



**Sistema de alerta temprana para el control de tiempo y presupuesto en el proyecto  
constructivo de mejoramiento de las condiciones viales del municipio de Nariño Antioquia**

Natalia Calvache Erazo

Informe de práctica para optar al título de Ingeniera Civil

Asesores

Derly Estefanny Gómez García, MSc

Jefry Zea Buriticá, Ingeniero Civil, Esp.

Universidad de Antioquia

Escuela Ambiental

Ingeniería Civil

Medellín, Antioquia, Colombia

2023

---

Cita

(Calvache Erazo, 2023)

**Referencia**

**Estilo APA 7 (2020)**

Calvache Erazo, N. (2023). *Sistema de alerta temprana para el control de tiempo y presupuesto del proyecto constructivo de mejoramiento de las condiciones viales del municipio de Nariño Antioquia, 2023* [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín Colombia.

---



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

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

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/ Director:** Julio Cesar Saldarriaga Molina.

**Jefe departamento:** Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

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

## Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1. Objetivos	12
1.1 Objetivo general	12
1.2 Objetivos específicos	12
2. Marco teórico	13
2.1 La triple restricción en la gestión de proyectos constructivos	13
2.2 Gestión del costo	14
2.2.1 Presupuesto de un proyecto de construcción	14
2.2.2 Análisis de precios unitarios	14
2.3 Gestión del tiempo	15
2.3.1 Cronograma de actividades	15
3. Metodología	16
3.1 Discriminar el presupuesto para costo directo	18
3.2 Control de costos	20
3.3 Control de tiempo	23
4. Resultados	25
4.1 Presupuesto discriminado por componentes	25
4.2 Presupuesto inicial vs presupuesto invertido	26
4.3 Cronograma de control	28
5. Análisis	31
6. Conclusiones	33
Referencias	34

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Presupuesto proyecto municipio Nariño .....	16
<b>Tabla 2</b> APU de la actividad ítem 6.....	18
<b>Tabla 3</b> Base de datos de egresos clasificada por actividad y componente.....	21
<b>Tabla 4</b> Presupuesto discriminado por componentes. ....	25
<b>Tabla 5</b> Presupuesto inicial vs presupuesto gastado.....	26
<b>Tabla 6</b> Cronograma de actividades.....	29

## **Lista de figuras**

<b>Figura 1</b> Triángulo de la triple restricción.....	13
<b>Figura 2</b> Cronograma de actividades.....	28

## **Lista de gráficas**

<b>Gráfica 1</b> Porcentaje del presupuesto correspondiente a cada componente.....	26
--	----

## Siglas, acrónimos y abreviaturas

<b>cm</b>	Centímetros
<b>m</b>	metros
<b>m<sup>2</sup></b>	metros cuadrados
<b>m<sup>3</sup></b>	metros cúbicos
<b>kgf/cm<sup>2</sup></b>	kilogramos fuerza sobre centímetro cuadrado
<b>fy</b>	Resistencia a la fluencia
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>km</b>	Kilómetro
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>PhD</b>	Philosophiae Doctor
<b>UdeA</b>	Universidad de Antioquia
<b>Mpa</b>	Mega pascales
<b>APU</b>	Análisis de precios unitarios
<b>IND</b>	Indefinido
<b>VR.</b>	Valor
<b>UNIT.</b>	Unitario
<b>UN</b>	Unidad
<b>un</b>	Unidad
<b>DESP.</b>	Desperdicio
<b>vs</b>	Versus
<b>STM</b>	Sistema de alerta temprana



## Resumen

Consicor SAS es una empresa constructora con énfasis en proyectos viales, la cual opera en el departamento de Antioquia. Dada la cantidad de proyectos con que trabaja y la dispersión en varios lugares del departamento, se dificulta llevar un control eficiente y actualizado del estado de los proyectos constructivos. Por lo cual, se buscó crear un sistema de alerta temprana (SAT) que permita llevar el control en tiempo real del estado financiero y avance en obra. Este informe presenta un método para llevar el control de tiempo y costo del proyecto constructivo de mejoramiento de las condiciones viales en el municipio de Nariño Antioquia, el cual se basa en la teoría de la gestión de proyectos y se aplica exclusivamente durante la etapa de ejecución de la obra. Sin embargo, es necesario tener información previa como el presupuesto y cronograma de actividades e información actualizada constantemente acerca de las cantidades de actividades ejecutadas en obra y la inversión realizada para dicha ejecución. Como resultado se creó un cronograma de control que permite identificar de inmediato cuando una o ambas variables inciden de manera negativa en la calidad del proyecto, así como ubicar la actividad y/o componente específico donde se generó el problema y cuantificar su magnitud para generar los cambios necesarios que brinden una solución. En conclusión, el SAT en la manera en que fue planteado es apropiado para el control de las variables de tiempo y costo del presente proyecto constructivo.

*Palabras clave:* Sistema de alerta temprana, gestión de proyectos, presupuesto de obra, análisis de precios unitarios, cronograma de actividades.

### **Abstract**

Consicor SAS is a construction company with emphasis on road projects, which operates in the department of Antioquia. Given the number of projects it works with and that these are scattered in various parts of the department, it is very difficult to keep an efficient and updated control of the status of construction projects, so we sought to create an early warning system (EWS) that allows real-time control of the financial status and progress on site. This report presents a method to control the time and cost of the construction project to improve road conditions in the municipality of Nariño Antioquia, which is based on the theory of project management and is applied exclusively during the execution stage of the work, however, it is necessary to have previous information such as the budget and schedule of activities and constantly updated information about the amounts of activities executed in work and the investment made for such execution. As a result, a control schedule was created that makes it possible to immediately identify when one or both variables have a negative impact on the quality of the project, as well as to locate the specific activity and/or component where the problem was generated and quantify its magnitude in order to generate the necessary changes to provide a solution. In conclusion, the TSS as it was proposed is appropriate for the control of the time and cost variables of this construction project.

**Key words:** Early warning system, project management, construction budget, unit price analysis, schedule of activities.

## Introducción

CONSORCIO SAS es una empresa contratista de construcción con enfoque principalmente en estructuras horizontales en el departamento de Antioquia, cuenta con varios proyectos en diferentes municipios del oriente y occidente antioqueño. Durante los primeros días como practicante de Ingeniería Civil en esta empresa se me informó la necesidad de crear un sistema que brindara información actualizada y específica del estado de sus proyectos en el marco financiero y temporal con el fin de hacer una correcta identificación de los factores de riesgo y tomar decisiones oportunas para corregirlos.

El control permanente durante la ejecución de un proyecto permite identificar de manera eficaz aquellos factores que influyen de manera negativa sobre él, e intervenir en el momento oportuno, permite corregir y generar otras alternativas para que la calidad del proyecto no se vea afectada. Una adecuada gestión en un proyecto brinda la oportunidad de aumentar la eficiencia y optimizar los recursos, así como reducir los costos y mitigar los riesgos. En la gestión de un proyecto de construcción existen tres variables fundamentales: El alcance, el cual consiste en la magnitud de la obra que se planea realizar, el tiempo, que corresponde a la duración del proyecto y el costo que hace referencia al presupuesto del mismo, y aunque una correcta gestión de estas tres variables durante la etapa de planeación de un proyecto es muy necesaria no es suficiente, dado que en la etapa de ejecución es donde más imprevistos se presentan. El mal clima, los accidentes, el atraso en la llegada de los recursos a la obra, la falta de personal, etc., son algunos de los muchos contratiempos que se pueden presentar durante el proceso constructivo del proyecto, la mayoría de estos no son tenidos en cuenta durante la etapa de planeación del proyecto, y de ser así, son cálculos de manera un poco arbitraria.

En este informe se propone un método para llevar el control de dos de las tres variables de la triple restricción, tiempo y costo, aplicado al proyecto constructivo de mejoramiento de las condiciones viales en el municipio de Nariño Antioquia, el cual consiste principalmente en la construcción de un kilómetro de pavimento rígido con su respectiva red de drenaje y alcantarillado

en la vía rural de la vereda de Puerto Venus, utilizando la herramienta de cálculo Excel. Y así crear un sistema de alerta temprana (SAT) que permita identificar: Primero, cuál de las dos variables es la que ha incidido de manera negativa sobre el proyecto y segundo, ubicar la actividad y/o componente específica del proceso constructivo donde se encuentra dicha falla. Para esto fue necesario valerse de información previa del proyecto, principalmente el presupuesto y el cronograma de planeación de actividades y clasificarlo de forma mucho más específica, también fue preciso recopilar la información financiera y el avance en campo de manera constante. Todo esto con el fin de generar una comparación entre costos y cantidades de obra ejecutada, que relacione estas variables de manera cuantitativa y así conocer en tiempo real el estado del proyecto.

El informe presenta los resultados obtenidos al evaluar el estado del proyecto en un tiempo  $t$ , que corresponde al día viernes 11 de noviembre del 2022, donde se cuenta con información desde el inicio de ejecución del proyecto en el mes de junio, hasta la fecha actual. Los resultados permitieron identificar aquellas actividades que presentaban retraso y un incremento en el costo respecto al presupuesto y el avance en obra, así como cuantificar los valores de atraso y dinero que estaban afectando el proyecto.

Es necesario aclarar que para la presentación de la propuesta del presente trabajo se utilizó un proyecto constructivo ficticio con similitudes al proyecto constructivo del presente informe, por este motivo no se especificó el nombre del proyecto constructivo en dicha propuesta. Además, se realizaron algunos cambios respecto a la propuesta en cuanto a los objetivos del proyecto y el título del informe, esto con el fin de dar más claridad y se pueda interpretar mejor la idea planteada pero no representan ningún cambio en cuanto al propósito del trabajo realizado.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Crear un sistema de alerta temprana utilizando la herramienta de Microsoft Excel que permita llevar un control en tiempo real de los costos directos, el tiempo y rendimiento, y realizar una comparación entre estas variables, para el proyecto constructivo de mejoramiento de las condiciones viales en el municipio de Nariño Antioquia.

### **1.2 Objetivos específicos**

1. Discriminar el presupuesto para costo directo de cada actividad del proyecto de construcción de manera que se pueda cuantificar la cantidad de dinero dispuesta para cada componente del APU (herramienta menor, equipo, material, transporte y mano de obra).
2. Realizar un control de los gastos directos de una obra de construcción definiendo el ítem y la componente del APU a la que fue destinado cada pago y compararlo con la tabla de discriminación por componentes de cada actividad del proyecto
3. Construir un cronograma de control, donde las cantidades ejecutadas de cada actividad se cuantifiquen diariamente, donde se pueda relacionar el avance en campo con la programación definida en el cronograma y el presupuesto invertido.

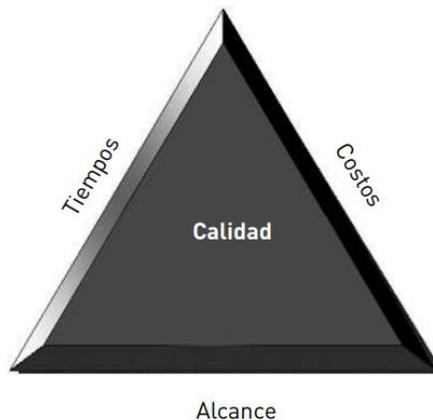
## 2. Marco teórico

### 2.1 La triple restricción en la gestión de proyectos constructivos

Al igual que para cualquier otro proyecto, el gerenciamiento de un proyecto constructivo tiene el mismo objetivo, gestionar de manera eficiente todos los recursos en cada etapa del proyecto. “Un proyecto es un desafío temporal que se enfrenta para crear un único producto o servicio. Todo proyecto tiene un resultado deseado, una fecha límite y un presupuesto limitado.” (Lledó & Rivarola, 2007). Y son estas tres variables mencionadas por el autor las que se deben administrar en un proyecto constructivo. Alcance, tiempo y costo fluctúan de manera constante durante cada una de las etapas del proyecto constructivo con el único propósito de conservar la calidad de la construcción.

#### Figura 1

*Triángulo de la triple restricción*



Fuente (Lledó & Rivarola, 2007).

Según Lledó & Rivarola (2007) la teoría de la triple restricción argumenta que no se puede restringir las tres variables al mismo tiempo, ya que cuando una o dos de las variables sean

restringidas, la o las variables libres deben ser ajustadas o de lo contrario se verá afectada la calidad del proyecto. Por ejemplo, si se limita el tiempo y alcance de un proyecto será el costo el que deberá reajustarse, si por el contrario se reduce el tiempo y el costo del proyecto será la magnitud del alcance la que se debe afectar para conservar la calidad. En un proyecto de construcción el alcance será la obra que se planea realizar, el tiempo corresponde a la duración del proyecto y el costo al presupuesto del mismo. El objetivo final será mover cada una de estas variables entre pequeños intervalos sin que se afecte la calidad del proyecto.

## **2.2 Gestión del costo**

### **2.2.1 Presupuesto de un proyecto de construcción**

El objetivo del presupuesto de un proyecto de construcción consiste en calcular de manera aproximada el costo de realizar dicho proyecto mucho antes de su ejecución, identificando cada una de las etapas del proceso constructivo y como están compuestas. El presupuesto se divide en dos grandes grupos de costos, directos e indirectos, donde cada uno abarca diferentes conceptos. El presupuesto para costos directo puede componerse de varios capítulos, depende la complejidad del proyecto constructivo, cada capítulo cuenta con un listado de ítems que corresponde a aquellas actividades que se planea ejecutar durante el proyecto. Estas actividades se componen de tres conceptos principales: el de materiales, mano de obra y el de máquinas, equipos y herramientas. Cada actividad cuenta con una cantidad de unidades a ejecutar, así como el costo para dicha ejecución (Gonzales, 2011)

### **2.2.2 Análisis de precios unitarios**

Otro concepto importante dentro del presupuesto es el análisis de precios unitarios (APU), ya que este es la base para poder realizar un presupuesto. El APU es un modelo matemático que

estima el costo por unidad de medida de una actividad desglosándola en cada una de sus componentes y planteando un costo para las mismas. El análisis de precios unitarios consiste en desglosar el costo por unidad de medida de cada rubro, identificando los rendimientos, costos y cantidades de cada uno de los insumos a utilizarse, y así establecer dichos costos en los diferentes componentes del rubro. (Calero, 2015)

## **2.3 Gestión del tiempo**

### **2.3.1 Cronograma de actividades**

Un cronograma de obra civil es un gráfico en el cual se establecen actividades a realizar durante la ejecución de la obra estableciendo fechas de inicio y finalización además de las holguras de cada una de las mencionadas. El cronograma se realiza con el fin de lograr un debido proceso de la obra (evitar retrasos durante su ejecución) además de proporcionar el tiempo establecido para lo presupuestado (Porrás & Díaz, 2015). Para elaborar un cronograma de duración es necesario definir las actividades (aquellas acciones o tareas que es necesario ejecutar), estimar el tiempo de duración de cada una según la cantidad de esfuerzo necesario para realizarse, y secuenciar para organizar las actividades de forma progresiva.

Existen diferentes técnicas para la programación de un cronograma de actividades, para los proyectos constructivos es muy frecuente la utilización del método del diagrama de barras o diagrama de Gantt, el método de la ruta crítica y el método de diagramación por precedencias. El concepto básico del diagrama de barras es la representación de una actividad en forma de barra cuya longitud representa la duración estimada de dicha actividad. Esta misma barra puede usarse también para graficar el avance real de la actividad a través del tiempo, por lo que funciona como un modelo de planeación y control al mismo tiempo. En los métodos de ruta crítica y precedencias es necesario identificar las interrelaciones entre una actividad y otra para así encontrar el camino más eficiente. (Beltruy, 2022)

### 3. Metodología

El presupuesto de costos directos del proyecto constructivo de mejoramiento de las condiciones viales en vías terciarias del municipio de Nariño Antioquia cuenta con 15 actividades a ejecutar, estas están enumeradas en la columna titulada “ITEM”, cada una cuenta con una breve descripción de dicha actividad, su unidad de medida, la cantidad de unidades que se debe ejecutar en cada actividad, el valor (costo) de realizar una sola unidad de cada actividad y el valor total por realizar la cantidad de unidades de cada actividad (este valor es el producto de la multiplicación de la cantidad por el valor unitario). Definidas en cada columna respectivamente.

En la celda final se encuentra el valor total directo del presupuesto para todas las actividades del proyecto, este es el resultado de sumar los valores totales de cada actividad.

**Tabla 1.** *Presupuesto proyecto municipio Nariño.*

DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA					
MUNICIPIO DE NARIÑO					
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES VIALES EN VÍAS Terciarias del Municipio de Nariño					
PRESUPUESTO GENERAL					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Excavación manual en material Heterogéneo. No Incluye transporte y disposición final del material sobrante	m3	108,76	\$ 27.826	\$ 3.026.356
2	Excavación a máquina en material común. No Incluye cargue, transporte y si incluye disposición final del material sobrante	m3	1.952,47	\$ 12.401	\$ 24.212.580
3	Lleno mecánico compactado con material proveniente de la excavación hasta obtener una densidad mínima del 95%, de la obtenida en el ensayo del Proctor modificado. Incluye selección, acarreo interno y compactación del material.	m3	17,48	\$ 18.920	\$ 330.722
4	Suministro, colocación, conformación y compactación de Base granular. Compactación hasta obtener una densidad mínima del 95%, de la obtenida en el ensayo del Proctor modificado. Incluye transporte	m3	752,05	\$ 335.636	\$ 252.415.054

Sistema de alerta temprana para el control de tiempo y presupuesto en el proyecto de mejoramiento de las condiciones viales del municipio de Nariño Antioquia.

17

5	Concreto Clase D (21 MPa). Cunetas colectoras de aguas lluvias desarrollo 1.00 m e: 0.10 m. La malla electro soldada se pagará en su respectivo ítem.	m	1.500,00	\$ 120.684	\$ 181.026.000
6	Concreto Clase D (21 MPa). Losa de transición (aproximación) en concreto, de espesor 0.15 m. Incluye el suministro y el transporte de todos los materiales, la formaleta metálica o equivalente. El acero de refuerzo se pagará en su ítem respectivo. Incluye todo lo necesario para su correcta construcción.	m3	2,40	\$ 858.651	\$ 2.060.762
7	Concreto Clase F (14 MPa). Solados de E=0.05 m. Incluye el suministro y el transporte del concreto y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción, incluye acarreo interno.	m2	23,30	\$ 42.712	\$ 995.190
8	Colocación de Concreto de 14MPa en el fondo de la tubería de 36" de 15 cm de espesor. Incluye suministro, transporte y colocación del concreto, mano de obra, vibrado, protección, para estructuras de acuerdo con las diferentes dimensiones establecidas en los planos y diseños y todos los demás elementos necesarios para su correcto vaciado, incluye transporte interno.	m3	3,11	\$ 753.373	\$ 2.342.990
9	Construcción de MUROS en concreto Clase D de 21 MPa. Incluye suministro, transporte, colocación, vibrado y curado del concreto y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción y funcionamiento, de acuerdo con las diferentes dimensiones establecidas en los planos. No incluye refuerzo. Según diseño.	m3	7,61	\$ 1.079.856	\$ 8.217.704
10	Pavimento en concreto hidráulico MR 40 kgf/cm2 (Compresión 24 MPa). Incluye formaleta, acero de refuerzo (barras de transmisión y canastilla de sujeción), tratamiento de juntas y dilataciones (corte y sello de dilataciones) y transporte de materiales requeridos	m3	700,34	\$ 1.062.595	\$ 744.177.782
11	Suministro, transporte y colocación de tubería PVC 36" para alcantarillado. Incluye suministro y transporte de los materiales, bocas, accesorios, acondicionador de superficie y adhesivo Novafort y todos los elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento. La excavación, encamado, atraques y los llenos se pagarán en su ítem respectivo.	m	13,00	\$ 1.533.039	\$ 19.929.507
12	Suministro, transporte y colocación de Acero de refuerzo fy=420 Mpa (Grado 60)	kg	16.580,16	\$ 8.763	\$ 145.291.942
13	Suministro, transporte y aplicación con pintura acrílica en frío reflectorizada con micro esferas de vidrio para línea de demarcación en pavimento	m	1.500,00	\$ 3.948	\$ 5.922.000
14	Suministro, transporte e instalación de señal vertical de 75 cm x 75 cm en lámina galvanizada calibre 16 reflectivo tipo XI, estructura metálica tipo pedestal compuesta por un paral en ángulo de 2"x2"x1/4" y brazo en ángulo de 2"x2"x1/8".	un	8,00	\$ 481.763	\$ 3.854.104
15	Transporte de sobranes provenientes de la excavación de la explanación, canales, préstamos para distancias superiores a 1000 m medidos a partir de 100 m. Material compacto (Incluye 30% de expansión).	m3-km	26.568,75	\$ 1.442	\$ 38.312.138
<b>SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>\$ 1.432.114.831</b>

Fuente (CONSOR SAS, 2022)

### 3.1 Discriminar el presupuesto para costo directo

**Objetivo N°1.** Discriminar el presupuesto para costo directo de cada actividad del proyecto de construcción de manera que se pueda cuantificar la cantidad de dinero dispuesta para cada componente del APU (herramienta menor, equipo, material, transporte y mano de obra).

Para discriminar el presupuesto para costo directo de cada actividad del proyecto de construcción es necesario conocer el APU de cada actividad. El valor unitario de cada actividad se construye a partir del Análisis de Precios unitarios (APU), para el presupuesto del presente proyecto este se divide en 5 componentes principales: Herramienta menor, equipo, material, transporte y mano de obra. En 4 de los 5 componentes se especifica los elementos necesarios, su cantidad y valor correspondiente para poder ejecutar una sola unidad de cada actividad. Mientras que el valor de la componente de herramienta menor se calcula como el 5% del valor obtenido en la mano de obra. En algunas actividades específicas se puede encontrar otro componente definido como “Servicios”, el cual corresponde a otro tipo de acciones necesarias para ejecutar dicha actividad, que técnicamente no se pueden incluir dentro de las componentes principales. En este proyecto, este componente de servicio corresponde al pago del derecho a botadero, pero por simplicidad y ya que no genera un cambio significativo en los resultados, este valor se sumará al valor del componente de transporte en las actividades donde sea necesario. A continuación, y para que se pueda apreciar de manera ilustrativa, se presenta en la (**Tabla 2**) el APU de la actividad correspondiente al ítem número 6 del presente proyecto.

#### Tabla 2

*APU de la actividad ítem 6*

DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA	
MUNICIPIO DE NARIÑO	
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES VIALES EN VÍAS TERCIARIAS DEL MUNICIPIO DE NARIÑO	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					CANTIDAD	COSTO DIRECTO
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD				
6	Concreto Clase D (21 MPa). Losa de transición (aproximación) en concreto, de espesor 0.15 m. Incluye el suministro y el transporte de todos los materiales, la formaleta metálica o equivalente. El acero de refuerzo se pagará en su ítem respectivo. Incluye todo lo necesario para su correcta construcción.	m3		2,40	\$ 858.651	
<b>1. COSTOS DIRECTOS</b>						
<b>I. EQUIPO</b>						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VR. UNITARIO	
HEQ013	VIBRADOR DE CONCRETO A GASOLINA (ALQUILER)	DÍA	\$ 53.580	7,00000	\$ 7.654	
HEQ001	HERRAMIENTA MENOR (5% DE LA MANO DE OBRA)	%	5%	\$ 48.588	\$ 2.429	
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$10.084,</b>
<b>II. MATERIALES</b>						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	DESP.	PRECIO UNIT.	VR. UNITARIO
SA003	CONCRETO 3000 PSI (210 MPA) EN OBRA	M3	1,00000	5%	\$ 743.470	\$ 780.644
MA020	Antisol blanco de 20 kg	un	0,07782	5%	\$ 136.017	\$ 11.114
MA019	Tabla común 0.25x3 m - 0.20x3m cepillada	UN	0,44746	5%	\$ 17.500	\$ 8.222
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$799.979,</b>
<b>III. TRANSPORTES</b>						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIPO	VOLUMEN/PESO	DISTANCIA	TARIFA	VR. UNITARIO
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$0,</b>
<b>IV. MANO DE OBRA</b>						
CÓDIGO	CARGOS PERSONAL	CANTIDAD	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VR. UNITARIO	
MO029	OFICIAL DE OBRA CIVIL	1,00	\$ 106.830	7,00000	\$ 15.261	
MO032	AYUDANTE RASO	4,00	\$ 58.322	7,00000	\$ 33.327	
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$48.588,</b>
<b>V. SERVICIOS</b>						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	VR. UNITARIO	
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$0,</b>

---

TOTAL, COSTO DIRECTO	\$ 858.651
----------------------	------------

Fuente (CONSORCIO SAS, 2022)

Para discriminar el valor de cada actividad según su componente solo basta con multiplicar cada valor unitario de cada componente definido como “SUBTOTAL” por la cantidad de unidades definidas para cada actividad del presupuesto (columna titulada “CANTIDAD” en el presupuesto). Esto permite conocer cuánto es el valor disponible para gastar por componente en cada actividad. Otro valor importante que se obtiene al realizar esta discriminación, es el valor total por componente para el proyecto, el cual se obtiene al realizar la sumatoria por componente de todas las actividades. Con esto ya se ha definido cuál es la cantidad de dinero que se puede gastar en la compra o alquiler de herramientas, equipos y/o maquinaria, el monto que se puede destinar para la consecución de materiales, así como los valores que se puede pagar en cuanto a transporte y mano de obra. Esto definido tanto para cada una de las actividades como de forma general para el proyecto. En la (**Tabla 4**) se presentan dichos valores para cada actividad del presente proyecto, así como la sumatoria. Por simplicidad y espacio en el informe, en esta tabla no se presenta la descripción de cada actividad, sino que se representa únicamente con el ítem.

### 3.2 Control de costos

**Objetivo N°2.** Realizar un control de los gastos directos de una obra de construcción definiendo el ítem y la componente del APU a la que fue destinado cada pago y compararlo con la tabla de discriminación por componentes de cada actividad del proyecto.

El control de los gastos directos de la obra de construcción se hace durante la etapa constructiva del proyecto, cuando se empieza a adquirir todos los recursos necesarios para la correcta ejecución de cada actividad. Para llevar a cabo este control, lo primero es elaborar una base de datos donde se especifique cada egreso correspondiente a los costos directos del proyecto. En esta base de datos se debe detallar la fecha del egreso, el valor, el ítem de la actividad para la cual será destinado y el componente al que pertenece, también se puede agregar otros detalles más

específicos del egreso, como el proveedor y el tipo de recurso, que podrían ser necesarios para la correcta gestión del proyecto. Para aquellos egresos que pertenecen a más de una actividad, se debe dividir el valor entre el número de actividades implicadas y colocar el valor correspondiente a cada una, si un egreso corresponde a todas las actividades o no se tiene conocimiento de la actividad a la que pertenece, este se cataloga como “INDEFINIDO” y posteriormente se distribuye entre todas las actividades de manera proporcional, esto con el fin de que los datos obtenidos sean lo más cercanos a la realidad. La (Tabla 3). representa una pequeña sección de la base de datos de egresos recopilada durante los primeros diez días del mes de octubre del 2023.

**Tabla 3**

*Base de datos de egresos clasificada por actividad y componente.*

FECHA	VALOR	ITEM	CONCEPTO
1/10/2022	\$ 1.599.000,00	10	MATERIAL
3/10/2022	\$ 2.577.780,00	5	MATERIAL
3/10/2022	\$ 97.000,00	10	HERRAMIENTA
3/10/2022	\$ 122.000,00	INDEFINIDO	EQUIPO
3/10/2022	\$ 25.000,00	10	MANO DE OBRA
3/10/2022	\$ 650.000,00	5	TRANSPORTE
4/10/2022	\$ 11.155.537,00	12	MATERIAL
5/10/2022	\$ 205.000,00	12	TRANSPORTE
5/10/2022	\$ 124.559,00	5	MANO DE OBRA
5/10/2022	\$ 697.666,67	10	MANO DE OBRA
5/10/2022	\$ 797.333,33	5	MANO DE OBRA
5/10/2022	\$ 384.048,47	10	MANO DE OBRA
5/10/2022	\$ 438.912,53	5	MANO DE OBRA
5/10/2022	\$ 264.558,87	10	MANO DE OBRA
6/10/2022	\$ 161.471,40	10	MANO DE OBRA
6/10/2022	\$ 138.404,06	5	MANO DE OBRA
6/10/2022	\$ 124.559,00	5	MANO DE OBRA
6/10/2022	\$ 290.715,13	10	MANO DE OBRA
6/10/2022	\$ 332.245,87	5	MANO DE OBRA
6/10/2022	\$ 290.715,13	10	MANO DE OBRA

---

6/10/2022	\$ 332.245,87	5	MANO DE OBRA
6/10/2022	\$ 290.715,13	10	MANO DE OBRA
6/10/2022	\$ 332.245,87	5	MANO DE OBRA
6/10/2022	\$ 124.559,00	10	MANO DE OBRA
6/10/2022	\$ 290.715,13	10	MANO DE OBRA
6/10/2022	\$ 332.245,87	5	MANO DE OBRA
7/10/2022	\$ 350.000,00	12	TRANSPORTE
8/10/2022	\$ 2.577.780,00	5	MATERIAL
8/10/2022	\$ 100.000,00	5	TRANSPORTE
8/10/2022	\$ 290.708,65	10	MANO DE OBRA
9/10/2022	\$ 290.708,65	5	MANO DE OBRA

Fuente (Propio)

Lo siguiente será organizar la información suministrada por la base de datos en una tabla, (**Tabla 5**) de tal forma que se pueda identificar la cantidad de dinero que se ha invertido en cada componente de cada actividad del proyecto. Dicha información se puede obtener de forma diaria, semanal, mensual y total, depende los requerimientos del área encargada del control y gestión del proyecto, lo importante es que esta información se actualice de manera automática cada vez que se registra un nuevo egreso en la base de datos. Esta tabla se combina con la (**Tabla 4**) de presupuesto discriminado por componente, para comparar cuál era el valor inicial del presupuesto disponible (Valor teórico) versus el valor del presupuesto que ya se ha gastado (Valor Real)

Dado que este proyecto inició en el mes de mayo del 2022 y la información de los egresos en la base de datos clasificada por actividad y componente se empezó a recopilar a partir del mes de agosto del 2022, los egresos anteriores a esta fecha solo se pudieron clasificar por componente más no por actividad, por esta razón dichos egresos se clasificaron como indefinidos y su valor se repartió entre todas las actividades según el porcentaje del presupuesto inicial con que cada actividad contaba respecto al presupuesto total (Valor real + Valor Indefinido). Dado que la finalidad de este trabajo es poder analizar el estado del proyecto en el tiempo presente, La “fecha actual” donde se decidió analizarlo corresponde al día 11 de noviembre del 2022.

### 3.3 Control de tiempo

**Objetivo N°3.** Construir un cronograma de control, donde las cantidades ejecutadas de cada actividad se cuantifiquen diariamente, donde se pueda relacionar el avance en campo con la programación definida en el cronograma y el presupuesto invertido.

El cronograma de control (**Tabla 6**) se construye a partir del diagrama de Gantt, este debe contener información fundamental como la fecha de inicio del proyecto, fecha actual y la fecha de terminación. Se debe enumerar las actividades según el ítem del presupuesto y definir su unidad y cantidad de unidades a ejecutar de igual manera que en el presupuesto. Por cada actividad se asignan dos filas, en la fila superior se ingresan los datos correspondientes a la planeación “Teoría” y en la fila inferior la información obtenida en campo “Real”.

Lo siguiente es definir el tiempo, en días, estimado para ejecutar cada una de las actividades “Duración”. El rendimiento diario se obtiene de dividir la cantidad entre la duración y representa la cantidad que se estima debe ser ejecutada diariamente de una actividad. Para definir la fecha de inicio y fin de cada actividad es necesario seguir la secuencia lógica del proceso de construcción, el método de diagrama de precedencia y el criterio del Ingeniero planificador, sabiendo que algunas actividades empiezan cuando otras han terminado o cuando se lleva ejecutado cierto porcentaje, que otras actividades es necesario que inicien o terminen juntas, mientras otras más son independientes del resto y pueden iniciar en cualquier momento. La fecha fin de una actividad es igual a la fecha inicial más la duración.

En las siguientes casillas se define el acumulado teórico y real a la fecha actual, para obtener el acumulado teórico de una actividad se debe colocar el rendimiento diario teórico en los días comprendidos entre la fecha de inicio y fecha fin y la sumatoria de estos rendimientos desde la fecha de inicio hasta la fecha actual representa la cantidad que teóricamente se debería llevar ejecutada hasta aquel momento. Mientras que para calcular el acumulado real, es necesario que en campo se mida la cantidad ejecutada diariamente y colocar este dato en la casilla que corresponde a dicha fecha y la sumatoria de estas cantidades representará la cantidad real que se lleva ejecutada

hasta el momento, la cual puede ser mayor, igual o menor al acumulado teórico. A partir de esta información se puede identificar aquellas actividades que llevan atraso o adelanto y cuantificarlo. Posteriormente se define el porcentaje ejecutado de cada actividad hasta la fecha actual, el cual se obtiene al dividir el acumulado real entre la cantidad y multiplicar por 100.

Lo siguiente es calcular el porcentaje de los egresos clasificados por actividad respecto al presupuesto inicial de cada una, esto con el fin de identificar que parte del presupuesto se ha invertido hasta la fecha y compararlo con la cantidad que se lleva ejecutada de cada una de las actividades. Para conocer el porcentaje del proyecto que se lleva ejecutado hasta la fecha actual, es necesario calcular primero el porcentaje del presupuesto teórico que representa cada actividad respecto al presupuesto total teórico, luego se multiplica este valor por el porcentaje de ejecución real para cada actividad y la sumatoria de estos datos corresponde al porcentaje total del proyecto que se lleva ejecutado hasta la fecha.

## 4. Resultados

### 4.1 Presupuesto discriminado por componentes

**Objetivo N°1.** Discriminar el presupuesto para costo directo de cada actividad del proyecto de construcción de manera que se pueda cuantificar la cantidad de dinero dispuesta para cada componente del APU (herramienta menor, equipo, material, transporte y mano de obra).

A partir de la información obtenida en la (**Tabla 4**) es posible conocer cuánto dinero del presupuesto se puede invertir en cada componente de cada actividad y en general para el proyecto, también se puede identificar aquellas componentes para las que no se cuenta con capital.

**Tabla 4**

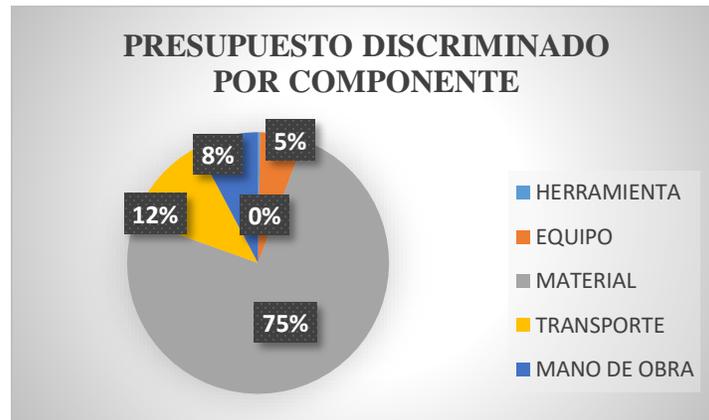
*Presupuesto discriminado por componentes.*

ITEM	HERRA - MIENTA	EQUIPO	MATERIAL	TRANSPORTE	MANO DE OBRA
1	\$ 100.684	\$ -	\$ -	\$ 911.953	\$ 2.013.683
2	\$ 18.729	\$ 7.447.645	\$ -	\$ 16.371.461	\$ 374.579
3	\$ 516	\$ 319.894	\$ -	\$ -	\$ 10.310
4	\$ 6.092	\$ 8.282.076	\$ 107.572.480	\$ 136.432.222	\$ 121.836
5	\$ 1.700.590	\$ 5.358.000	\$ 139.955.025	\$ -	\$ 34.011.800
6	\$ 2.429	\$ 18.370	\$ 1.919.950	\$ -	\$ 116.612
7	\$ 7.880	\$ -	\$ 829.710	\$ -	\$ 157.606
8	\$ 4.964	\$ 23.805	\$ 2.214.933	\$ -	\$ 99.286
9	\$ 65.916	\$ 338.003	\$ 6.495.469	\$ -	\$ 1.318.317
10	\$ 1.003.948	\$ 14.032.502	\$ 668.145.436	\$ 5.900.000	\$ 55.095.958
11	\$ 25.754	\$ 171.305	\$ 17.250.694	\$ 1.966.665	\$ 515.084
12	\$ 850.387	\$ 2.461.278	\$ 119.213.119	\$ 5.754.291	\$ 17.007.743
13	\$ 2.202	\$ 664.247	\$ 3.736.321	\$ 1.475.000	\$ 44.031
14	\$ -	\$ 271.302	\$ 3.582.799	\$ -	\$ -
15	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 38.323.409	\$ -
<b>SUMA</b>	\$ 3.790.091	\$ 77.711.837	\$ 1.070.915.935	\$ 168.811.591	\$ 110.886.844

Fuente (Propio)

### Gráfica 1

Porcentaje del presupuesto correspondiente a cada componente.



Fuente (Propio)

## 4.2 Presupuesto inicial vs presupuesto invertido

**Objetivo N°2.** Realizar un control de los gastos directos de una obra de construcción definiendo el ítem y la componente del APU a la que fue destinado cada pago y compararlo con la tabla de discriminación por componentes de cada actividad del proyecto.

Por medio de la (**tabla 5**) se puede reconocer de manera detallada y/o general que parte del presupuesto inicial se ha gastado hasta la fecha, y así identificar aquellas actividades y componentes específicas en las que se ha gastado más capital del disponible para dicho recurso.

**Tabla 5**

*Presupuesto inicial vs presupuesto gastado*

ITEM	HERRAMIENTA		EQUIPO		MATERIAL	
	TEÓRICO	REAL + IND	TEÓRICO	REAL + IND	TEÓRICO	REAL + IND
1	\$ 100.684	\$ 252.815	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2	\$ 18.729	\$ 58.785	\$ 7.447.645	\$ 12.948.695	\$ -	\$ -

Sistema de alerta temprana para el control de tiempo y presupuesto en el proyecto de mejoramiento de las condiciones viales del municipio de Nariño Antioquia.

27

3	\$ 516	\$ 1.618	\$ 319.894	\$ 478.863	\$ -	\$ -
4	\$ 6.092	\$ 19.120	\$ 8.282.076	\$ 12.477.790	\$ 107.572.480	\$ 29.595.453
5	\$ 1.700.590	\$ 3.063.965	\$ 5.358.000	\$ 4.591.108	\$ 139.955.025	\$ 67.070.617
6	\$ 2.429	\$ 5.719	\$ 18.370	\$ 206.384	\$ 1.919.950	\$ 396.164
7	\$ 7.880	\$ 24.734	\$ -	\$ -	\$ 829.710	\$ 228.271
8	\$ 4.964	\$ 15.582	\$ 23.805	\$ 35.634	\$ 2.214.933	\$ 609.375
9	\$ 65.916	\$ 206.891	\$ 338.003	\$ 505.971	\$ 6.495.469	\$ 1.787.040
10	\$ 1.003.948	\$ 1.313.908	\$ 14.032.502	\$ 8.340.703	\$ 668.145.436	\$ 86.227.570
11	\$ 25.754	\$ 80.835	\$ 171.305	\$ 256.433	\$ 17.250.694	\$ 4.746.029
12	\$ 850.387	\$ 1.094.339	\$ 2.461.278	\$ 1.618.801	\$ 119.213.119	\$ 35.309.482
13	\$ 2.202	\$ -	\$ 664.247	\$ -	\$ 3.736.321	\$ -
14	\$ -	\$ -	\$ 271.302	\$ -	\$ 3.582.799	\$ -
15	\$ -	\$ -	\$ 38.323.409	\$ 48.189.062	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 3.790.091	\$ 6.138.311	\$ 77.711.837	\$ 89.649.445	\$ 1.070.915.935	\$ 225.970.000

ITEM	TRANSPORTE		MANO DE OBRA		TOTAL	
	TEÓRICO	REAL + IND	TEÓRICO	REAL + IND	TEÓRICO	REAL + IND
1	\$ 911.953	\$ 31.766	\$ 2.013.683	\$ 2.095.323	\$ 3.026.320	\$ 2.379.904
2	\$ 16.371.461	\$ 712.844	\$ 374.579	\$ 301.514	\$ 24.212.414	\$ 14.021.837
3	\$ -	\$ -	\$ 10.310	\$ 8.299	\$ 330.720	\$ 488.780
4	\$ 136.432.222	\$ 5.940.511	\$ 121.836	\$ 98.071	\$ 252.414.706	\$ 48.130.945
5	\$ -	\$ 3.943.518	\$ 34.011.800	\$ 30.917.316	\$ 181.025.415	\$ 109.586.525
6	\$ -	\$ -	\$ 116.612	\$ 70.399	\$ 2.057.362	\$ 678.667
7	\$ -	\$ -	\$ 157.606	\$ 126.863	\$ 995.195	\$ 379.868
8	\$ -	\$ -	\$ 99.286	\$ 79.920	\$ 2.342.989	\$ 740.510
9	\$ -	\$ -	\$ 1.318.317	\$ 1.061.167	\$ 8.217.705	\$ 3.561.069
10	\$ 5.900.000	\$ 3.361.932	\$ 55.095.958	\$ 21.081.116	\$ 744.177.844	\$ 120.325.229
11	\$ 1.966.665	\$ 85.632	\$ 515.084	\$ 414.612	\$ 19.929.501	\$ 5.583.541
12	\$ 5.754.291	\$ 1.847.727	\$ 17.007.743	\$ 6.748.607	\$ 145.286.818	\$ 46.618.956
13	\$ 1.475.000	\$ -	\$ 44.031	\$ -	\$ 5.921.801	\$ -
14	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.854.101	\$ -
15	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 38.323.409	\$ 48.189.062
TOTAL	\$ 168.811.591	\$ 15.923.930	\$ 110.886.844	\$ 63.003.207	\$ 1.432.114.831	\$ 400.684.893

Fuente (Propio)

### 4.3 Cronograma de control

**Objetivo N°3.** Construir un cronograma de control, donde las cantidades ejecutadas de cada actividad se cuantifiquen diariamente, donde se pueda relacionar el avance en campo con la programación definida en el cronograma y el presupuesto invertido.

La (**Figura 2**) ilustra una parte del cronograma de control del proyecto, aunque no es posible apreciar las cantidades diarias ejecutadas en cada actividad del proyecto durante todos los meses hasta fecha, es la tabla del lado izquierdo la que resume su comportamiento. La (**Tabla 6**) permite identificar cual es el total de cantidad ejecutada de cada actividad y compararlo con el valor del presupuesto que se ha invertido en dicha ejecución, también muestra aquellas actividades que presentan atraso y permite cuantificarlo. Por último, también sirve para conocer el porcentaje de la obra que se lleva ejecutado hasta el momento.

**Figura 2**

*Cronograma de actividades*

FECHA INICIO		1/06/2022																	
FECHA ACTUAL		12/11/2022																	
FECHA FINAL		1/12/2022																	
ITEM	UN	CANTIDAD	INICIO	DURACION	FIN	RENDIMIENTO DIARIO	ACUMULADO TEORICO / REAL	% DE EJECUCION (TEORICO/REAL)	% PRESUPUESTO INVERTIDO	junio de 2022			miércoles, 15 de junio de 2022						
										dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar
										12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	m3	108,8	5/07/2022	88	18/10/2022	1,2	108,76	100%											
		108,8	1/08/2022	88	15/11/2022		87,80	81%	78,6%										
2	m3	1.952,5	13/06/2022	11	27/06/2022	177,5	1.952,47	100%			177	177	177	177	177	177			177
		1.931,0	15/06/2022	7	23/06/2022	275,9	1.931,00	100%	57,9%				350	321	254	190			
3	m3	17,5	13/06/2022	11	27/06/2022	1,6	17,48	100%			2	2	2	2	2	2			2
		130,4	15/06/2022	7	23/06/2022	18,6	130,40	100%	147,8%				20	16	15	22			
4	m3	752,1	28/06/2022	20	22/07/2022	37,6	752,05	100%											
		752,1	29/06/2022	47	25/08/2022	16,0	752,00	100%	19,1%										
5	m	1.500,0	11/07/2022	92	28/10/2022	16,3	1.500,00	100%											
		1.500,0	6/10/2022	92	26/01/2023	16,3	752,00	50%	60,5%										
		2,4	24/10/2022	5	28/10/2022	0,5	2,40	100%											

Fuente (Propio)

**Tabla 6**

*Cronograma de actividades.*

FECHA INICIO		1/06/2022				RENDIMIENTO DIARIO	ACUMULADO TEÓRICO /REAL	% DE EJECUCIÓN (TEÓRICO/REAL)	% PRESUPUESTO INVERTIDO
FECHA ACTUAL		12/11/2022							
FECHA FINAL		1/12/2022							
ITEM	UN	CANTIDAD	INICIO	DURACIÓN	FIN				
1	m3	108,8	5/07/2022	88	18/10/2022	1,2	108,76	100%	
		108,8	1/08/2022	88	15/11/2022	1,2	87,80	81%	78,6%
2	m3	1.952,5	13/06/2022	11	27/06/2022	177,5	1.952,47	100%	
		1.931,0	15/06/2022	7	23/06/2022	275,9	1.931,00	100%	57,9%
3	m3	17,5	13/06/2022	11	27/06/2022	1,6	17,48	100%	
		130,4	15/06/2022	7	23/06/2022	18,6	130,40	100%	147,8%
4	m3	752,1	28/06/2022	20	22/07/2022	37,6	752,05	100%	
		752,1	29/06/2022	47	25/08/2022	16,0	752,00	100%	19,1%
5	m	1.500,0	11/07/2022	92	28/10/2022	16,3	1.500,00	100%	
		1.500,0	6/10/2022	92	26/01/2023	16,3	752,00	50%	60,5%
6	m3	2,4	24/10/2022	5	28/10/2022	0,5	2,40	100%	
		2,4	24/10/2022	5	28/10/2022	0,5	1,80	75%	33,0%
7	m2	23,3	11/07/2022	13	26/07/2022	1,8	23,30	100%	
		23,3	23/06/2022	26	26/07/2022	0,9	23,30	100%	38,2%
8	m3	3,1	16/06/2022	2	17/06/2022	1,6	3,11	100%	
		3,1	23/06/2022	1	23/06/2022	3,1	3,10	100%	31,6%
9	m3	7,6	11/07/2022	13	26/07/2022	0,6	7,61	100%	
		7,6	5/07/2022	18	26/07/2022	0,4	7,60	100%	43,3%
10	m3	700,3	5/07/2022	97	28/10/2022	7,2	700,34	100%	
		700,3	12/08/2022	97	8/12/2022	7,2	260,00	37%	16,2%
11	m	13,0	17/06/2022	4	22/06/2022	3,3	13,00	100%	
		13,0	23/06/2022	1	23/06/2022	13,0	13,00	100%	28,0%
12	kg	16.580,2	5/07/2022	97	28/10/2022	170,9	16.580,16	100%	
		16.580,2	5/07/2022	97	28/10/2022	170,9	6.773,48	41%	32,1%
13	m	1.500,0	1/11/2022	14	18/11/2022	107,1	1.071,43	71%	
		1.500,0		14	16/01/1900	107,1	0,00	0%	0,0%

14	un	8,0	1/11/2022	14	18/11/2022	0,6	5,71	71%	
		8,0		14	16/01/1900	0,6	0,00	0%	0,0%
15	m3-km	26.568,8	9/06/2022	12	23/06/2022	2.214,1	26.568,75	100%	
		26.568,8	9/06/2022	12	23/06/2022	2.214,1	22.200,00	84%	125,7%
<b>TOTAL PROYECTO</b>								54%	28,0%

Fuente (Propio)

---

## 5. Análisis

En relación con la discriminación del presupuesto por componentes para cada actividad, presentado en la (**Tabla 4**) y la (**Gráfica 1**) los resultados indican que el proyecto cuenta con un presupuesto de \$3.790.091 para compra de herramienta menor, el cual corresponde a menos del 1% del presupuesto total del proyecto. Se tiene \$77.711.837 para compra y/o alquiler de equipo y maquinaria correspondiente al 5% del presupuesto total. La mayor cantidad del presupuesto con un valor de \$1.070.915.935 es para compra de materiales y corresponde al 75% del presupuesto. Para financiar el transporte de materiales y equipos se cuenta con \$168.811.591 que representa el 12% del presupuesto total. Por último, para la contratación de mano de obra se dispone de \$110.886.884 que representa el 8% del presupuesto.

También se puede analizar que los ítems 14 y 15, correspondientes a las actividades de instalación de señal vertical y transporte de sobrantes provenientes de la excavación, no poseen presupuesto para compra de herramienta ni mano de obra, mientras que los ítems 1 y 7, correspondientes a excavación manual y concreto para solados respectivamente, no cuentan con presupuesto para alquiler de equipos o maquinaria. Para los ítems 1 (Excavación manual), 2 (excavación a máquina), 3 (lleno mecánico) y 15 (transporte de sobrantes) no se necesita comprar materiales. Y que solo los ítems 1 (excavación manual), 2 (excavación mecánica), 4 (instalación de base granular), 10 (instalación de la carpeta de pavimento rígido), 11 (instalación de tubería de PVC), 12 (instalación de acero de refuerzo) y 13 (aplicación de pintura acrílica), cuentan con presupuesto asignado para transporte.

Con los resultados de la tabla de gastos directos en relación con el presupuesto inicial (**Tabla 5**) se pudo identificar cuánto dinero del presupuesto se ha gastado para cada actividad y componente. Se identificó que los valores críticos se encuentran en los ítems 3 y 15 que corresponden al lleno mecánico y el transporte de sobrantes producto de excavación, y que han superado en aproximadamente 10 millones el presupuesto disponible para ejecutarse. Por otro lado, se pudo identificar que se ha gastado casi el doble del presupuesto que corresponde a la compra de

---

herramientas para el proyecto y que se está 11 millones por encima del capital disponible para la consecución de equipos y maquinaria. De forma más general se puede inferir que hasta la fecha se ha gastado aproximadamente \$400.680.000 correspondientes al 28% del total del presupuesto directo para el proyecto constructivo.

Finalmente, del cronograma de control del proyecto (**Tabla F**), se puede deducir que los ítems 1 (excavación manual), 5 (concreto para cunetas colectoras), 6 (concreto para losas de transición), 10 (concreto para la carpeta de pavimento), 12 (instalación de acero de refuerzo), 13 (instalación de pintura acrílica), 14 (instalación de señal vertical) y 15 (transporte de sobrantes), presentan retraso respecto al cronograma de planeación, como se observa en las casillas rojas en la columna denominada “% de Ejecución”. En los ítems 3, 5 y 15, correspondientes al lleno mecánico, concreto para cunetas colectoras y transporte de sobrantes respectivamente, el porcentaje de gasto es mayor al porcentaje de ejecución, como se puede apreciar en las casillas rojas en la columna de “% de presupuesto invertido”, lo que significa que se ha gastado más de lo que se ha ejecutado hasta la fecha.

El tiempo de ejecución del proyecto se extendió hasta el 26 de enero del 2023 como se puede apreciar en la casilla naranja en la columna de “Fecha fin”, también se deduce que con solo el 28% del presupuesto se ha ejecutado alrededor del 53% de las actividades del proyecto como se observa en las casillas amarillas inferiores de la tabla. Las casillas verdes indican que las actividades correspondientes a esos ítems no presentan riesgo financiero, ni retraso en la ejecución obra, sino que por el contrario están adelantadas o han consumido menos capital del presupuestado. Las casillas en azul indican que el estado de las actividades correspondientes a esos ítems es exactamente igual al planificado, como se observa en los ítems 13 y 14, correspondientes a la instalación de pintura acrílica y señal vertical, en los cuáles no se ha invertido ningún valor del capital presupuestado y por lo tanto tampoco se lleva ninguna cantidad ejecutada.

## 6. Conclusiones

La discriminación del presupuesto del proyecto constructivo permitió analizar desde otra perspectiva como debería distribuirse el capital disponible para realizar el proyecto y buscar la alternativa de inversión más eficiente. También permite identificar aquellos componentes que podrían poner en riesgo el proyecto por bajo o nulo presupuesto y cuáles otros podrían ayudar a mitigar dicho riesgo.

En cuanto al control de gastos directos se concluye que el porcentaje del gasto respecto al capital disponible permitió identificar los componentes y/o actividades que mayor gasto estaban representando para estudiar su comportamiento más detalladamente. Una vez comparado con el porcentaje de avance en obra permite apreciar con mayor claridad el estado financiero de dicha actividad.

Respecto al cronograma de control se puede concluir que llevar un control de los rendimientos diarios en obra respecto al estimado fueron fundamental para identificar las actividades que presentaban retraso de manera casi inmediata y así poder indagar las razones de dicho atraso y corregirlo antes de que incidiera de manera negativa en la fecha final del proyecto.

Para finalizar y de manera general se concluye que el Sistema de Alerta Temprano (SAT) en la manera en que fue planteado es apropiado para el control de las variables de tiempo y costo del proyecto constructivo, pero no es recomendado para el control de más de un proyecto debido a que el Software utilizado no cuenta con la capacidad suficiente para soportar la cantidad de datos, cálculos y automatización que requeriría para varios proyectos.

## Referencias

Beltruy, D. (2022). *Planificación, programación y control de los objetivos de proyectos de construcción*. [Tesis de pregrado, Instituto tecnológico de Villa Hermosa]. Repositorio institucional del Instituto tecnológico de Villa Hermosa. Obtenido de <https://onx.la/713aa>

Calero, R. (2015). *Comparación de los métodos APU. y costeo ABC para el análisis de precios unitarios en la construcción*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://onx.la/89ce7>

Gonzales, H. (2011). *Presupuesto: Su control en un proyecto arquitectónico* (3 ed.). (A. A. Quintero, Ed.) Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Ecoe Ediciones. Obtenido de <https://onx.la/bd24f>

Lledó, P., & Rivarola, G. (2007). *Gestión de proyectos* (1 ed.). (M. F. Castillo, Ed.) Buenos Aires, Argentina: Pearson Education. Obtenido de <https://onx.la/9ef71>

Porras, A. D., & Diaz, J. E. (2015). *La planeación y ejecución de las obras de construcción dentro de las buenas prácticas de la administración y programación. (Proyecto Torres de la 26 en Bogotá)* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio institucional de la Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://onx.la/9b998>