las columnas de "Proyección" y "Variación proyectada", corresponden respectivamente al valor proyectado una vez finalizado el uso de un grupo de materiales y a la diferencia entre dicho valor proyectado y el valor presupuestado, a su vez se incluye la columna de "%Variación proyectado" es la variación porcentual entre el "Valor Presupuestado" y el monto generado mediante lo proyectado. Finalmente %Consumido, es la relación porcentual que expresa, cuánto dinero se ha consumido de lo presupuestado.

Por ultimo, al observar la hoja, encontramos algunas filas, que no contienen líneas de consumido, como el caso del grupo denominado "MATERIAL RELLENO", esto se debe a que durante la ejecución de la actividad, nunca fueron dispuestos materiales respectivos al relleno en esta actividad. Esto es una señal, de la importancia, de realizar presupuestos, cuya aplicación sea lo más semejante a lo desarrollado en sitio.

Tipo	Descripción	Valor Presupuestado	Cantidad	Unidad	Proveedor	Factura	Valor unitario	LV	%Dese	Valor total	% Avance real	Proyección	Variación proyectado	%Variación proyección	%Consumido
GRUPO	CONCRETOS PREMEZCLADOS	₺ 11.649.581,50								₺ 15.585.625,05	100%	₺ 15.585.625,05	₺ (3.936.043,55)	-34%	134%
Presupuestado	CONCRETO PREMEZCLADO FC 280KG/CM2	₺ 10.279.042,50	137	m3							200%		₺ 10.279.042,50		0%
Presupuestado	BOMBA CONCRETO PREMEZCLADO	₺ 1.370.539,00	-	ud							300%		₺ 1.370.539,00		0%
Consumido	CONCRETO 280 KG/CM2		20	m3	CEMEX	239928	₺ 71.000,00	0%	0%	₺ 1.420.000,00					
Consumido	CONCRETO 280 KG/CM2		28	ud	CEMEX	239924	₺ 71.000,00	0%	0%	₺ 1.988.000,00					
Consumido	CONCRETO 280 KG/CM2		21	ud	CEMEX	240001	₺ 71.000,00	0%	0%	₺ 1.491.000,00					
Consumido	CONCRETO 280 KG/CM2		7	m3	CEMEX	242420	₺ 44.831,88	13%	0%	₺ 364.620,01					
Consumido	CONCRETO 280 KG/CM2		14	m3	CEMEX	244337	₺ 44.831,88	13%	0%	₺ 709.240,03					
Consumido	CONCRETO 280 KG/CM2		21	m3	CEMEX	239048	₺ 71.000,00	0%	0%	₺ 1.491.000,00					
Consumido	CONCRETO 280 KG/CM2		21	m3	CEMEX	239718	₺ 71.000,00	0%	0%	₺ 1.491.000,00					
Consumido	CONCRETO 280 KG/CM2		35	m3	CEMEX	239818	₺ 71.000,00	0%	0%	₺ 2.485.000,00					
Consumido	CONCRETO 280 KG/CM2		14	m3	CEMEX	241907	₺ 44.831,88	13%	0%	₺ 709.240,03					
Consumido	CONCRETO 280 KG/CM2		1	ud	CEMEX	243358	₺ 1.931.792,08	13%	0%	₺ 2.182.925,05					
Consumido	CONCRETO 280 KG/CM2		1	ud	CEMEX	246682	₺ 1.012.035,34	13%	0%	₺ 1.143.599,93					
Consumido	SERVICIO DE BOMBEO		16	ud	CEMEX	241222	₺ 7.500,00	0%	0%	₺ 120.000,00					
GRUPO	MATERIAL RELLENO	₺ 6.368.066,68								₺ -			₺ -		
Presupuestado	RELLENO	₺ 6.368.066,68	₺ 481,34	m3						₺ -			₺ -		0%
GRUPO	FORMALETA	₺ 769.462,53								₺ -			₺ -		
Presupuestado	FORMALETA SYMON'S	₺ 769.462,53	₺ 183,21	m2						₺ -			₺ -		0%
GRUPO	ESTRUCTURA	₺ 4.374.966,81								₺ 3.735.499,10	100%	₺ 3.735.499,10	₺ 639.467,72	15%	85%
Presupuestado	VARILLA # 3 G40 (8M)	₺ 752.840,00	637	ud											0%
Presupuestado	VARILLA # 4 G40 (8M)	₺ 2.122.830,00	927	ud											0%
Presupuestado	VARILLA # 5 G60 (8M)	₺ 1.183.740,00	361	ud											0%
Presupuestado	ALAMBRE NEGRO	₺ 315.558,81	441	kg											0%
Consumido	DISCO METAL 9 1/2 DEWALT		40	ud	VELCA	2001218	₺ 2.026,55	13%	7%	₺ 85.925,72					
Consumido	ALAMBRE NEGRO		200	kg	VELCA	2001148	₺ 752,22	13%	15%	₺ 147.435,12					
Consumido	VARILLA		11,02	ton	ARCELORMITTA	1022668	₺ 317.798,39	0%	0%	₺ 3.502.138,26					
Otros	MATERIALES NO PRESUPUESTADOS									₺ 3.229.130,48	100%	₺ 3.229.130,48	₺ (3.229.130,48)		
Consumido	TRANSPORTE DE CONCRETO		7	ud	CEMEX	242420	₺ 18.000,00	13%	0%	₺ 142.380,00					
Consumido	TRANSPORTE DE CONCRETO		14	ud	CEMEX	244337	₺ 18.000,00	13%	0%	₺ 284.760,00					
Consumido	PINO REGLA 1X3 3,20 MTS		14	ud	CEMEX	241907	₺ 18.000,00	13%	0%	₺ 284.760,00					
Consumido	SEMIDURA S/CEP. 4 VARAS		100	ud	VELCA	2001218	₺ 1.545,46	10%	5%	₺ 162.273,30					
Consumido	TABLA FORMALETA 1X12 EN 3VRAS		40	ud	VELCA	2001217	₺ 2.795,45	10%	6%	₺ 116.290,72					
Consumido	PINO REGLA 1X3 EN 3 20		60	ud	VELCA	2001218	₺ 4.431,82	10%	8%	₺ 278.545,57					
Consumido	SEMIDURO 1X8 EN 4VARAS		50	ud	VELCA	2001288	₺ 1.545,46	10%	8%	₺ 78.818,46					
Consumido	SEMIDURO 2X3 EN 4 VRAS		50	ud	VELCA	2001225	₺ 2.891,15	10%	10%	₺ 144.557,50					
Consumido	TABLO MADERA 4VRAS		10	ud	VELCA	2001225	₺ 2.795,45	10%	8%	₺ 28.072,68					
Consumido	SEMIDURA S/CEPILLO 2X3		12	ud	VELCA	2001183	₺ 21.460,00	10%	0%	₺ 283.272,00					
Consumido	CEMENTO		150	saco	VELCA	2001285	₺ 5.000,00	13%	10%	₺ 774.750,00					
Consumido	VIAJE DE 12MTS DE PIEDRA CUARTA		1	ud	-	-	₺ 159.800,00	0%	0%	₺ 159.800,00					
Consumido	VIAJE DE 12MTS DE ARENA		1	ud	-	-	₺ 159.800,00	0%	0%	₺ 159.800,00					
Consumido	SEMIDURA S/CEP. 4 VARAS		25	vara	BUEN PRECIO	1812877	₺ 1.275,00	10%	0%	₺ 36.062,50					
Consumido	CEMENTO		30	saco	BUEN PRECIO	1813151	₺ 5.283,50	13%	0%	₺ 178.432,85					
Consumido	CEMENTO		20	saco	BUEN PRECIO	1813142	₺ 5.283,50	13%	0%	₺ 118.955,10					
Total										₺ 22.550.254,62					

Figura 10. Hoja de control de actividad (Placa aislada)
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

En la figura 11 se presenta el producto del segundo lineamiento, concebido como "Resumen de Control de Actividades". En esta hoja se expresan todas las actividades, de manera total, es decir, únicamente un monto global en términos económicos, de cada actividad. Por ejemplo, al observar la línea 6, se aprecia que el "Valor invertido", corresponde a la suma de todos los valores invertidos de cada grupo de materiales de la actividad de placa aislada, presentada en la figura anterior. A su vez, el monto que se encuentra en la columna de "Valor presupuestado", corresponde a la suma de todos los valores de la columna "Valor Presupuestado" de la hoja de actividad.

Es a través de las dos columnas anteriores y mediante la información generada en campo, correspondiente a la estimación global del porcentaje de avance de cada actividad, que es posible crear proyecciones en el tiempo, realizar

comparaciones y generar información para la toma de decisiones. Posteriormente encontramos las columnas de "Valor proyectado", que es un monto estimado mediante el porcentaje de avance actual y el Valor invertido, la columna de "Variación actual", que es sencillamente expresa lo presupuestado menos lo invertido. Las columnas de "Variación proyectada", "%Consumido" y "Variación proyectado", cumplen la misma función que en las hojas de actividad, con la salvedad de que como fue mencionado anteriormente, lo realizan de manera total sobre los costos de la actividad. Esta hoja cumple un papel vital en el control de costos, ya que una vez transcrita toda la información generada por las otras herramientas, se convierte en el primer filtro, que señala el estado financiero del proyecto.

A partir de la hoja resumen y mediante hipervínculos, es posible trasladarse a cualquiera

de las actividades del proyecto, lo cual brinda al

usuario un fácil manejo de la información.

Actividad	Descripción	Codigo	Valor presupuestado	Valor invertido	% Avance	Valor proyectado	Variación actual	Variación proyectada	%Consumido	%Variación proyectado	Estado
1	Obras provisionales	OBPRO	€ 1.069.946,53	€ 3.938.407,92	100%	€ 3.938.407,92	€ (2.868.461,39)	€ (2.868.461,39)	368,09%	368,09%	Completada
2	Trazado	TRAZO	€ 54.200,00	€ 10.495,18	100%	€ 10.495,18	€ 43.704,82	€ 43.704,82	19,36%	19,36%	Completada
3	Subcontratos	SUBCO	€ 19.011.854,61	€ 4.590.436,20	20%	€ 22.952.190,98	€ (3.940.328,07)	€ (3.940.328,07)	24,15%	120,73%	Inconclusa
4	Mecánico	MECA	€ 56.533.498,33	€ 10.244.898,55	30%	€ 34.149.661,84	€ 22.383.836,49	€ 22.383.836,49	18,12%	60,41%	Inconclusa
5	Eléctrico	ELECTRO	€ 106.895.574,78	€ 14.518.818,83	15%	€ 98.792.125,50	€ 10.103.449,28	€ 10.103.449,28	13,58%	90,55%	Inconclusa
6	Placa Aislada	PLACAIS	€ 23.162.077,82	€ 22.550.254,62	100%	€ 22.550.254,62	€ 611.822,90	€ 611.822,90	97,36%	97,36%	Completada
7	Placa Corrida	PLACACOR	€ 10.938.173,42	€ 10.169.693,96	100%	€ 10.169.693,96	€ 768.479,46	€ 768.479,46	92,97%	92,97%	Completada
8	Viga de fundación	VIGAFUN	€ 3.853.520,47	€ 2.608.707,21	100%	€ 2.608.707,21	€ 1.244.813,26	€ 1.244.813,26	67,70%	67,70%	Completada
9	Muros	MUR	€ 109.756.680,40	€ 84.780.057,39	100%	€ 84.780.057,39	€ 24.976.623,01	€ 24.976.623,01	77,24%	77,24%	Completada
10	Vigas	VIGA	€ 40.232.091,18	€ 11.290.797,12	95%	€ 11.895.049,60	€ 28.347.041,56	€ 28.347.041,56	28,09%	29,54%	Inconclusa
11	Columnas	COLUM	€ 14.877.856,61	€ 9.855.144,50	100%	€ 9.855.144,50	€ 5.022.712,10	€ 5.022.712,10	66,24%	66,24%	Completada
12	Contrapiso	COPIS	€ 24.214.930,21	€ 21.837.048,23	100%	€ 21.837.048,23	€ 2.377.881,98	€ 2.377.881,98	90,18%	90,18%	Completada
13	Pared de Mampostería 15	PAREPO	€ 5.457.051,56	€ 4.671.300,81	100%	€ 4.671.300,81	€ 785.750,75	€ 785.750,75	85,60%	85,60%	Completada
14	Losa de entripiso	LOSPI	€ 27.884.882,42	€ 21.096.011,07	100%	€ 21.096.011,07	€ 6.788.871,35	€ 6.788.871,35	75,65%	75,65%	Completada
15	Escaleras	ESCA	€ 7.430.818,22	€ 4.098.409,62	100%	€ 4.098.409,62	€ 3.332.408,30	€ 3.332.408,30	55,15%	55,15%	Completada
16	Estructura metálica	ESTRUME	€ 26.900.118,84	€ 7.113.614,36	75%	€ 9.484.819,14	€ 17.415.299,69	€ 17.415.299,69	26,44%	35,26%	Inconclusa
17	Cubierta de techo	CUTE	€ 13.725.078,62	€ -	0%	€ -	€ 13.725.078,62	€ 13.725.078,62	0,00%	0,00%	Inconclusa
18	Cubierta de policarbonato	CUTE POLI	€ 7.311.845,83	€ -	0%	€ -	€ 7.311.845,83	€ 7.311.845,83	0,00%	0,00%	Inconclusa
19	Cielo gypsum	CGYP	€ 4.111.678,47	€ 1.041.673,12	25%	€ 4.166.692,48	€ (55.014,01)	€ (55.014,01)	25,33%	101,34%	Inconclusa
20	Paredes livianas	PARELI	€ 1.039.017,39	€ -	0%	€ -	€ 1.039.017,39	€ 1.039.017,39	0,00%	0,00%	Inconclusa
21	Particiones de baños	PARTIBA	€ 8.248.931,96	€ -	0%	€ 8.248.931,96	€ 8.248.931,96	€ 8.248.931,96	0,00%	0,00%	Inconclusa
22	Acabados piso concreto	ACABAPI	€ 3.083.240,14	€ -	0%	€ 3.083.240,14	€ 3.083.240,14	€ 3.083.240,14	0,00%	0,00%	Inconclusa
23	Enchapes piso porcelanato	PORCE	€ 15.697.004,89	€ -	0%	€ 15.697.004,89	€ 15.697.004,89	€ 15.697.004,89	0,00%	0,00%	Inconclusa
24	Enchapes piso vitroceramica	VITRO	€ 4.773.315,85	€ -	0%	€ 4.773.315,85	€ 4.773.315,85	€ 4.773.315,85	0,00%	0,00%	Inconclusa
25	Rodapie	RODA	€ 1.334.792,83	€ -	0%	€ 1.334.792,83	€ 1.334.792,83	€ 1.334.792,83	0,00%	0,00%	Inconclusa
26	Losa sanitaria	LOZA	€ 6.095.850,93	€ 5.635,88	1%	€ 593.587,50	€ 5.532.263,43	€ 5.532.263,43	0,09%	9,25%	Inconclusa
27	Grifería	GRIF	€ 1.298.000,00	€ -	0%	€ 1.298.000,00	€ 1.298.000,00	€ 1.298.000,00	0,00%	0,00%	Inconclusa
28	Accesorios de baño	ACEBEA	€ 2.583.000,00	€ -	0%	€ 2.583.000,00	€ 2.583.000,00	€ 2.583.000,00	0,00%	0,00%	Inconclusa
29	Puertas	PUT	€ 750.000,00	€ -	0%	€ 750.000,00	€ 750.000,00	€ 750.000,00	0,00%	0,00%	Inconclusa
30	Cerrajería	CERRA	€ 109.600,00	€ -	0%	€ 109.600,00	€ 109.600,00	€ 109.600,00	0,00%	0,00%	Inconclusa
31	Ventanería	VENT	€ 30.312.466,08	€ -	0%	€ 30.312.466,08	€ 30.312.466,08	€ 30.312.466,08	0,00%	0,00%	Inconclusa
32	Sellador de paredes	SELLPA	€ 14.963.185,27	€ 751.567,66	10%	€ 7.515.675,57	€ 7.447.509,70	€ 7.447.509,70	5,02%	50,23%	Inconclusa
33	Salud ocupacional	SEGO	€ 387.701,67	€ 75.178,90	50%	€ 150.357,80	€ 237.343,87	€ 237.343,87	19,39%	38,78%	Inconclusa
34	Movimiento de tierras	MOVT	€ 28.160.457,32	€ 29.661.300,00	100%	€ 29.661.300,00	€ (1.500.842,68)	€ (1.500.842,68)	105,33%	105,33%	Completada
35	Imprevistos	IMPRES	€ 11.631.050,03	€ 1.506.856,71	50%	€ 3.013.713,42	€ 8.617.336,61	€ 8.617.336,61	12,06%	25,91%	Inconclusa
36	Transporte	TRANS	€ 11.631.050,03	€ 2.003.025,84	50%	€ 4.006.051,68	€ 7.624.998,35	€ 7.624.998,35	17,22%	34,44%	Inconclusa
37	Honorario	HONO	€ 36.758.223,35	€ 8.002.500,87	50%	€ 18.005.001,74	€ 19.753.221,61	€ 19.753.221,61	22,38%	44,76%	Inconclusa
38	Regencia ambiental	REGEN	€ -	€ 2.610.471,00	80%	€ 3.263.088,75	€ (3.263.088,75)	€ (3.263.088,75)	0,00%	0,00%	Inconclusa
39	Alquiler de equipos	EGAL	€ 29.356.374,25	€ 8.786.325,03	50%	€ 17.572.050,07	€ 11.783.724,19	€ 11.783.724,19	29,93%	59,86%	Inconclusa
40	Consumible	CONS	€ 1.612.500,00	€ 724.888,28	50%	€ 1.449.776,55	€ 162.723,45	€ 162.723,45	44,95%	89,91%	Inconclusa
41	Mano de obra	MOBR	€ 238.872.301,85	€ 136.000.000,00	55%	€ 247.272.727,27	€ (8.400.425,42)	€ (8.400.425,42)	56,83%	103,52%	Inconclusa
			€ 951.117.742,14	€ 440.121.191,05							

Figura 11. Hoja resumen control de actividad
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Resumen de evidencias

A continuación, se presenta el cuadro 2, es una solución visual, con la cual se planea presentar de manera sencilla, toda la información referente a las herramientas. Se plantean las columnas de "Funciones" y "Cometido". La primera, como su nombre lo indica, es un resumen de lo que realiza cada herramienta. La segunda columna, plantea cuál es el fin en el control de costos, de dichas funciones.

Finalmente, la columna de "lineamientos", es la teoría o fundamentos que se emplearon o consideraron en cada herramienta, para su adecuado funcionamiento, con el fin de generar herramientas de valor significativo para la

institución y cuyo aporte y crecimiento en el control de costos sea continuo.

CUADRO 2. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS

Herramienta	Funciones	Cometido	Lineamientos
Bodega	<p>1- Inventariar las cantidades y tipos de materiales en la bodega, permitiendo acceso a cantidades disponibles, salida y entrada de materiales y a su identificación. .</p> <p>2- Registro y etiquetado de los materiales, que abandonan la bodega. Permitir conocer con exactitud, el uso y disposición final de los materiales.</p> <p>3- Dotar a la herramienta de Control de Actividades, sobre la información exacta y precisa de los materiales empleados..</p>	<p>1- Mediante el registro y etiquetado de los materiales, es posible determinar el uso y disposición final de estos. Con lo anterior, se brinda a la herramienta de Control de Actividades, información valiosa, tanto para el desarrollo de un registro de materiales correcto, como la materia prima para la elaboración de la proyecciones.</p> <p>2- La función de inventariado no solo permite conocer los materiales disponibles y poder hacer un uso máximo de estos, sino que a su vez permite el monitoreo en caso de pérdidas aunadas a motivos diferentes al uso en la construcción y la formulación de pedidos de materiales más eficaces y no redundantes, en términos de materiales</p>	<p>1- Se consideran, las cantidades entrantes como valores positivos, ya que aumentan la cantidad de un material, a su vez, se consideran cantidades negativas, aquellas que abandonan la bodega, pues la cantidad disponible disminuye.</p> <p>2- Existen dos posibles acciones a desarrollar en la bodega, "Entrada" y "Salida". Las acciones de "Entrada", únicamente pueden poseer la Bodega, como su destino. Sin embargo, en las acciones de Salida, se asigna como valor, la actividad, en la que son utilizados los materiales.</p>
Control de Avance	<p>1-Determinar mediante la planilla de trabajo junto al criterio del profesional, el volumen de trabajo realizado y consecuentemente del porcentaje de avance para cada actividad.</p> <p>2- Estimar con precisión, mediante la hoja cortes de mano de obra, los montos económicos a cancelar, por el trabajo realizado.</p>	<p>1- Permitir al profesional, con base en la evidencia de campo sobre el trabajo realizado, estimar con precisión los montos económicos a cancelar al contratista. Se recalca nuevamente, que esta función de la herramienta, es un complemento a utilizar en futuros proyectos, debido a lo mencionado anteriormente, con respecto al contrato de mano de obra.</p> <p>2- Mediante la estimación de los porcentajes de avance, de las actividades, se brinda a la herramienta de Control de Actividades, información referente al comportamiento en campo, lo que junto con el registro preciso de los materiales, permite producir proyecciones en el tiempo.</p>	<p>1- Las actividades cuya unidad de trabajo es "Global", tendrán cantidad única, es decir 1.</p> <p>2- Consecuente con una cantidad única, en la estimación del volumen de trabajo, las actividades con unidad de trabajo "Global", solo pueden ser estimadas bajo el criterio del profesional, ya que no poseen parámetros medibles.</p>
Control de actividades	<p>1- Mediante el registro preciso de los materiales, así como la utilización de la información de campo, generada con la herramienta de control de campo, permite evaluar, comparar y proyectar de manera local, es decir por actividad.</p> <p>2- Mediante la información generada en las hojas de control de actividades, sobre costos, es posible evaluar, comparar las actividades de manera total, así como el proyecto en sí.</p> <p>3- Obtener las duraciones con la hoja PERT</p> <p>4- Ser el principal apoyo del proyecto para el desarrollo de los informes en fechas corte y por ende, el medio de análisis para la toma de medidas preventivas, correctivas o bien la reparación de errores. .</p>	<p>1- Utilizar y disponer de toda la información de campo, para desarrollar el control de costos y la toma de las decisiones para garantizar el bienestar del proyecto.</p> <p>2- Utilizar las duraciones de PERT, para la implementación de una mayor cantidad de indicadores y medios de control, no solo a nivel general del proyecto sino a nivel local (por actividades). Este cometido y su función, no fueron empleados, debido a la situación del proyecto, sin embargo, son un elemento de complemento, para futuros proyectos.</p> <p>3- Realizar informes sobre el desempeño financiero del proyecto.</p>	<p>1- Trabajar bajo el concepto de minuciosidad y unión. Es decir, registrar, controlar, gestionar cada actividad de manera independiente. Producto: Hojas de actividad</p> <p>2- Trabajar con el concepto global del proyecto, es decir, contrastar las actividades de manera total. Realizando las comparaciones, proyecciones y evaluaciones, de manera total.</p>

Formato Microsoft Excel

Objetivo 3.0

Uso de las herramientas

Desarrolladas las herramientas de trabajo para el control de costos, se procede a formular un informe realizado en una de las fechas de corte, dispuestas del proyecto. A continuación, se presentan los resultados gráficos y cuadros que exponen la información financiera del proyecto, derivados en el informe, mediante la implementación y uso del sistema de control de costos. El desarrollo total del informe se encuentra en el apéndice 5.1. Por cuestión de orden se presentan los resultados del informe como subtemas.

Estimación del índice de tiempo

El cuadro 3, corresponde a un resumen de cálculo para la determinación del índice de tiempo, tal y como mencionamos en el marco teórico, corresponde a un indicador para conocer, si el trabajo se está desarrollando a tiempo, es decir si está adelantado, atrasado o va en perfecta sintonía con lo planificado. Es importante recalcar que este índice, fue el único aplicado directamente a los tiempos de trabajo, debido a que no se poseía información con respecto a las duraciones de cada actividad, lo que imposibilita el uso de una gran cantidad de indicadores, que permiten crear un plano aún mayor de información sobre el proyecto.

Resumen de los resultados del informe

La figura 12 es una gráfica, mediante barras del costo total invertido por porcentaje de avance del proyecto. Los montos que pertenecen a las barras correspondientes al comportamiento teórico, son valores generados mediante una

Procediendo con el índice de tiempo, se presentan las fechas de inicio, corte y la de entrega de la obra. Con las anteriores fechas, es posible el cálculo del tiempo transcurrido desde el inicio de la obra a la fecha corte, así como el tiempo total disponible para el proyecto. Dicha relación permite, estimar un porcentaje de avance general en obra. Posteriormente, mediante el conocimiento y experiencia, se estima un porcentaje de avance real en el proyecto. Finalmente, se estima el índice de tiempo, que como se expone en el marco teórico, es la relación del porcentaje de avance real entre el estimado teóricamente.

Fecha de inicio de labores (Fo)	07/11/2016
Fecha corte (FC)	27/04/2017
Fecha de entrega del proyecto (Ff)	18/08/2017
Tiempo transcurrido a la FC (FC-Fo)	171 días
Tiempo total del proyecto	284 días
%Avance Teórico general de la obra (FC/Ff)	60%
%Avance general de la obra	55%
Índice de tiempo	0.91

Formato Microsoft Excel

relación numérica entre el costo total invertido en el proyecto al día de la fecha corte y su correspondiente porcentaje de avance, el formato de barras fue escogido debido a los métodos de estimación y proyección de los costos.

Tendencia de los costos totales invertidos

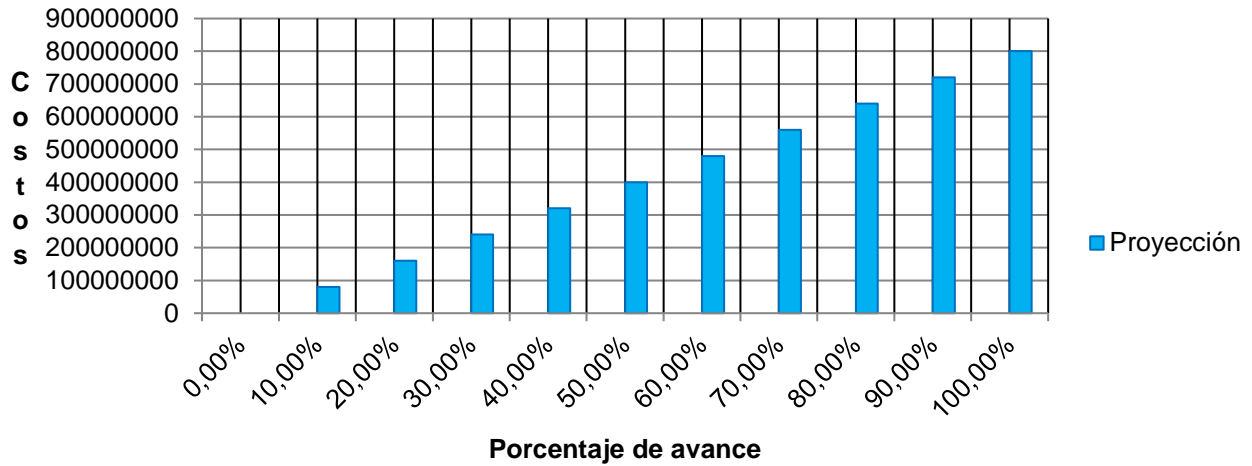


Figura 12. Costos totales (C) vs Porcentaje de Avance (%)
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

El cuadro 4 presenta un resumen de lo determinado en el informe a la fecha corte sobre los costos totales reales, a un 55% del avance completado en la obra y los costos teóricos y los proyectados para un avance del 60%.

Los indicadores empleados para determinar el estado financiero en el que se encuentra el proyecto corresponden a costos y tiempo.

Cuadro 4. Indicadores y resumen del proyecto		
Gasto teórico	C 570.670.645,28	Gasto teórico que se presupuestaba con un avance del 60%.
Gasto real	C 440.233.105,16	A la fecha corte del día 27/04/17.
Gasto proyectado	C 480.254.296,53	Gasto proyectado que se proyecta gastar a un 60% de avance general en obra.
Diferencia	C 90.416.348,75	Diferencia entre el gasto teórico y el proyectado a un 60% de avance.
Índice de costos	1,19	El proyecto se encuentra dentro del presupuesto
Índice de tiempo	0,91	El proyecto se encuentra atrasado con base en el avance de obra generado.
Proyecciones	15 días	La diferencia con base en el % avance de toda la obra, señala que el proyecto podría concluir con una mayor duración, aproximadamente de 15 días.
Observaciones	El proyecto se encuentra en condiciones y parámetros correctos, ya que avanza en tiempo y costo por debajo de los valores teóricos	
	Se encontró que la actividad denominada "Cielos gypsum" presenta un valor proyectado mayor a lo presupuestado y por ende una variación proyectada negativa.	
	El monto de variación proyectado es de C55014 y equivale a un 1,34% de más en el proyecto	

Formato Microsoft Excel

Análisis de los resultados

Control de costos en la actualidad

Mediante el análisis realizado al sistema actual de la empresa Grupo Condeco, es posible concluir que este no desarrolla a cabalidad todas las funciones que un sistema de control de costos requiere suplir para ser considerado adecuado. Entre dichas funciones, podemos apreciar que el sistema de control de costos solo posee un parámetro de comparación entre actividades y este solo es demostrativo, una vez que todos los costos han sido adquiridos, lo que afecta el aspecto fundamental de la evaluación de estos y su comportamiento en el tiempo. A su vez, se priva al profesional del sistema de poder tomar acciones preventivas o correctivas en pro de la buena marcha de la situación financiera del proyecto

Mediante las visitas realizadas a los proyectos fue posible conocer el modelo de funcionamiento de la bodega, donde se aprecia que en la salida de materiales, no se realiza ningún tipo de identificación o asignación hacia alguna actividad del proyecto, por lo que se vuelve imposible contrastar y comparar el comportamiento entre los materiales presupuestados y los empleados.

Existe una serie de subcontratos, un subcontrato de mano de obra para las actividades no especializadas (el cual incluye los equipos de trabajo no convencionales), así como subcontratos totales (materiales y mano de obra) para las actividades especializadas. Las órdenes de cambio corresponden a un proceso realizado específicamente en las oficinas de la empresa y son simplemente registradas como facturas a favor de la compañía.

El presupuesto demuestra incongruencias importantes con lo desarrollado en campo, tanto

en términos económicos, es decir, las varianzas entre costos presupuestados y costos invertidos son considerables. No existen esfuerzos de planeación en términos de tiempo, por lo que no se conoce cuál es la estimación de duración de cada una de las actividades

Creación de las herramientas

Las herramientas que fueron diseñadas y confeccionadas pretenden establecer una metodología de simple uso para ejecutar en un proyecto constructivo un correcto y eficaz sistema de control de costos.

El producto final ofrecido por el documento consiste en una guía de herramientas computacionales, cuyo enfoque está dirigido a una recopilación de información sobre el uso y destino de los materiales, así como sobre la estimación de los porcentajes de avance en términos de volúmenes de trabajo y en un procesamiento eficaz de la información recopilada, permitiendo al profesional evaluar el estado del proyecto en el tiempo.

Uso de las herramientas

El informe desarrollado en la fecha corte permite conocer el estado del proyecto en términos financieros. Se encontró que al día 27/04/2017 está en términos de costos invertidos por debajo de lo presupuestado. A su vez, gráficamente, la tendencia proyectada para los costos es favorable.

El índice de costos es igual a 1,19 y como menciona (Casares, 2012) al ser mayor a 1, el proyecto se encuentra en un escenario favorable, ya que los costos en los que se está incurriendo para generar avance, son menores a los que fueron presupuestados. En cuanto al índice de tiempo, el valor obtenido es 0,91, su análisis es el mismo que el del índice anterior, pero debido a que es menor a 1, el proyecto se encuentra atrasado en términos de tiempo.

Se determinó que el 5% de desfase que se genera entre el porcentaje de avance real del proyecto y el de avance en términos de tiempo transcurrido, equivale aproximadamente a 15

días más de trabajo. Se encontraron proyecciones negativas en los costos de la actividad "Cielos gypsum", el análisis de este determinó que la posible variación es de 1,34%, esto equivale a \$55014. Se concluyó como medida preventiva, un monitoreo para que la actividad logre una proyección positiva. Las medidas a tomar son pocas, ya que en esta actividad solo ha sido instalada parte de la estructura y faltan por comprarse materiales más representativos en términos de costos. Dicha variación se genera en el material llamado furring, donde la proyección señala que se necesitará una mayor cantidad para desarrollar la tarea.

Conclusiones

Finalizadas las labores propuestas, se presentan las conclusiones obtenidas con respecto a las metas planteadas en este documento:

- El análisis del sistema actual utilizado por la empresa Grupo Condeco demuestra los problemas y enfatiza en la necesidad de contar con herramientas para el control de bodega y la estimación de avances.
- La herramienta de control de inventario corresponde un aporte de gran valor para la empresa, tanto para la planeación de pedidos y el control del inventario, así como también para la generación de información de utilidad para el control de los costos de las actividades.
- El no contar con costos de mano de obra de cada una de las actividades, imposibilita en gran medida las acciones de control sobre dicho aspecto.
- La no realización de un proceso de planeación y estimación de duraciones, durante las etapas iniciales del proyecto, reduce la profundidad de los análisis de la situación del proyecto a realizar durante la etapa de ejecución
- Con el informe realizado en la fecha corte, se aprecia que el proyecto se encuentra financieramente estable y con tendencia a dejar utilidades mayores, siempre y cuando dicha tendencia se

mantenga y sea posible alcanzar el nivel de avance proyectado en el tiempo.

Recomendaciones

A continuación se presentan una serie de recomendaciones, basadas en los que fueron objetivos planteados en este documento:

- Utilizar la hoja de Excel “Duración de Actividades” que se encuentra en la herramienta computacional del proyecto para la estimación de duraciones de las actividades mediante el método PERT.
- Es importante para proyectos futuros, obtener durante la fase de presupuestos, el costo de cada una de las actividades del proyecto por costo unitario, cantidad, unidad y costo total únicamente de la sección de mano de obra, con el fin de conocer los montos precisos a cancelar.
- Se recomienda el uso de la tabla presentada en la hoja “Control de avance” para determinar mediante el volumen de trabajo realizado en cada actividad del proyecto, el costo de mano de obra que debe cancelarse en cada fecha corte o avance.
- Se enfatiza en la importancia de continuar el uso del sistema, en futuros proyectos tanto de licitaciones como otros, sometiéndolo a más situaciones, mejorándolo y perfeccionándolo con el fin de ser cada vez una herramienta más integral y efectiva en las tareas del control de costos.

Apéndices

Apéndice 1: Entrevistas

Apéndice 1.1 Entrevista al Ing. Carlos Ramírez.

Apéndice 1.2 Entrevista a Ing. Luis González

Apéndice 2: Flujogramas

Apéndice 2.1 Flujograma “Proceso de gestión y manejo de datos”.

Apéndice 2.2 Flujograma “Desarrollo de informes en fecha corte”.

Apéndice 3: Secciones y complementos de la guía de control de costos

.Apéndice 3.1: Presupuestos.

Apéndice 3.2: Hoja PERT.

Apéndice 3.3: Sección de información.

Apéndice 4: Informe para fecha corte

. Apéndice 4.1. Informe

Apéndice 1: Entrevistas

A continuación, se presentan las entrevistas desarrolladas, a los profesionales de la empresa.

Apéndice 1.1 Entrevista al Ing. Carlos Ramírez.

Entrevista proyecto "Control de costos en edificio de tres niveles."			
Tipo de entrevista		Interrogativa	
Fecha	13/02/2017	Hora	10:00 - 10:10 am
Datos del entrevistado	Nombre	Carlos Ramírez Barrantes	
	Puesto	Ingeniero de calidad	
	Descripción del puesto	Encargado de la supervisión y representante de obra	
Datos del proyecto	Nombre proyecto	Centro Comunal de Desarrollo Humano	
	Descripción y ubicación	Proyecto de obra pública, 3 niveles, aproximadamente 2550m2 de construcción. Tirrases, Curridabat, San José, Costa Rica.	
	Características generales del proyecto	Obra gris de muros reforzados de concreto en su totalidad.	
¿Cuáles son los instrumentos que se utilizan para el control de costos en el proyecto ?	Para el control de costos actualmente se realiza un registro de materiales mediante las facturas que van llegando, en una hoja de Excel. Esto lo hace el ingeniero que tenemos		
¿Cuál es el alcance de la empresa en el proyecto ?	Constructivamente es total, estamos a cargo de desarrollar todas las actividades del proyecto. En este proyecto en específico se cuentan con un subcontratista grande de mano de obra para la mayoría de actividades y algunos subcontratistas pequeños, para actividades más específicas y especializadas, por ejemplo, en algunos tipos de acabados.		
Pregunta a formular en sitio.	¿Cómo gestionan los gastos en la mano de obra?	Se cancelan quincenalmente, pequeños montos del total de mano de obra. Yo personalmente negocio mediante a criterio, los montos a cancelar	
¿Cuáles son los puntos de interés que la empresa desea crear o mejorar ?	El método o sistemas con los cuales se controlan los costos . Es decir confeccionar un sistema integral de control de costos, que funcione tanto para esté como futuros proyectos.		
Observaciones	En este momento la empresa se encuentra en la necesidad, de crear un verdadero sistema de costos, ya que este "sistema" actual, es una medida de contención pensada rápidamente y escasos días atrás, se prescindió del sistema de costos pensado inicialmente para este proyecto. Generaba comparaciones sin sentido, era desordenado y una pérdida de información.		
		Entrevista	Transcrita a Excel

Figura 13. Entrevista 1.1

Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Apéndice 1.2 Entrevista al Ing. Luis González.

Entrevista proyecto "Control de costos en edificio de tres niveles."			
Tipo de entrevista		Interrogativa - Demostrativa	
Fecha	14/02/2017	Hora	9:15 - 9:30 am
Datos del entrevistado	Nombre	Luis González	
	Puesto	Ingeniero residente	
	Descripción del puesto	Encargado de la gestión, ejecución y control de procesos	
Datos del proyecto	Nombre proyecto	Centro Comunal de Desarrollo Humano	
	Descripción y ubicación	Proyecto de obra pública, 3 niveles, aproximadamente 2550m ² de construcción. Tirrases, Curridabat, San José,	
	Características generales del proyecto	Obra gris de muros reforzados de concreto en su totalidad.	
¿Cómo está conformado el proyecto?	Es un proyecto de obra pública, lo conforman la Municipalidad de Curridabat, los ingenieros a cargo de la inspección del proyecto y nosotros como empresa constructora.		
¿Cómo funciona el sistema?	Nota: El sistema es mostrado en la computadora que se utiliza en el sitio de trabajo. Se aprecia que se encuentra compuesto por una gran cantidad de hojas en Microsoft Excel, donde son transcritos los materiales de las facturas que van llegando a la obra. no emplea ningún tipo de control más que el registro en sí, finalmente se usa una hoja para ver cantidades totales de costos de materiales.		
¿Existe algún método para los pagos de mano de obra?	Sí, básicamente don Carlos (ingeniero de calidad), tomando el monto total del contrato de mano de obra, el monto solicitado por el contratista para dicha quincena y junto a una estimación de qué tan avanzado está el proyecto, realiza los pagos.		
Pregunta en el sitio	¿ Hay registros o hojas de dicho método de pago, para la mano de obra?	Nota: Una hoja de registro, donde están los pagos registrados es mostrada. Es una hoja de excel con fecha, porcentaje de avance actual, porcentaje efectivo (es la diferencia entre el actual y el anterior) y un monto de pago, que nuevamente es dispuesto por el ingeniero de calidad únicamente.	
Pregunta en el sitio	¿Qué importancia posee la bodega en el control de costos?	Ninguna. Su función es únicamente almacenar y entregar materiales.	
Observaciones y/o notas	El ingeniero residente, mencionó que al día de hoy, está cumpliendo 1 semana de trabajo en el proyecto. En cuanto a las labores de registro de materiales, estas se realizan directamente de las facturas que se reciben, es decir, se transcriben de la factura al registro de cada actividad, donde el ingeniero considera que se emplearán.		
		Entrevista	Transcrita a Excel

Figura 14. Entrevista 1.2
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Apéndice 2: Flujogramas

A continuación, se presentan los flujogramas desarrollados, cuya función es ser un aporte visual, para explicar de manera sencilla y efectiva procedimientos relacionados con el control de costos en la guía. Ambos flujogramas fueron diseñados con el programa Microsoft Word, y las funciones contenidas en este, sobre figuras y diagramas de flujo. Para el desarrollo de cada uno de estos, se dispuso de una revisión bibliográfica sobre los métodos, información y orden lógico con el que debe contar, así como también información sobre las distintas figuras y su significado. Los recuadros azules son tareas y los naranjas, la herramienta con la que se desarrolla la tarea.

Apéndice 2.1 Flujograma “Proceso de gestión y manejo de datos”

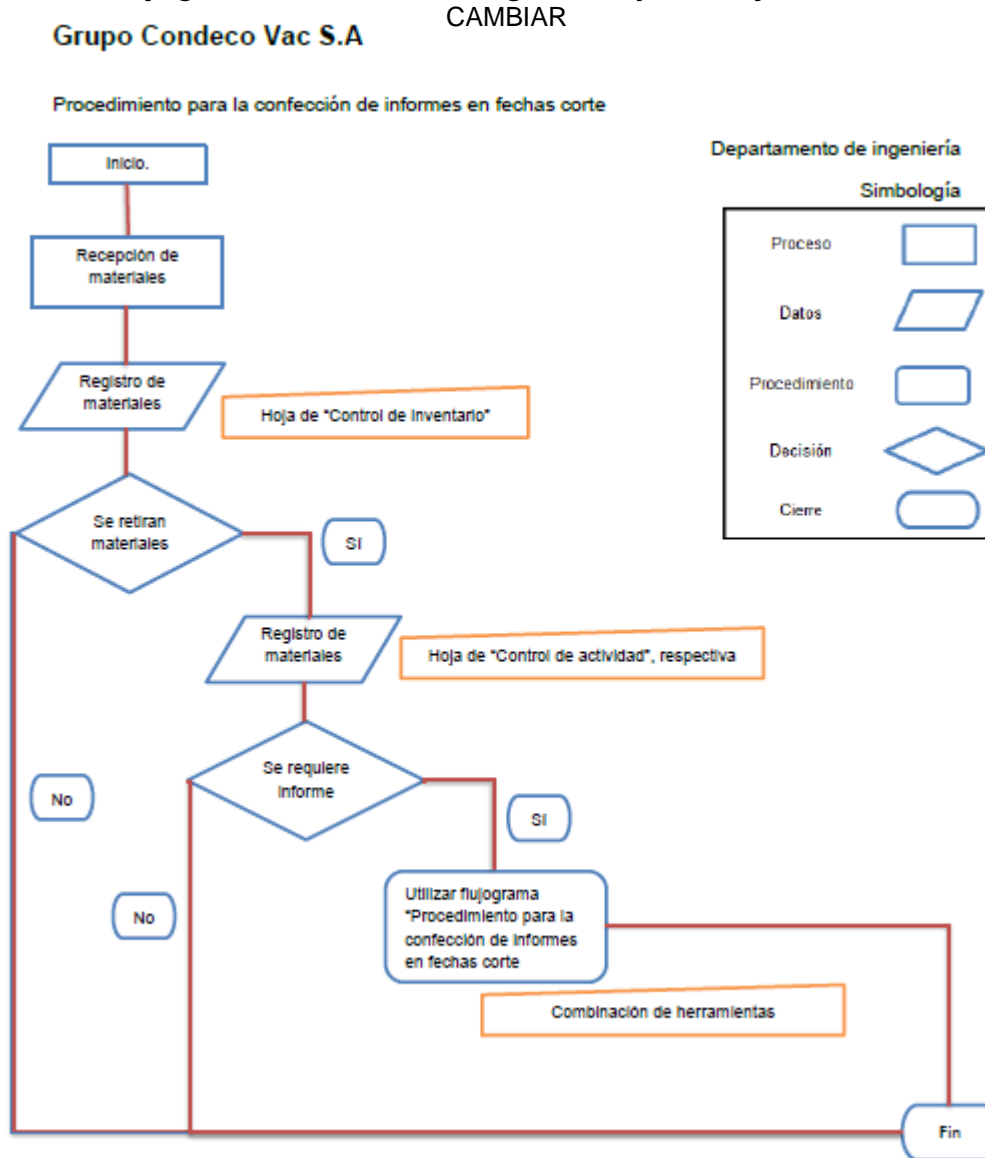


Figura 15. Flujograma Proceso de gestión y manejo de datos
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Grupo Condeco Vac S.A

Procedimiento para la confección de informes en fechas corte

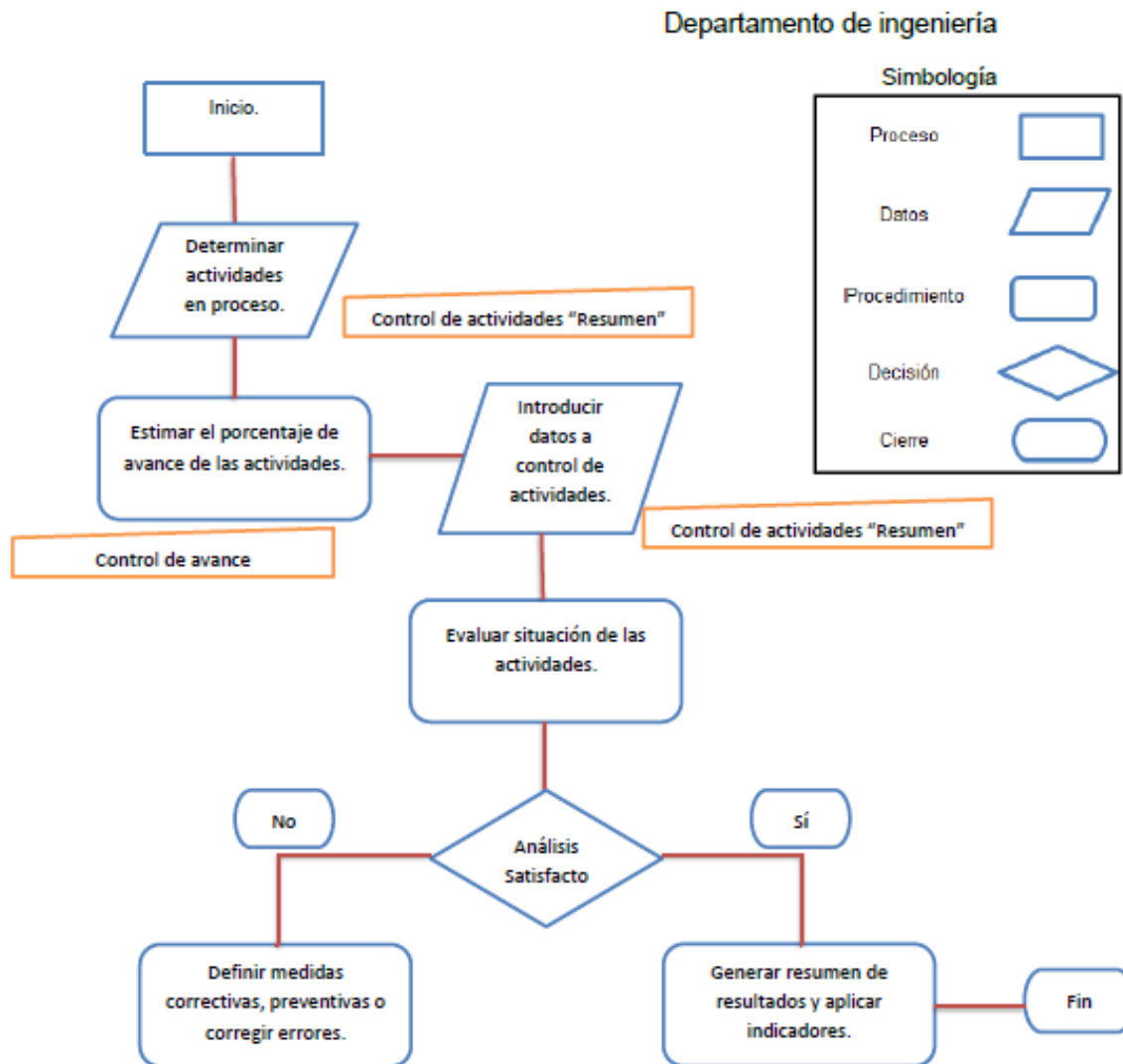


Figura 16. Flujograma Desarrollo de informes en fecha corte
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Apéndice 3: Secciones y complementos de la guía de control de costos

Como se ha mencionado a lo largo de este documento, la guía consiste en las tres herramientas descritas anteriormente, sin embargo, para el desarrollo de un sistema de gestión y control de costos, este no puede centrarse únicamente en las herramientas que lo conforman, sino que debe incorporar todos los aspectos que juegan un papel vital de dicho proceso. Algunos de estos aspectos son los tiempos y el presupuesto, a los cuales es necesario acceder con regularidad durante el proceso de ejecución, ya que existen ciertos aspectos o información que no se encuentra contenida en las herramientas y que es vital poder acceder de manera sencilla a ella. Los aspectos que complementan la guía son una hoja de presupuesto, en síntesis, es una copia de las hojas de presupuesto del proyecto. El otro aspecto que por motivos del proyecto no fue posible ejecutar, es una hoja para la determinación probabilística por medio del método PERT, si bien no fue posible la aplicación de dicha hoja, su uso a futuro es un complemento de gran valor, ya que brindará más elementos para el análisis, control, gestión y posible aplicación de medidas preventivas y/o correctivas. Como medio de enlace, en la figura 17, se presenta una vez más, la interfaz de Inicio con motivo de mostrar los botones que dirigen a las secciones y complementos de la guía de trabajo.

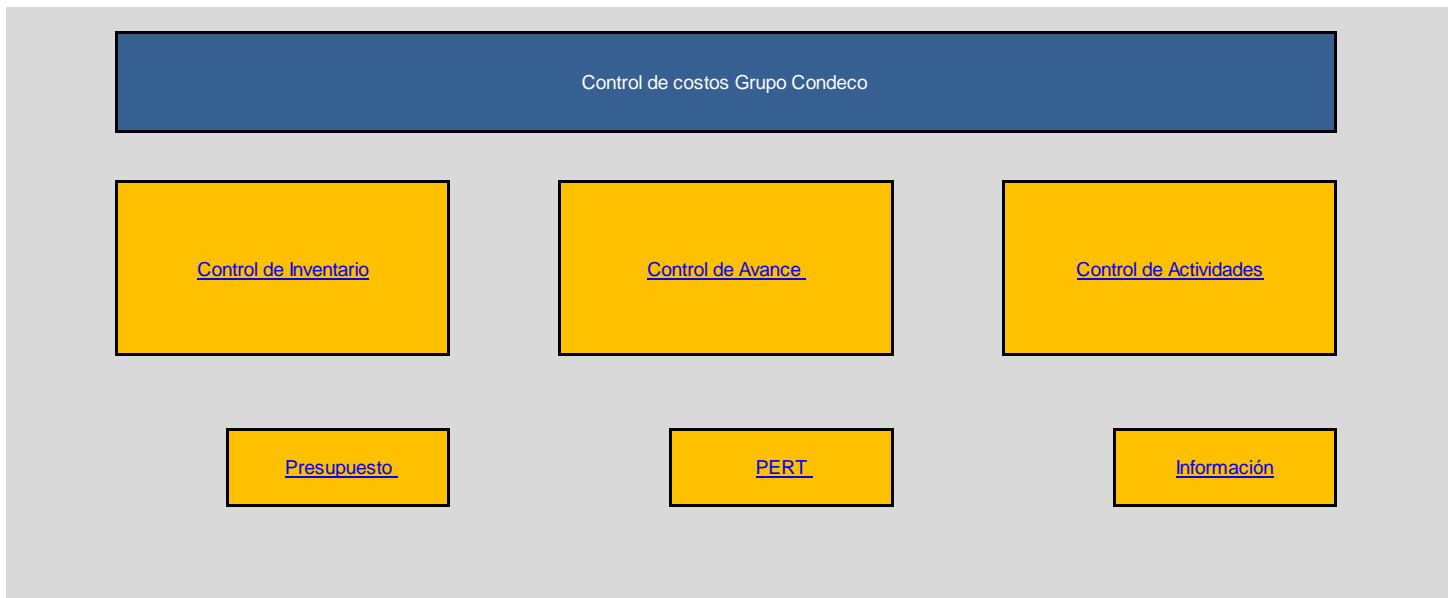


Figura 17. Hoja de Inicio
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Apéndice 3.1 Presupuesto

La figura 18 corresponde a la pestaña presentada, una vez pulsado el botón de “Presupuesto” se observan dos botones, correspondientes a “Costos directos” y “Costos indirectos”. Los costos directos corresponden a todos los materiales, subcontratos, etc., que representan un monto que se invierte directamente en el proyecto, es decir todas aquellas cosas que se materializan en la obra.



Figura 18. Hoja de Inicio
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

La siguiente hoja contiene los costos directos del proyecto, la figura 19, solo presenta un fragmento de toda la hoja, el cual expone el formato de cálculo que se utilizó para la confección del presupuesto del proyecto “Centro Comunal de Desarrollo Humano” Tirras, Curridabat.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	% DESP.	CANTIDAD	UNIDAD	MATERIALES	MANO DE OBRA	SUBCONTRATO	OTROS	COSTO UNITARIO TOTAL	COSTO TOTAL
0										€ -	€ -
ACTIVIDAD	OBRAS PROVISIONALES		0,00%	0,00	GBL					€ -	€ -
ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRAS	1,00	0,00%	1,00	GBL					€ -	€ -
MATERIALES	CORTE	2.013,50	0,00%	2.013,50	M3			€ 3.980,00		€ 3.980,00	€ 8.013.735,20
MATERIALES	LASTRE (BASE CONTRAPISO)	569,74	5,00%	598,23	M3			€ 15.000,00		€ 15.000,00	€ 8.973.440,87
FORMULA	RELLENO TOBACAMENTO 1:6:12 CONTRAPISO	39,98	0,00%	39,98	M3					€ -	€ -
MATERIALES	CEMENTO	39,98	5,00%	41,97	SACOS	€ 5.300,35				€ 5.300,35	€ 222.477,53
MATERIALES	PIEDRA STA	13,58	5,00%	14,26	M3	€ 16.620,23				€ 16.620,23	€ 237.052,49
MANODEOBRA	MANO DE OBRA CHORREA CIMENTO	39,98	0,00%	39,98	M3		€ 10.226,76			€ 10.226,76	€ 408.815,10
MATERIALES	RELLENO LASTRE	6,79	5,00%	7,13	M3	€ 15.000,00				€ 15.000,00	€ 106.971,66
MANODEOBRA	MANO DE OBRA COMPACTACION DE RELLENO	39,98	0,00%	39,98	M3		€ 2.500,00			€ 2.500,00	€ 99.938,32
FORMULA	RELLENO LASTRE		0,00%	0,00	M3					€ -	€ -
MATERIALES	RELLENO LASTRE	0,00	5,00%	0,00	M3	€ 15.000,00				€ 15.000,00	€ -
MANODEOBRA	MANO DE OBRA COMPACTACION DE RELLENO	0,00	0,00%	0,00	M3		€ 2.500,00			€ 2.500,00	€ -
SUBCONTRATO	HORAS DE PATA DE CABRO		0,00%	0,00	HR5			€ 29.250,00		€ 29.250,00	€ -
SUBCONTRATO	HORAS DE BACK HOE		0,00%	0,00	HR5			€ 15.000,00		€ 15.000,00	€ -
SUBCONTRATO	LIMPIEZA DE LOTE		0,00%	0,00	M2			€ 300,00		€ 300,00	€ -
OTRAS	OTRA LINEAS ADICIONALES A LA ACTIVIDAD		0,00%	0,00						€ -	€ -

Figura 19. Costos directos
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

A continuación, se presenta la hoja de costos indirectos, la cual fue nombrada con base en el primer archivo de Excel que se propuso utilizar para controlar los costos y que posteriormente se procedió a destacar. La hoja incluye varias secciones, entre ellas costos directos (Mano de obra, materiales, subcontratos, entre otros), costos indirectos (disponibilidad de agua, servicio eléctrico, internet y telefonía), alquiler de equipos, cargas sociales y otros gastos.

PROYECTO CENTRO COMUNAL DE DESARROLLO HUMANO EN TIRRASES						M2 DE CONSTRUCCION	2.556,00
HOJA DE CIERRE DE PRESUPUESTO						\$/ M2	\$751,33
TIPO CAMBIO:						553,53	
COD.	DESCRIPCION	CANT.	UN	PRECIO UNIT.	TOTAL (c)	%	
1.000	COSTOS DIRECTOS				747.859.644,56	70,35%	
1.100	MATERIALES	1,00	GL	387.701.667,76	387.701.667,76	36,47%	
1.200	MANO DE OBRA	1,00	GL	115.941.962,27	115.941.962,27	10,91%	
1.300	SUB CONTRATOS	1,00	GL	244.097.123,90	244.097.123,90	22,96%	
1.400	CONTRATOS	1,00	GL	118.890,64	118.890,64	0,01%	
2.000	COSTOS INDIRECTOS				95.521.905,04	8,99%	
2.100	SERVICIOS PUBLICOS	7,50	MES	215.000,00	1.612.500,00	0,15%	
2.101	ELECTRICIDAD	7,50	MES	120.000,00	900.000,00		
2.102	AGUA	7,50	MES	50.000,00	375.000,00		
2.103	TELEFONO	7,50	MES	25.000,00	187.500,00		
2.104	INTERNET	7,50	MES	20.000,00	150.000,00		
2.200	ALQUILER EQUIPOS	7,50	MES	2.525.720,44	18.942.903,34	1,78%	
2.201	BACK HOE	1,00	40,00	HR	15.000,00	600.000,00	
2.202	TRACTOR	0,00	0,00	HR	30.000,00	-	
2.203	VAGONETA	1,00	40,00	HR	15.000,00	600.000,00	
2.204	GRUA CAMIÒN	1,00	40,00	HR	180.000,00	7.200.000,00	
2.205	GRUA	0,00	4,00	MES	3.200.000,00	-	
2.206	VOLQUETE	0,00	4,00	MES	250.000,00	-	
2.207	MINI CARGADOR	0,00	4,00	MES	550.000,00	-	
2.208	OTROS	0,00	4,00	MES	-	-	
2.209	ANDAMIOS Y PUNTALES	1,00	4,00	MES	300.000,00	1.200.000,00	
2.210	PANEL CON 5 UDS TOMAS 110V Y 2 UDS TOMAS 220V	3,00	7,50	MES	100.000,00	2.250.000,00	
2.211	BATIDORA	1,00	7,50	MES	45.000,00	337.500,00	
2.212	COMPACTADOR	1,00	4,00	MES	160.000,00	640.000,00	
2.213	VIBRADOR	2,00	4,00	MES	80.000,00	640.000,00	
2.214	ALISADOR (HELICOPTERO)	1,00	4,00	MES	150.000,00	600.000,00	
2.215	CODAL VIBRADOR	1,00	4,00	MES	125.000,00	500.000,00	
2.216	CABAÑA SANITARIA	2,00	7,50	MES	120.000,00	1.800.000,00	
2.217	EXTINTORES	3,00	7,50	MES	80.000,00	1.800.000,00	
2.218	COMPRA EQUIPO SEGURIDAD (% DE MAT.)	0,001	%	387.701.667,76	387.701,67		
2.219	MANTENIMIENTO DE EQUIPO MENOR (% DE MAT.)	0,001	%	387.701.667,76	387.701,67		
2.300	PERSONAL ADMINISTRATIVO	7,50	MES	7.889.646,67	59.172.350,00	5,57%	
2.301	INGENIERO RESIDENTE	1,00	7,50	MES	750.000,00	5.625.000,00	
2.302	INGENIERO SALUD OCUPACIONAL	1,00	7,50	MES	600.000,00	4.500.000,00	
2.303	INGENIERO ELÉCTRICO	1,00	5,00	VISITA	500.000,00	2.500.000,00	
2.304	INGENIERO MECÁNICO	1,00	5,00	VISITA	500.000,00	2.500.000,00	
2.305	MAESTRO DE OBRAS GENERAL	1,00	7,50	MES	736.100,00	5.520.750,00	
2.306	CUADRILLA DE APOYO 1	3,00	7,50	MES	285.780,00	6.430.050,00	
2.307	CUADRILLA DE APOYO 2	3,00	7,50	MES	285.780,00	6.430.050,00	
2.308	DIBUJANTE	1,00	7,50	MES	500.000,00	3.750.000,00	
2.309	BODEGUERO	1,00	7,50	MES	350.000,00	2.625.000,00	
2.310	PLANILLERO	1,00	7,50	MES	350.000,00	2.625.000,00	
2.311	SECRETARIA	0,00	7,50	MES	250.000,00	-	
2.312	PRESUPUESTISTA	0,00	7,50	MES	500.000,00	-	
2.313	CAPATAZ FONTANERO	1,00	7,50	MES	736.100,00	5.520.750,00	
2.314	CAPATAZ ELECTRICO	1,00	7,50	MES	736.100,00	5.520.750,00	
2.315	GUARDA SEGURIDAD	1,00	7,50	MES	750.000,00	5.625.000,00	
2.400	OTROS GASTOS	7,50	MES	2.105.886,89	15.794.151,70	1,49%	
2.401	ALIMENTACION (% DE M.O)	0,00%	%	123.831.608,94	-		
2.402	CAMPAMENTO (% DE M.O)	0,00%	%	123.831.608,94	-		
2.403	TRANSPORTE PERSONAL (% DE M.O)	0,00%	%	123.831.608,94	-		
2.404	TRANSPORTE MATERIALES (% DE MAT.)	1,50%	%	387.701.667,76	5.815.525,02		
2.405	TRANSPORTE ESCOMBROS O BASURA (% DE MAT.)	1,50%	%	387.701.667,76	5.815.525,02		
2.406	ALQUILERES (PREDIOS, OFICINAS , ETC)	0,00	0,00	MES	400.000,00	-	
2.407	ALQUILERES (CASA)	0,00	0,00	MES	300.000,00	-	
2.408	TOPOGRAFIA	1,00	GL	350.000,00	350.000,00		
2.409	PRUEBAS DE LABORATORIO (% MAT.)	0,10%	%	387.701.667,76	387.701,67		
2.410	JUEGO DE PLANOS	3,00	96,00	LAMINAS	800,00	230.400,00	
2.411	LIMPIEZA DE PROYECTO	2.556,00	M2	1.250,00	3.195.000,00		
3.000	COSTOS DE CARGAS SOCIALES - IMPREVISTOS - POLIZAS	7,50	MES	16.359.392,21	122.695.441,55	11,54%	
3.001	CARGAS SOCIALES (52,17% DE M.O)	52,17%	%	175.114.312,27	91.357.136,71		
3.002	IMPREVISTOS MANO DE OBRA	3,00%	%	115.941.962,27	3.478.258,87		
3.003	IMPREVISTOS MATERIALES	3,00%	%	387.701.667,76	11.631.050,03		
3.004	IMPREVISTOS SUBCONTRATOS Y ALQ.	3,00%	%	360.039.086,17	10.801.172,59		
3.005	POLIZA RIESGOS DEL TRABAJO	1,00	GL	5.427.823,35	5.427.823,35		
4.000	ADMINISTRACION Y UTILIDAD	10,00%	%	966.076.991,15	96.923.008,85	9,12%	
	DESCUENTO DE CIERRE				315.309,74		

Figura 19.Costos directos
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Apéndice 3.2: Hoja PERT

El método PERT es un modelo probabilístico y cuantitativo para la planificación, cuya finalidad es la determinación de una duración probable, denominada tiempo esperado, que busca establecer cuánto realmente puede tardar una actividad para desarrollarse en su totalidad. Como se mencionó anteriormente, la estimación de duraciones juega un rol importante en el control de costos, su importancia, no radica únicamente en permitirle al profesional conocer los tiempos con los cuales las actividades a su cargo deberán realizarse, sino también en brindarle un complemento para la generación de algunas relaciones financieras y de elaboración de trabajo.

Al contar cada actividad del proyecto con un monto establecido de materiales, duraciones esperadas, así como conocimiento de los recursos de equipo y mano de obra, es posible generar para cada actividad y para el proyecto en general, parámetros de comportamiento, proyecciones y estimación de variaciones en relación al tiempo que fue determinado.

El método PERT también permite generar mediante la creación de secuencias de ejecución lógica, relaciones directas entre actividades del proyecto, específicamente, relaciones como predecesoras y dependencia, que permiten crear las denominadas rutas de ejecución y ruta crítica.

Lo descrito anteriormente son las características de la breve descripción de una herramienta de planificación, que amplía enormemente nuestro control sobre las actividades, tiempos y recursos de un proyecto. La figura 20 es una tabla de PERT, la cual contiene todas las actividades del proyecto Centro Comunal de Desarrollo Humano Tirrases, Curridabat, en ella encontramos cinco columnas respectivamente, las cuales son "Predecesora", "Tiempo optimista", "Tiempo normal", "Tiempo pesimista" y finalmente "Tiempo esperado", como hemos mencionado, las predecesoras serán aquellas actividades que tienen que ser completadas para que cada actividad sea desarrollada. Los tiempos optimista, normal y pesimista son estimados mediante diversos métodos, principalmente mediante la experiencia y el conocimiento de un profesional con recorrido en el campo de la ingeniería civil, en específico, en la ejecución y construcción de obras semejantes a la que se está planificando.

A continuación, se muestra la tabla PERT diseñada para el proyecto, anteriormente se explicó que pudo ser implementada por factor de tiempo, sin embargo, se deja como complemento y a disposición de futuros usuarios que utilicen la guía de herramientas de control de costos concebidas en este trabajo. Para efectos demostrativos, la tabla fue rellena, utilizando la función aleatoria de Excel con un rango de duraciones de 1-15 para las duraciones del tiempo optimista, con las duraciones normales, siendo de 0-4 días más longevas que las optimistas y las duraciones de los tiempos pesimistas, se aumentaron aleatoriamente entre 0-2 días con respecto a lo que la función aleatoria asignaba a las normales. En cuanto a aquellas predecesoras que se encuentran resaltadas con amarillo, se debe a que requieren que ciertas actividades sean elaboradas parcialmente, por ejemplo, la actividad de entrepiso requiere que la actividad de muros esté desarrollada al menos en el primer nivel, lo mismo sucede con la estructura metálica, que puede comenzar a colocarse en los primeros niveles conforme los muros del segundo o tercer nivel son colocados. Se recalca que dichos valores encontrados en la tabla son únicamente demostrativos.

Actividad	Descripción	Codigo	Predecesora	Duración óptimo	Duración normal	Duración pesimista	Duración esperable
1	Obras provisionales	OBPRO	34	4	4	5	4
2	Trazado	TRAZ	-	4	6	6	6
3	Subcontratos	SUBCO	-	12	15	17	15
4	Mecánico	MECA	1	10	11	11	11
5	Eléctrico	ELECTRO	1	2	2	4	2
6	Placa Aislada	PLACAIS	-	3	4	4	4
7	Placa Corrida	PLACACOR	-	1	3	5	3
8	Viga de fundación	VIGAFUN	6	10	12	13	12
9	Muros	MUR	6,7	4	8	9	8
10	Vigas	VIGA	9	11	11	11	11
11	Columnas	COLUM	8	9	10	11	10
12	Contrapiso	COPI	6,7	1	3	4	3
13	Pared de Mampostería 15	PAREPO	6,7	11	11	12	11
14	Losa de entrepiso	LOSPI	9,11	15	17	19	17
15	Escaleras	ESCA	9	3	5	7	5
16	Estructura metálica	ESTRUME	9,11	7	7	7	7
17	Cubierta de techo	CUTE	16	4	7	9	7
18	Cubierta de policarbonato	CUTE POLI	16	14	15	15	15
19	Cielo gypsum	CGYP	9,10,11	8	10	11	10
20	Paredes livianas	PARELI	9,10,11	4	5	6	5
21	Particiones de baños	PARTIBA	9,10,11	6	8	9	8
22	Acabados piso concreto	ACABAPI	19,20,21	6	9	11	9
23	Enchapes piso porcelanato	PORCE	19,20,21	3	3	4	3
24	Enchapes piso vitrocaramica	VITRO	19,20,21	4	4	5	4
25	Rodapie	RODA	19,20,21	9	12	14	12
26	Losa sanitaria	LOZA	4	6	9	11	9
27	Grifería	GRIF	4	1	1	2	1
28	Accesorios de baño	ACCEBA	4	10	13	14	13
29	Puertas	PUT	28	3	6	6	6
30	Cerrajería	CERRA	29	3	7	8	7
31	Ventanería	VENT	24	4	5	5	5
32	Sellador de paredes	SELLPA	9	7	11	12	11
33	Salud ocupacional	SEGOC	-	7	9	11	9
34	Movimiento de tierras	MOVT	2	5	9	10	9
35	Imprevistos	IMPRE	-	13	15	18	15
36	Transporte	TRANS	-	12	14	16	14
37	Honorario	HONO	-	13	15	18	15
38	Regencia ambiental	REGEN	-	5	5	8	5
39	Alquiler de equipos	EQAL	-	14	18	20	18
40	Consumible	CONS	-	10	12	13	12
41	Mano de obra	MOBR	-	11	12	12	12

Figura 20. PERT determinación de tiempo esperado
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Apéndice 3.3: Sección de información.

La figura 21 corresponde a un recorte de la sección de información de la guía, esta detalla las funciones y alcances de cada una de las herramientas que el sistema contiene, no se hace mención a los otros aspectos como presupuesto o la hoja PERT.

Información

A continuación, se detallan las funciones y alcance de las herramientas contenidas en esta guía:

A) Inventario de Bodega

Funciones:

- Recopilar los datos sobre los materiales que entran a la construcción, información, cantidad y destino.
- Conocer de manera sencilla, con la función de filtros y otras funciones matemáticas básicas, las cantidades de materiales con las que cuenta o debería contar la bodega del proyecto.
- Conocer la acción y destino que sigue un material, ya sea entrada a la bodega o salida para su uso en determinada actividad del proyecto.

Alcance:

- Permite conocer cantidades disponibles de los diversos materiales, para la gestión en obra o planeamiento de pedidos de materiales a realizar.
- Brinda información sobre los materiales que fueron consumidos en cada actividad.

B) Control de avance

Funciones:

- Determinar mediante la información recopilada en campo, el volumen de trabajo realizado en términos porcentuales de una determinada actividad.
- Mediante el porcentaje de avance realizado, es posible determinar con base en el volumen de trabajo el monto de mano de obra que deberá ser cancelado.

Alcance:

- Estima el porcentaje de avance en obra, que brinda el poder realizar proyecciones y comparaciones en el tiempo, así como el concebir escenarios futuros que señalen la necesidad de realizar medidas preventivas o correctivas.
- Permite determinar los montos a pagar con base en el volumen de trabajo realizado.

C) Control de actividades

Funciones:

- Registrar mediante la información recopilada por la herramienta de Control de inventario, los materiales, cantidad y sus costos que pertenecen a cada una de las actividades del proyecto.
- Permite proyectar mediante los porcentajes de avance, si las cantidades de materiales finalmente utilizadas variarán con las presupuestadas.
- Comparar mediante la hoja denominada "Resumen", los costos totales reales actuales, proyectados y presupuestados de las actividades.
- Permitir las generación de medidas preventivas o correctivas, tanto en la situación de los insumos que son consumidos en cada actividad como en la situación general del proyecto.

Alcance:

- Permite conocer los materiales empleados, las cantidades y sus costos que forman parte de una actividad.
- Permite evaluar la situación en el tiempo de cada actividad y del proyecto en general, así como en caso de ser necesario, realizar acciones preventivas o correctivas.

Figura 21. Información, sección 1
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

La figura 22 corresponde a un recorte de la sección restante de la sección información, es una descripción de un procedimiento, que puede o no ser utilizado por el usuario para la generación de los informes de estado financiero del proyecto, en una fecha corte establecida. Dicho procedimiento fue creado y empleado para el informe del estado financiero del proyecto que generó la información presentada en los resultados del objetivo 3. El informe es presentado y explicado en el apéndice 5.1 de este trabajo.

Generación de informes en fecha corte

La generación de informes se realiza a través de los siguientes pasos:

1-Se procede a realizar la estimación en campo del porcentaje de avance correspondiente al volumen de trabajo, a través de la hoja formato de la herramienta de costos.

2-Se ingresan los porcentajes de avance determinados en la hoja "Resumen", para cada actividad que se esté ejecutando en el momento de la recopilación de datos.

3-Se analizan todas aquellas actividades cuyo porcentaje de avance se encuentra entre el rango de 0% a 100%, dichas actividades aparecerán resaltadas con letra y fondo rojo en la columna de "% Avance".

4-En el caso de montos a pagar por concepto de mano de obra, el porcentaje de avance permitirá conocer a cabalidad los montos a cancelar por volumen de trabajo realizado en cada actividad. Es importante controlar el concepto de porcentaje de avance, para aquellas actividades cuya finalización se encuentre en semanas y fechas corte separadas.

5-Se comparan y analizan, mediante las columnas de "Valor proyectado", "Variación actual" y "Variación proyectada" el estado financiero de cada actividad. En caso de aquellas actividades que presenten pérdidas, se procede a ejecutar los pasos 6 y 7.

6-Se revisan y analizan las columnas "% Consumido" y "% Variación proyectado".

7-En las hojas de registro de materiales de cada actividad, se procede a analizar las comparaciones generadas mediante las columnas de "Valor de variación" y "% Variación" entre materiales presupuestados y utilizados por cada grupo de materiales creado para la cada actividad, con el fin de conocer dónde se generan dichas variaciones.

8-Se generan elementos gráficos e indicadores sobre el estado financiero del proyecto.

9-Mediante la información generada, se procede a la discusión y toma de decisiones correctivas, preventivas o reparación de errores en aquellos aspectos, actividades y procedimientos que sea requerido.

Figura 22. Información, sección 2
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Apéndice 4.1: Informe para fecha corte

A continuación, se presenta y detalla el informe realizado en la fecha corte, para el proyecto. Los pasos de desarrollo de este informe se encuentran en flujograma de la figura 16 o bien escritos en prosa en la figura 22.

Inicialmente, se presentan en la figura 23, los porcentajes de avance que se recopilaron en campo, las seis actividades que se presentan en el cuadro, son aquellas que se han estado elaborando al momento de la fecha de corte. Se estimaron mediante los dos lineamientos planteados en la herramienta, ya que en aquellas actividades cuya unidad de trabajo es global, no existe una manera cuantificable de estimarlas, por lo que se procedió a consultar a los ingenieros sobre el porcentaje de avance referente al volumen de trabajo y se coincidió en los porcentajes presentes en la tabla. En cuanto a las actividades, con unidades diferentes a “Global”, se estimaron a criterio, porque en el caso de las de estructura metálica y vigas por altura, era complicado realmente medir el área que se había completado, además de que en el caso de las vigas, el metro cuadrado no es realmente un parámetro de avance, ya que estas son coladas primero y luego posteriormente tratadas, se estimó en un 95%, ya que estaban construidas y completadas casi en su totalidad.

Planilla para cuantificación del volumen de trabajo					
Fecha Corte	jueves, 27 de abril de 2017				
Elaborador	Diego Cordero Campos				
Actividades Monitoreadas	Mecánica; Eléctrica; Vigas; Estructura metálica; Cielos gypsum ; Sellado de paredes				
Actividad	Unidad	Cantidad Total	Cantidad sitio	%Avance	Observaciones
Mecánica	Global	1	-	30%	Completada la instalación de tuberías principales
Eléctrico	Global	1	-	15%	Trabajos principalmente de estructura y redes
Vigas	m2	180,35	-	95%	Faltan algunas vigas banquetas en el tercer piso
Estructura metálica	m2	925,7	-	75%	Estructuras completadas a excepción del 3 nivel
Cielos gypsum	Global	1	-	25%	Colocación de estructura únicamente
Sellado de paredes	Global	1	-	10%	Iniciando en muros

Figura 23. Información, sección 2

Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

La figura 24 es la aplicación de la función filtros de Excel, con ella se pretende aislar del conjunto total de actividades que la hoja contiene, solo aquellas cuyo porcentaje de avance se encuentra entre 0%-100%, es decir, aquellas actividades que se encuentran en proceso de ejecución, se muestran algunas que están en proceso de ejecución, pero no fueron consideradas en la toma de datos de campo sobre los porcentajes de avance, esto se debe a que no son actividades netamente constructivas.

Actividad	Descripción	Código	Valor presupuestado	Valor invertido	% Avance	Valor proyectado	Variación actual	Variación proyectada	%Consumido	%Variación proyectado	Estado
4	Mecánico	MECA	€ 56.533.498,33	€ 10.244.898,55	30%	€ 34.149.661,84	€ 22.383.836,49	€ 22.383.836,49	18,12%	60,41%	Inconclusa
5	Eléctrico	ELECTRO	€ 106.895.574,78	€ 14.518.818,83	15%	€ 96.792.125,50	€ 10.103.449,28	€ 10.103.449,28	13,58%	90,55%	Inconclusa
10	Vigas	VIGA	€ 40.232.091,16	€ 11.290.797,12	95%	€ 11.885.049,60	€ 28.347.041,56	€ 28.347.041,56	28,08%	29,54%	Inconclusa
16	Estructura metálica	ESTRUME	€ 26.900.118,84	€ 7.113.614,36	75%	€ 9.484.819,14	€ 17.415.299,69	€ 17.415.299,69	26,44%	35,26%	Inconclusa
19	Cielo gypsum	CGYP	€ 4.111.678,47	€ 1.041.673,12	25%	€ 4.166.692,48	€ (55.014,01)	€ (55.014,01)	25,33%	101,34%	Inconclusa
32	Sellador de paredes	SELLPA	€ 14.963.185,27	€ 751.567,56	10%	€ 7.515.675,57	€ 7.447.509,70	€ 7.447.509,70	5,02%	50,23%	Inconclusa
33	Salud ocupacional	SEGOCC	€ 387.701,67	€ 75.178,90	50%	€ 150.357,80	€ 237.343,87	€ 237.343,87	19,39%	38,78%	Inconclusa
35	Imprevistos	IMPRES	€ 11.631.050,03	€ 1.506.856,71	50%	€ 3.013.713,42	€ 8.617.336,61	€ 8.617.336,61	12,96%	25,91%	Inconclusa
36	Transporte	TRANS	€ 11.631.050,03	€ 2.003.025,84	50%	€ 4.006.051,68	€ 7.624.998,35	€ 7.624.998,35	17,22%	34,44%	Inconclusa
37	Honorario	HONOR	€ 35.758.223,35	€ 8.002.500,87	50%	€ 16.005.001,74	€ 19.753.221,61	€ 19.753.221,61	22,38%	44,76%	Inconclusa
38	Regencia ambiental	REGEN	€ -	€ 2.610.471,00	80%	€ 3.263.088,75	€ (3.263.088,75)	€ (3.263.088,75)	0,00%	0,00%	Inconclusa
39	Alquiler de equipos	EQAL	€ 23.356.374,25	€ 8.786.325,03	50%	€ 17.572.650,07	€ 11.783.724,19	€ 11.783.724,19	29,93%	59,86%	Inconclusa
40	Consumible	CONS	€ 1.612.500,00	€ 724.888,28	50%	€ 1.449.776,55	€ 162.723,45	€ 162.723,45	44,95%	89,91%	Inconclusa

Figura 24. Hoja Resumen, función filtros Excel.

Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel.

Podemos apreciar que del total de las consideradas constructivas, únicamente la actividad de cielos gypsum presenta una variación proyectada (La variación proyectada es igual a la resta del valor presupuestado del proyecto y el valor proyectado al final del trabajo) con una diferencia de €55014,01 y una variación proyectada de 101,34%. Se procede a analizar la hoja de la actividad cielos de gypsum.

A continuación, se presenta la hoja de cielos gypsum, en la figura 25, podemos apreciar cómo con la función de filtros de Excel, al analizar únicamente los grupos, encontramos que la diferencia negativa existe en el grupo de materiales denominado "ESTRUCTURA", si desplegamos el grupo para observar los materiales presupuestados y consumidos de dicho grupo (figura 26) podemos analizar de manera precisa en cuáles materiales se encuentran las diferencias. En la figura 26, se muestra con rojo el material que genera dicha diferencia en la proyección. Si bien en este caso, es sencillo intuir en cuál grupo de materiales se encuentra la pérdida (en obra solamente había de estructura instalada), en casos menos notorios, esta función es de gran ayuda.

Tipo	Descripción	Valor presupuesta	Valor total	% Avance real	Proyección	Variación proyección	%Variación proyectada	%Consumido
GRUPO	ESTRUCTURA	€1.752.447,81	€891.000,00	49%	€1.808.035,71	€ (55.587,91)	-3%	51%
GRUPO	LÁMINA Y DETALLADO	€2.038.152,82						
GRUPO	OTROS	€ 321.077,84	€150.673,12	25%	€ 602.692,48	€ 321.077,59	100%	47%

Figura 25. Cielos gypsum, función de filtros Excel

Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Tipo	Descripción	Valor presupuesta	Valor total	% Avance real	Proyección	Variación proyección	%Variación proyectada	%Consumido
GRUPO	ESTRUCTURA	€1.752.447,81	€891.000,00	49%	€1.808.035,71	€ (55.587,91)	-3%	51%
Presupuestado	ANGULAR 1" X 1" X 0.40 X 3.05 MTS	€ 361.687,25						
Presupuestado	FURRING CHANNEL 0,90 3.66 MTS	€1.004.221,29						
Presupuestado	CANAL CIELO 1.5" X 16 FT 0,70 MM	€ 386.539,26						
Consumido	ANGULAR 0,40X 1X1 X 3,05 MTS (10FT)		€ 92.400,00	49%	€ 187.500,00			
Consumido	CANAL CIELO 0,70X4,88 MTS (16 FT)		€ 31.240,00	49%	€ 63.392,86			
Consumido	FURRING CHANNEL 0,90X3,66 (12 FT)		€767.360,00	49%	€1.557.142,86			

Figura 26. Cielos gypsum, función de filtros Excel

Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Finalmente, se procede a generar comparaciones sobre el escenario total del proyecto, el cuadro 5, creado en formato Microsoft Excel, contiene los datos que se utilizaron para crear la gráfica correspondiente a la

figura 12, que se encuentra en la sección de resultados del objetivo 3.0. En el cuadro 5, encontramos dos columnas de montos y una columna sobre el porcentaje de avance del proyecto. La columna denominada “Teórico” contiene datos generados mediante la multiplicación del porcentaje de avance respectivo y el costo total presupuestado del proyecto, mientras que la columna denominada “proyección” es una columna que parte del monto invertido del proyecto al día de la fecha corte junto con el porcentaje de avance total del proyecto, el cual fue brindado por el ingeniero técnico del proyecto y se estimó como un 55%. Como dato importante, dicho dato es el que se utiliza por el ingeniero para determinar los pagos de mano de obra que se van realizando. Para la determinación de los montos que se encuentran en la columna de proyección, se realiza una regla de tres, para determinar con base en el monto y el avance al día de hoy el monto en otros avances.

Cuadro 5. Costos teóricos y proyectados		
Porcentaje de avance	Teórico	Proyectado
0%	₡ -	₡ -
10%	₡ 95.111.774,21	₡ 80.042.382,76
20%	₡ 190.223.548,43	₡ 160.084.765,51
30%	₡ 285.335.322,64	₡ 240.127.148,27
40%	₡ 380.447.096,86	₡ 320.169.531,02
50%	₡ 475.558.871,07	₡ 400.211.913,78
60%	₡ 570.670.645,28	₡ 480.254.296,53
70%	₡ 665.782.419,50	₡ 560.296.679,29
80%	₡ 760.894.193,71	₡ 640.339.062,04
90%	₡ 856.005.967,92	₡ 720.381.444,80
100%	₡ 951.117.742,14	₡ 800.423.827,56

Formato Microsoft Excel

Como medio de enlace, se presenta una vez más la figura 12.

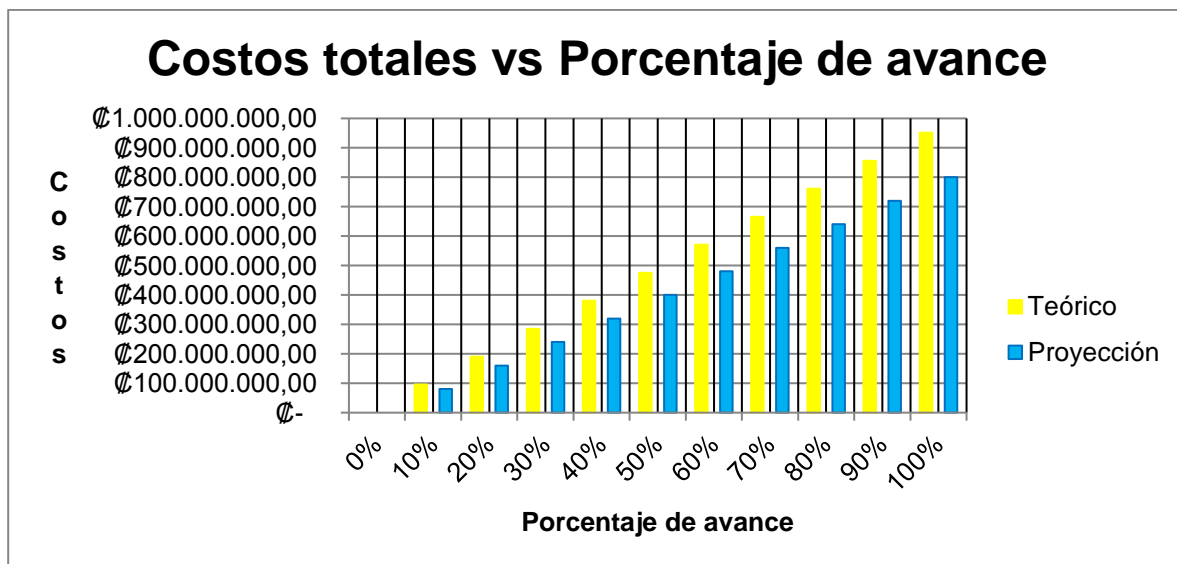


Figura 12. Costos totales (₡) vs Porcentaje de Avance (%)
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Se presenta una vez más, el cuadro 4 presentado en la sección de resultados, se incluye en esta sección al ser parte del informe realizado. En ella se incluyen valores como el gasto teórico que debería alcanzarse a un 60% así como el gasto proyectado, igual al 60% de avance en la obra. Incluye el gasto real que se ha invertido en el proyecto al día de la fecha corte (en futuros proyectos, es importante recopilar la información de los costos reales de cada actividad y del proyecto en general, con el fin de conocer las tendencias que estos siguen). Finalmente, se incluyen indicadores de costos y tiempo, que permiten, mediante relaciones entre lo real y lo presupuestado estimar cuál es la situación real del proyecto en el tiempo, en el caso del indicador al ser mayor a 1, quiere decir que se están consumiendo menos recursos de lo que se tenía presupuestado, ya sea porque lo presupuestado fue sobredimensionado o la gestión y uso de materiales, así como el rendimiento de la mano de obra posee una eficiencia mayor a lo que se esperaba. En cuanto al tiempo, se considera que el proyecto se encuentra ligeramente atrasado con respecto a la relación entre el tiempo transcurrido y el tiempo total para ejecutar el proyecto.

Cuadro 4. Indicadores y resumen del proyecto		
Gasto teórico	₡ 570.670.645,28	Gasto teórico que se presupuestaba con un avance del 60%.
Gasto real	₡ 440.233.105,16	A la fecha corte del día 27/04/17.
Gasto proyectado	₡ 480.254.296,53	Gasto proyectado que se proyecta gastar a un 60% de avance general en obra.
Diferencia	₡ 90.416.348,75	Diferencia entre el gasto teórico y el proyectado a un 60% de avance.
Índice de costos	1,19	El proyecto se encuentra dentro del presupuesto
Índice de tiempo	0,91	El proyecto se encuentra atrasado con base en el avance de obra generado.
Proyecciones	15 días	La diferencia con base en el % avance de toda la obra, señala que el proyecto podría concluir con una mayor duración, aproximadamente de 15 días.
Observaciones	El proyecto se encuentra en condiciones y parámetros correctos, ya que avanza en tiempo y costo por debajo de los valores teóricos	
	Se encontró que la actividad denominada "Cielos gypsum" presenta un valor proyectado mayor a lo presupuestado y por ende una variación proyectada negativa.	
	El monto de variación proyectado es de ₡55014 y equivale a un 1,34% de más en el proyecto	

Formato Microsoft Excel

Anexos

Anexo 1: Análisis del sistema antiguo

Anexo 2: Oferta de la licitación

Anexo 3: Fotografías

Anexo 1: Análisis sistema antiguo.

Con la recopilación de archivos, fue posible obtener acceso al sistema anteriormente utilizado y ya descartado que poseía el proyecto. A través del reconocimiento de este sistema para el control de costos, se aprecia (observar figura 27) que se trata de un sistema plasmado en la hoja del presupuesto del proyecto, consiste un modelo que pretendía controlar de manera minuciosa los materiales, sin embargo, se observa que no posee un orden en los datos que se manejan, ya que solo pretende controlar los materiales utilizados y no toma en consideración que el proyecto fue presupuestado en varias secciones (tales como mano de obra, materiales, equipos, entre otros) por lo que terminaba generando comparaciones erróneas entre costos totales y costos únicamente de materiales. La figura 27 muestra una diferencia considerable entre lo real y lo presupuestado, producto de esta comparación errónea. A su vez, no señala porcentajes de variación ni adjunta números de facturas o proveedores. Como se ha mencionado anteriormente, este sistema es descartado y se comienza a emplear el sistema de control de costos que es utilizado al inicio de la confección de este documento. Es importante resaltar que por efectos de orden y visibilidad en la imagen, fue necesario ocultar ciertas columnas (desplegables mediante los íconos “+” que se aprecian sobre el encabezado de las columnas), ya que la nitidez de la información de la imagen se veía comprometida.

1	2									
1	2	A	B	C	F	K	P	W	X	
		ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO TOTAL	COSTO TOTAL	presupuestado	Real	
+	168	ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRAS	1,00	GBL	€ -	€ -			
	169	ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRAS	1,00	GBL	€ -	€ -			
	170	MATERIALES	CORTE excavaciones totales	2.263,50	M3	€ 3.980,00	€ 9.008.735,20	23.222.363,93	16.806.300,00	
	171	MATERIALES	LASTRE Y RELLENOS totales	1.326,64	M3	€ 15.000,00	€ 20.894.615,87	56.179.975,07	15.075.500,00	
	172	FORMULA	RELLENO TOBACEMENTO 1:6:12 CONTRAPISO	39,98	M3	€ -	€ -			
	173	MATERIALES	CEMENTO	39,98	SACOS	€ 5.300,35	€ 222.477,53			
	174	MATERIALES	PIEDRA STA	13,58	M3	€ 16.620,23	€ 237.052,49			
	175	MANODEOBRA	MANO DE OBRA CHORREA CIMIENTO	39,98	M3	€ 10.226,76	€ 408.818,10			
	176	MATERIALES	RELLENO LASTRE	6,79	M3	€ 15.000,00	€ 106.971,66			
	177	MANODEOBRA	MANO DE OBRA COMPACTACION DE RELLENO	39,98	M3	€ 2.500,00	€ 99.938,32			
	178	FORMULA	RELLENO LASTRE		M3	€ -	€ -			
	179	MATERIALES	RELLENO LASTRE	0,00	M3	€ 15.000,00	€ -			
	180	MANODEOBRA	MANO DE OBRA COMPACTACION DE RELLENO	0,00	M3	€ 2.500,00	€ -			
	181	SUBCONTRATO	HORAS DE PATA DE CABRO		HRS	€ 29.250,00	€ -			
	182	SUBCONTRATO	HORAS DE BACK HOE		HRS	€ 15.000,00	€ -			
	183	SUBCONTRATO	LIMPIEZA DE LOTE		M2	€ 300,00	€ -			
	184	OTRAS	OTRA LÍNEAS ADICIONALES A LA ACTIVIDAD			€ -	€ -			
-	185	ACTIVIDAD	OOBRA GRIS	1,00	GBL	€ -	€ -			
	186	ACTIVIDAD	OOBRA GRIS	1,00	GBL	€ -	€ -			
	187	MATERIALES	OBRA GRIS\ EXCAVACIONES	530,27	M3	€ 3.980,00	€ 2.743.613,42			
	188	MATERIALES	OBRA GRIS\ RELLENOS Y SUSTITUCIONES	490,29	M3	€ 15.000,00	€ 7.354.409,72			
	189	MATERIALES	OBRA GRIS\ PLACAS AISLADAS		M3	€ 167.855,05	€ -			
	190	MATERIALES	OBRA GRIS\ PLACAS CORRIDAS		M3	€ 128.793,96	€ -			
	191	MATERIALES	OBRA GRIS\VIGA DE FUNDACIÓN		M3	€ 245.769,64	€ -	2.800,29		

Figura 27. Hoja del sistema descartado para el control de los costos de actividades
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Anexo 2: Oferta de la licitación

La figura 28, es la hoja de la oferta presentada por Grupo Condeco Vac S.A

BANCO HIPOTECARIO DE LA VIVIENDA
 TABLA DE PAGOS DE OBRAS DE URBANIZACIÓN Y VIVIENDAS
 F-DT-004-11



Nombre del proyecto

TIRRASES II CENTRO DE DESARROLLO CULTURAL

Obras de urbanización				Monto total
Descripción	Unidad	Cantidad	Monto Unitario	de obras
movimiento de tierras	M3	2.014	€10.315,94	€20.771.140,87
Instalaciones preliminares		1	€2.732.059,91	€2.732.059,91
Equipos		1	€10.475.000,00	€10.475.000,00
Cimientos				€79.665.013,22
Trazo	m2	946	€406,65	€384.690,90
Excavaciones	m3	689,35	€5.050,00	€3.481.217,50
Rellenos y sustituciones	m3	490,29	€18.000,00	€8.825.220,00
Placa Asilada	m3	137,05	€296.402,87	€40.622.013,33
Placa Corrida	m3	68,02	€275.268,39	€18.723.755,89
Viga de Fundación	m3	20,16	€378.378,75	€7.628.115,60
Muros	m3	511	€398.590,12	€203.548.016,58
Pared de mampostería	m2	377	€33.692,16	€12.708.008,91
Vigas	m2	180	€473.629,31	€85.419.046,06
Columnas	m3	27	€1.324.382,70	€35.135.873,03
Contrapiso	m2	1.488	€32.822,73	€48.833.985,92
Entrepiso y losas de complemento				€46.434.362,38
Entrepiso Losalex 20cm	m2	579,29	€21.500,07	€12.454.775,55
Entrepiso vigueta 15cm	m2	307,38	€21.500,04	€6.608.682,30
Losas complementarias	m2	785,76	€34.833,67	€27.370.904,54
Escalera	m3	17	€572.888,44	€10.019.818,82
Estructura metalica de techos	m2	926	€30.609,89	€28.335.575,17
Detalles metalicos	global	1	€1.449.430,00	€1.449.430,00
Cubierta de techo	m2	720	€29.817,20	€21.454.073,64
Impermeabilización				€1.498.074,75
Cielos	global	1	€7.987.827,00	€7.987.827,00
Paredes livianas	m2	73	€16.799,62	€1.219.820,41
Particiones de los baños	m2	55	€150.007,86	€8.248.932,22
Acabados de pisos de concreto	m2	1.335	€3.989,98	€5.325.585,91
Enchapes	m2	1.366	€23.480,51	€32.083.770,67
Enchapes piso porcelanato antiderrapante contract mirage cendre	m2	1366,4	€15.837,87	€21.640.865,57
Enchapes piso vitroceramica antideslizante	m2	165,11	€21.110,65	€3.485.579,42
Enchapes paredes vitroceramica	m2	191,75	€14.811,29	€2.840.064,86
Rodapie	m1	689,58	€5.970,68	€4.117.260,82
Losa sanitaria	global	14	€631.889,35	€8.846.450,85
Grifería	global	1	€2.192.000,00	€2.192.000,00
Accesorios para baños	global	1	€3.047.000,00	€3.047.000,00
Puertas	global	1	€1.440.600,00	€1.440.600,00
Pasamanos	global	1	€3.193.772,37	€3.193.772,37
Barandas	global	1	€101.043,08	€101.043,08
Ventanería	global	1	€25.649.997,45	€25.649.997,45
Pintura	global	1	€7.556.610,50	€7.556.610,50
Rotulos de evacuación	global	1	€1.470.000,00	€1.470.000,00
Elevador	global	1	€20.318.979,24	€20.318.979,24
Sistema electromecanico	global	1	€232.650.849,13	€232.650.849,13
Sistema de aire acondicionado	global	1	€5.287.281,90	€5.287.281,90
Indirectos				€242.805.000,00
Imprevistos (5%)	porcentaje	5%	€975.100.000,00	€48.755.000,00
Administración general (0% a 8%)	global	1	€61.600.000,00	€61.600.000,00
Utilidad del contratista (0% a 10%)	porcentaje	10%	€975.100.000,00	€97.510.000,00
Pruebas de Laboratorio del Contratista	global	1	€1.100.000,00	€1.100.000,00
Pólizas Responsabilidad Civil, Incendio y terremoto	global	1	€6.150.000,00	€6.150.000,00
Permisos de Construcción (bitácora)	global	1	€24.640.000,00	€24.640.000,00
Regencia ambiental (tramite SETENA)	global	1	€3.050.000,00	€3.050.000,00
TOTAL				€1.217.905.000,00

Figura 28. Oferta

Fuente: Grupo Condeco Vac S.a. Formato Microsoft Excel

Anexo 3: Fotografías



Figura 29.Escaleras al tercer nivel.
Fuente: Elaboración propia Formato Microsoft Excel



Figura 30.Bodega. Formato Microsoft Excel
Fuente: Elaboración



Figura 31.Perfil de acero para estructura metálica. Formato Microsoft Excel
Fuente: Elaboración propia



Figura 32.Muros frontales del tercer nivel
Fuente: Elaboración propia Formato Microsoft Excel



Figura 33. Colocación de formaletas del segundo nivel.
Fuente: Elaboración propia Formato Microsoft Excel



Figura 35. Estructura de muro del segundo nivel.
Fuente: Elaboración propia. Formato Microsoft Excel

Bibliografía

Casares, D. A. (2012). *INGENIERÍA DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN*. Querétano: EDITORIAL TRILLAS.

Coghi, J. (2009). *Programación de Proyectos*. Cartago : Tecnológico de Costa Rica .

PMI. (2013). *Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Estados Unidos : Project Management Institute, Inc.

Razura, I. B. (2012). *Costos y Presupuestos*. Mexico: Instituto tecnológico de Tepic.

Triadó., D. X. (2012). *El PERT: un método eficaz para la planificación de actividades*. Barcelona.