
Procedimiento para el control de costos y plazos en la gestión de proyectos en la fase de ejecución. Caso gobiernos autónomos municipales de Cochabamba-Bolivia

Juan Carlos Guzmán Sánchez¹

menierecbba@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-9278-8918>

Universidad privada del Valle, Avenida América N° 165
Cochabamba, Bolivia

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo proponer un procedimiento para el control de costos y plazos en la gestión de proyectos, fase de ejecución, para los gobiernos autónomos municipales de Cochabamba-Bolivia. Este procedimiento se sustenta en el estándar Guía del PMBOK 6ta edición. La metodología tuvo un enfoque cuantitativo y aplicada por el tipo de investigación. La técnica de recolección de datos utilizada fue la revisión documental de 120 proyectos ejecutados en los 47 municipios de Cochabamba. Se identificó que la mayor causa de variación de costo fue el incremento de volúmenes de obras con órdenes de cambio positivas (37,7%) y la mayor causa de variación de plazo fue la mano de obra de la empresa ejecutora (30,1%); en el análisis de la relación costo-plazo no se encontró una relación significativa (Tau-b de Kendall próximo a cero). Con los resultados encontrados se propuso un procedimiento para el control de los mismos con la finalidad de que la ejecución se realice con eficiencia y eficacia.

Palabras clave: gestión de proyectos; gestión de costos; gestión de plazos.

¹ Autor Principal

Procedure for cost and schedule control in project management during the execution phase Case: autonomous municipal governments of Cochabamba-Bolivia

ABSTRACT

The aim of this study was to propose a procedure for cost and schedule control in project management during the execution phase for the autonomous municipal governments of Cochabamba-Bolivia. This procedure is based on the PMBOK Guide 6th edition standard. The methodology had a quantitative approach and was applied for the type of research. The data collection technique used was a document review of 120 executed projects in the 47 municipalities of Cochabamba. It was identified that the main cause of cost variation was the increase in work volumes with positive change orders (37.7%) and the main cause of schedule variation was the contractor's labor force (30.1%); in the analysis of the cost-schedule relationship, no significant relationship was found (Kendall's Tau-b close to zero). Based on the findings, a procedure for controlling them was proposed with the aim of ensuring efficient and effective execution.

Keywords: *project management; cost management; schedule management.*

Artículo recibido 01 abril 2023

Aceptado para publicación: 15 abril 2023

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se realiza la investigación sobre la variabilidad de costos y plazos de los proyectos, fase de ejecución, en los 47 gobiernos autónomos municipales del Departamento de Cochabamba-Bolivia; para luego plantear un procedimiento para el monitoreo y control de costos y plazos con la finalidad de controlar estas variaciones y/o evitar en lo posible que estas variaciones ocurran. Esta variabilidad se traduce en términos contractuales como modificación o incumplimiento al contrato.

El informe de la gestión 2020 del Contralor General del Estado detalla los problemas encontrados en los proyectos auditados de varios gobiernos autónomos municipales, entre estos problemas se encuentran la falta de cumplimiento de plazos, costos, calidad y transparencia (Contraloría General del Estado, 2020), coincidiendo con el Informe de Auditoría INF.DAI No 03/13 del municipio de Cochabamba (Gobierno Autónomo Municipal de Cochabamba, 2013). Por lo tanto, el problema que se plantea es: incumplimiento de plazos y costos en la ejecución de proyectos.

Revisando la literatura se tiene que Rudeli (2019) determinó en su estudio que el incumplimiento de costos y plazos eran los principales factores de fracaso de los proyectos analizados, coincidiendo con los estudios de Gallo (2007) y Diez et al. (2012)

Por otro lado, los estándares sobre gestión de proyectos como la Guía del PMBOK 6ta edición (PMI, 2017) y el PRINCE2 (AXELOS, 2017) consideran que la triada costos-tiempo(plazo)-calidad son las principales áreas que controlan un proyecto y por tanto factores determinantes para el éxito del mismo; coincidiendo con De Cos (1997), Rudeli (2019) y (Díaz, 2020).

Más aún, los estándares más extendidos en la gestión de proyectos son el PMBOK, ISO y PRINCE2 (Montes et al., 2013) y (Skogmar, 2015). Actualmente el PMBOK y el PRINCE2 se encuentran entre las metodologías de gestión de proyectos más utilizados para una gestión eficaz (Vélez et al., 2018) y (Albornoz, 2020). El PMBOK del PMI (Project Management Institute) tiene presencia en Bolivia desde el 2009 y legalmente desde el 2018²

Por lo tanto, el estudio de los costos, plazos y calidad son temas actuales de importancia en el contexto del conocimiento científico de la gestión de proyectos.

² www.pmiBolivia.org. Estatutos, Notaria de Gobierno. Gobierno Autónomo Departamental, Santa Cruz-Bolivia, 2018. Recuperado el 20 de febrero de 2023

De acuerdo a lo anterior, el objetivo de este trabajo es abordar los problemas de costos y plazos determinando las causas de variabilidad de los mismos en proyectos ejecutados en los 47 municipios del Departamento de Cochabamba; y analizar la relación entre ambas para luego proponer un procedimiento para el monitoreo y control de costos y plazos, basados en el estándar PMBOK 6ta edición (PMI, 2017), a ser aplicados en los proyectos de los Gobiernos Autónomos Municipales del Departamento de Cochabamba-Bolivia.

Por tanto, esta investigación aporta al campo de conocimiento de la gestión de costos y plazos con la propuesta de un procedimiento para el monitoreo y control de costos y plazos en la gestión de proyectos, fase de ejecución, de los gobiernos autónomos municipales de Cochabamba-Bolivia.

Fundamentación teórica

La fundamentación se realiza desde una visión internacional, nacional y local; analizando los grupos de procesos de monitoreo y control en la gestión del cronograma(plazos) y de los costos del proyecto en la fase de ejecución.

A nivel internacional, el estándar Guía del PMBOK 6ta edición (PMI, 2017), en adelante PMBOK6, es uno de los estándares más utilizados en la gestión de proyectos (Vélez et al., 2018) y (Albornoz, 2020); por esta razón se analiza los grupos de procesos del monitoreo y control de costos y plazos del PMBOK6.

El PMBOK6 manifiesta la importancia de monitorear continuamente los costos para una buena gestión en la línea base de costos, tratando en lo posible mantener la línea base de costos a lo largo del proyecto.

En la tabla siguiente se describe el grupo de procesos de la gestión de los costos.

Tabla 1: Grupo de procesos de gestión de los costos

GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO					
Grupo de procesos	Nombre del proceso	Resumen del proceso	Entradas	Herramientas	Salidas
Monitoreo y control	Controlar los costos	Monitorear el presupuesto del proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plan para la dirección del proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestión de los costos • Línea base de costos • Línea base para la medición del desempeño 2. Documentos del proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Registro de lecciones aprendidas 3. Requisitos de financiamiento del proyecto 4. Datos de desempeño del trabajo 5. Activos de los procesos de la organización 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Juicio de expertos 2. Análisis de datos <ul style="list-style-type: none"> • Análisis del valor ganado • Análisis de variación • Análisis de tendencias • Análisis de reserva 3. Para completar el índice de desempeño del trabajo por 4. Sistema de información para la dirección de proyectos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Información de desempeño del trabajo 2. Pronósticos de costos 3. Solicitudes de cambio 4. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestión de los costos • Línea base de costos • Línea base para la medición del desempeño 5. Actualizaciones a los documentos del proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Registro de supuestos • Base de las estimaciones • Estimaciones de costos • Registro de lecciones aprendidas • Registro de riesgos

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía del PMBOK (PMI, 2017)

El PMBOK6 propone en la gestión de los costos del proyecto los procesos de planificación de los costos y posteriormente controlar los costos que pertenece al grupo de procesos de monitoreo y control, como se muestra en la tabla anterior. Al igual que en la gestión del cronograma el ejecutor debe seguir lo

planificado por el consultor en la fase de preinversión en el sistema Diseño/Licitación/Construcción (Desing/Bid/Build o D/B/B) (Konchar y Sanvido, 1988), (Kubba, 2012), (Gifra, 2017) y (Díaz, 2020).

Así mismo, este estándar indica que el control de costos del proyecto incluye:

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

Más aun, el PMBOK6 en su sección 7.4. presenta las herramientas y técnicas; siendo las más relevantes: Análisis del valor ganado (EVA), de variación, de tendencias y de reserva.

Sin embargo, al igual que en la gestión del cronograma, este estándar no sugiere la verificación de la evaluación socio-económica ante la variabilidad de los costos; por ejemplo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y/o el Valor Actual Neto (VAN) u otros contemplados en la elaboración del proyecto.

En la gestión de plazos o del cronograma del proyecto el PMBOK6 determina que es el proceso de monitorear y controlar el cronograma del proyecto y gestionar cambios a la línea base del mismo. Esta acción se realiza durante todo el periodo de ejecución, procurando que la línea base sea mantenida. Los procesos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2: Grupo de procesos de gestión del cronograma

GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO
--

Grupo de procesos	Nombre del proceso	Resumen del proceso	Entradas	Herramientas	Salidas
Monitoreo y control	Controlar el cronograma	Coordinar las actualizaciones del cronograma y los cambios	1. Plan para la dirección del proyecto <ul style="list-style-type: none"> Plan de gestión del cronograma Línea base del cronograma Línea base del alcance Línea base para la medición del desempeño 2. Documentos del proyecto <ul style="list-style-type: none"> Registro de lecciones aprendidas Calendarios del proyecto Cronograma del proyecto Calendario de recursos Datos del cronograma 3. Datos de desempeño del trabajo 4. Activos de los procesos de la organización	1. Análisis de datos 2. Método de la ruta crítica 3. Sistema de información para la dirección de proyectos 4. Optimización de recursos 5. Adelantos y retrasos 6. Compresión del cronograma	1. Información de desempeño del trabajo 2. Pronósticos del cronograma 3. Solicitudes de cambio 4. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto <ul style="list-style-type: none"> Plan de gestión del cronograma Línea base del cronograma Línea base de costos Línea base para la medición del desempeño 5. Actualizaciones a los documentos del proyecto <ul style="list-style-type: none"> Registro de supuestos Base de las estimaciones Registro de lecciones aprendidas Cronograma del proyecto Calendario de recursos Registro de riesgos Datos del cronograma

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía PMBOK (PMI, 2017)

En el sistema Diseño/Licitación/Construcción (Desing/Bid/Build o D/B/B) la licitación es el conector entre el diseño y la construcción, por lo que la gestión del cronograma, usualmente, es diferente en la fase de preinversión e inversión.

Por otro lado, el PMBOK6 propone como herramientas de control del cronograma, en la fase de ejecución, el método de la ruta crítica, así como la optimización de los recursos, adelantos y retrasos y

la compresión del cronograma. Los detalles de las herramientas se encuentran en el inciso 6.6. de la guía.

A nivel nacional, el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP, 2012) identifica las siguientes fases del ciclo de proyectos de inversión pública: Preinversión, Ejecución y Operación. Para iniciar la fase de ejecución se debe contar con los diseños de ingeniería y la programación física y financiera para realizar el monitoreo y control de la ejecución de la inversión (costos) en base a lo programado (plazos) y culmina con la recepción provisional y definitiva del proyecto. Las directrices de la gestión se encuentran en los siguientes documentos: Sistema de Gestión de Proyectos (SGP) (VIPFE, 2019), Modelo de Documento Base de Contratación (DBC) para Contratación de Obras (SABS, 2020) y Guía de Supervisión de Obras (MOPSV, 2016).

El DBC y la Guía de Supervisión son documentos oficiales de aplicación obligatoria, por los gobiernos autónomos municipales, en la gestión de proyectos con inversión pública, y también deben aplicar obligatoriamente el SGP para informar el estado del proyecto al Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE).

De ahí que, en el DBC la gestión de costos se inicia con la presentación del cronograma de desembolsos, la forma de pago al contratista, planillas de pago y las ordenes de cambio. Las ordenes de cambio están referidas a la modificación del precio del contrato. El monitoreo y control de costos y plazos es llevado por la supervisión.

La Guía de Supervisión de Obras deja abierto a que la supervisión elija y aplique una directriz “moderna” en la gestión de la ejecución; especifica que en la gestión de costos se debe controlar la estructura de los precios unitarios, el presupuesto parcial y presupuesto total de la obra. Este control involucra a la variación presupuestaria que deriva a las órdenes de cambio.

Sin embargo, el SGP (VIPFE, 2019) exige que en la gestión de costos se utilice un formulario donde se inscriba la ejecución real de ingresos y los gastos del proyecto (ver tablas de programación de caja de la implementación del proyecto y ejecución de caja de la implementación del proyecto), así como la reprogramación por órdenes de cambio. Las ordenes de cambio se encuentran registradas en un formulario-informe (ver tabla seguimiento a la ejecución de contratos) a ser llenado por la supervisión.

Así mismo, en la gestión de costos el SGP no establece que se siga un estándar o metodología como son el PMBOK o PRINCE2, y deja a criterio de la supervisión la metodología a seguir.

La gestión de plazos, en el DBC está definido como la ejecución de los ítems constructivos según el cronograma de ejecución de obra; controlados mediante la verificación de los hitos que forman parte de la ruta crítica de la ejecución física. Esta verificación es la comparación de lo ejecutado con lo programado y da lugar, si corresponde, a las ampliaciones de plazo. En el documento se prescribe la utilización del MS Project o similar para elaborar el cronograma de ejecución. El monitoreo y control de plazos es llevado por la supervisión.

La Guía de Supervisión de Obras establece que la supervisión debe vigilar y controlar el avance de la obra de acuerdo al cronograma establecido en el contrato. Este control incluye a las variaciones de tiempo de ejecución dando lugar, muchas veces, a las ampliaciones de plazo.

Por otra parte, el SGP utiliza el GANTT como un método de control de tiempos de cada actividad y del conjunto del proyecto, dando la posibilidad de análisis y decisión de reprogramaciones de la ejecución. En el control de tiempos se contrasta, para cada periodo de desembolsos de fondos, el avance físico con avance programado. Para el seguimiento y control de avances el SGP tiene formularios (ver tablas de registro de actividades y precedencias, y programación y ejecución física) que el administrador del proyecto debe llenar obligatoriamente.

En la gestión de plazos el SGP no establece que se siga un estándar o metodología como son el PMBOK o PRINCES2, y deja a criterio de la supervisión la metodología a seguir en la gestión de plazos o cronograma.

Por último, el DBC y el SGP no contemplan la evaluación socio-económica del proyecto ante la variabilidad de los costos y plazos, al igual que el PMBOK6.

A nivel local, los gobiernos autónomos municipales de Cochabamba siguen las normativas del DBC y del SGP.

METODOLOGÍA

El enfoque de la investigación es cuantitativo y el tipo de investigación por su finalidad es aplicada al contrastar teorías con la realidad, buscando soluciones prácticas a problemas concretos que aseguren el progreso científico-técnico de las organizaciones o grupos sociales.

Según la dimensión temporal es descriptiva por las características que presenta la investigación y el problema planteado. También es correlacional porque estudia las relaciones entre variables dependientes e independientes y está dentro el campo de Investigación-Acción porque es una forma de investigación que permite vincular el estudio de los problemas en un contexto determinado con programas de acción social, de manera que se logren de forma simultánea conocimientos y cambios sociales.

La población objeto de estudio corresponde a los proyectos de construcción en los 47 gobiernos autónomos municipales tipos A, B, C, y D de Cochabamba (AMDECO, 2015), que se clasifican por categoría poblacional como A (hasta 5000 habitantes), B (hasta 15000 habitantes), C (hasta 50000 habitantes) y D (mayor a 50000 habitantes).

La muestra fue de 120 proyectos de infraestructura con recepción definitiva, correspondiendo a 30 proyectos por categoría municipal, determinado en virtud a las pruebas de asociación estadística paramétrica o no paramétrica (Gómez et al., 2003) y (Manual CTO, 2003).

Se utilizó el muestreo aleatorio simple y la técnica fue la revisión documental de los proyectos en campo (120 proyectos) y en la página web SICOES³ (120 proyectos) para obtener los siguientes datos para el análisis de variabilidad:

- Variable plazo: Plazo del contrato adjudicado, plazo ejecutado, variación de plazo total, mano de obra, incremento de cantidad, decremento de cantidad, nuevas actividades, menos actividades, administración y clima (SABS, 2017).
- Variable costo: Presupuesto del contrato adjudicado, presupuesto ejecutado, orden de cambio total, incremento de cantidad, decremento de cantidad, menos actividades y nuevas actividades (SABS, 2017).

³ Sistema de Contrataciones Estatales. <https://www.sicoes.gob.bo/portal/normativa/decretos.php>

Los análisis de variabilidad de costos y plazos de los proyectos ejecutados se realizaron en el siguiente orden: Descripción de la muestra, recolección de datos, procesamiento y análisis, correlación de variables y análisis estadístico e interpretación de resultados.

Las técnicas empleadas fueron: Prueba de Levene (1960), diagrama de Pareto (Sales, 2003) y tablas de contingencia (Salazar y De Castillo, 2018).

Las herramientas empleadas fueron: Programa SPSS v.2020 y EXCEL.

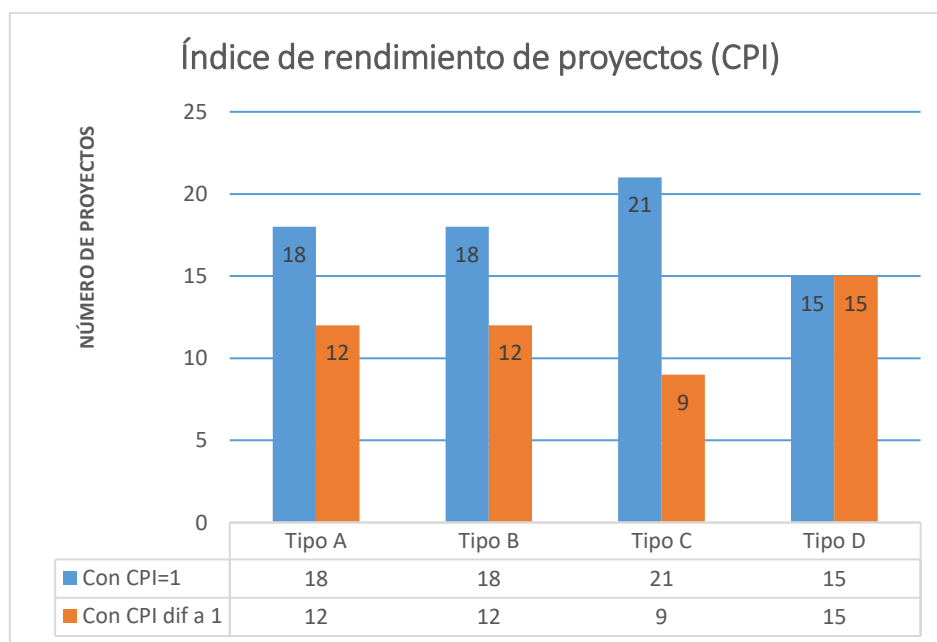
El criterio de inclusión fue: proyectos concluidos con recepción definitiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de los costos:

Con los datos de variación de costos, diferencia entre costo de contrato y costo ejecutado, de los proyectos se determinó el índice de rendimiento del costo (CPI) de los proyectos (datos de la web SICOES) por categoría municipal y se muestra en la figura:

Figura 1. Índice de rendimiento del costo de proyectos



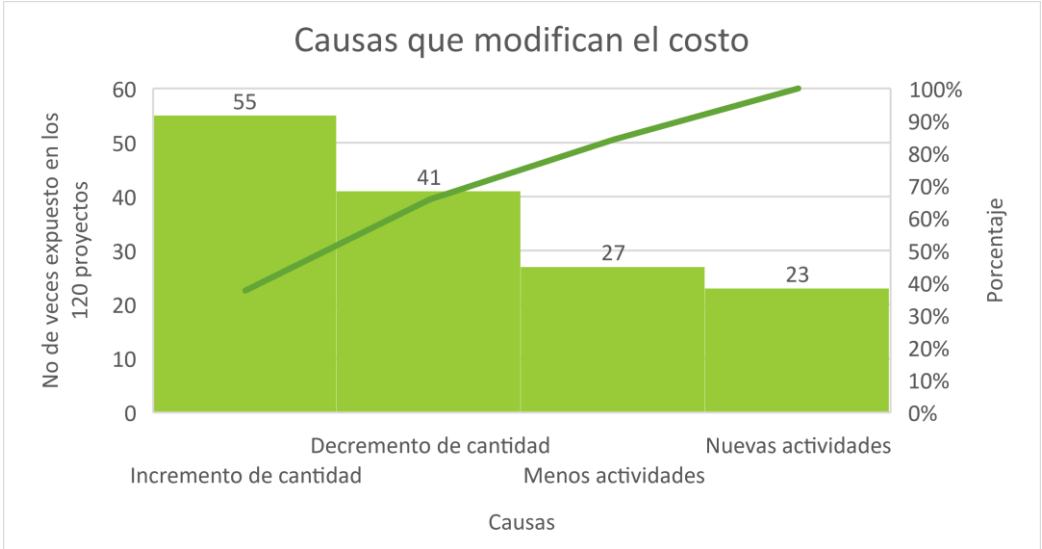
Fuente: Elaboración propia basado en datos de proyectos de la web SICOES

El Índice de rendimiento del costo (CPI) de un proyecto concluido es:

- $CPI = \text{Valor ganado} / \text{Costo real}$
- $CPI = 1$: El costo del proyecto ejecutado igual al costo de contrato

A continuación, se analizaron las causas que generaron los ordenes de cambio en los proyectos de los municipios:

Figura 2. Diagrama de Pareto - Causas que modifican el costo de contrato - Todos los municipios

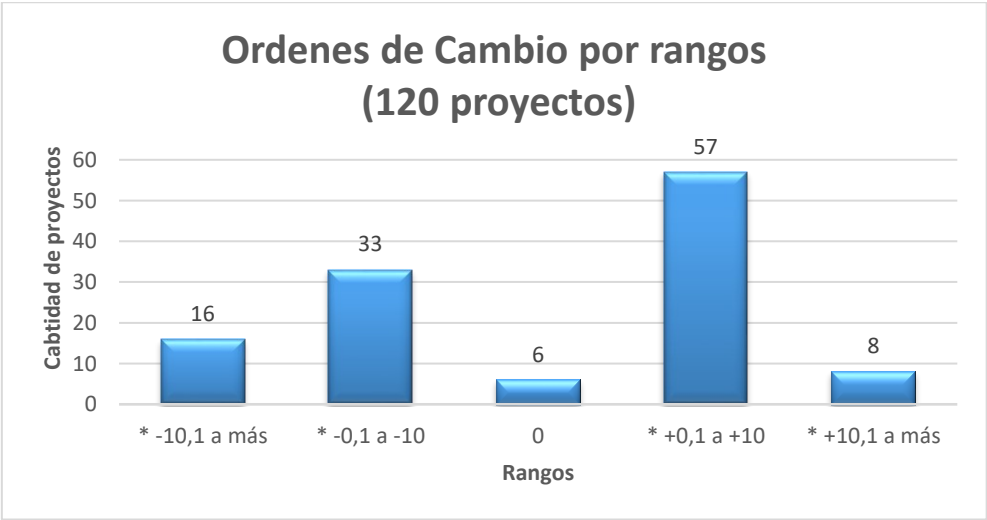


Fuente: Elaboración propia basado en datos de proyectos relevados en campo

Análisis de las ordenes de cambio:

La variabilidad de las ordenes de cambio por diferencia entre el costo de contrato y costo de ejecución de los proyectos se muestra en la siguiente figura:

Figura 3. Ordenes de cambio por rangos de variación en %. Todos los municipios



Fuente: Elaboración propia basado en datos de proyectos relevados en campo

En el análisis descriptivo de órdenes de cambio se encontraron los siguientes resultados:

Tabla 3: Ordenes de Cambio (%). Gobiernos municipales

Municipio	Media	Mediana	Desviación estándar	Rango
-----------	-------	---------	---------------------	-------

				Mínimo	Máximo
Tipo A	-0,53	1,92	+/- 9,57	-36,3	13,11
Tipo B	-0,54	1,11	+/- 9,27	-17,76	11,79
Tipo C	-0,22	-0,3	+/- 8,22	-19,59	14,5
Tipo D	0,86	0,97	+/- 6,85	-21,16	25,95
Todos	-0,11	0,81	+/- 8,46	-36,3	14,5

Fuente: Elaboración propia basado en datos de proyectos relevados en campo

Tabla 4: N° de órdenes de cambio por tipo de municipio

Municipio	No de proyectos con OC		No de proyectos sin OC	Totales
	Positivos	Negativos		
Tipo A	17	8	5	30
Tipo B	17	13	0	30
Tipo C	14	16	0	30
Tipo D	17	12	1	30
Totales	65	49	6	120

Fuente: Elaboración propia basado en datos de proyectos relevados en campo

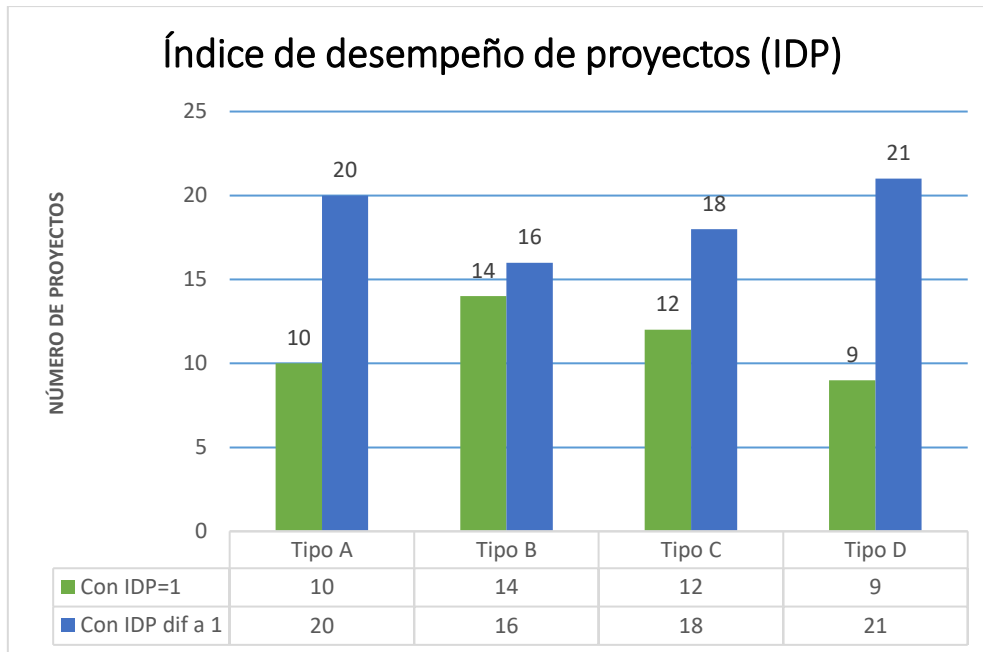
Resumen de los resultados:

- Muchos de los proyectos municipales, inscritos en el SICOES, no presentan toda la información requerida por la plataforma, como son los informes periódicos de avance (form. 240) y la Información de modificaciones al plazo o monto del contrato (Form. 250).
- De los 120 proyectos del SICOES, 48 (40%) presentan variaciones originando ordenes de cambio en los costos (Figura 1).
- En el análisis de los 120 proyectos relevados en campo se encontró que el 65,75 % de las causas que modificaron el costo de contrato se debe a incrementos y disminuciones de cantidad de obra; y con el grupo de menos actividades se llega al 84,24% (Figura 2).
- Se encontró que el mayor número de órdenes de cambio, que modificaron el costo de contrato, se situó en el rango de +0.1 a +10 % con 57 proyectos (47,5%) (Figura 3).
- Los municipios tipos A y D son los que presentan los más altos porcentajes de órdenes de cambio y más ordenes de cambio positivos (Tablas 3 y 4).

Análisis de los plazos:

Con los datos de variación de plazos de los proyectos se determinó el índice de desempeño del plazo (IDP) de los proyectos por categoría municipal y se muestra en la figura:

Figura 4. Índice de Desempeño del plazo de proyectos



Fuente: Elaboración propia basado en datos de proyectos del SICOES

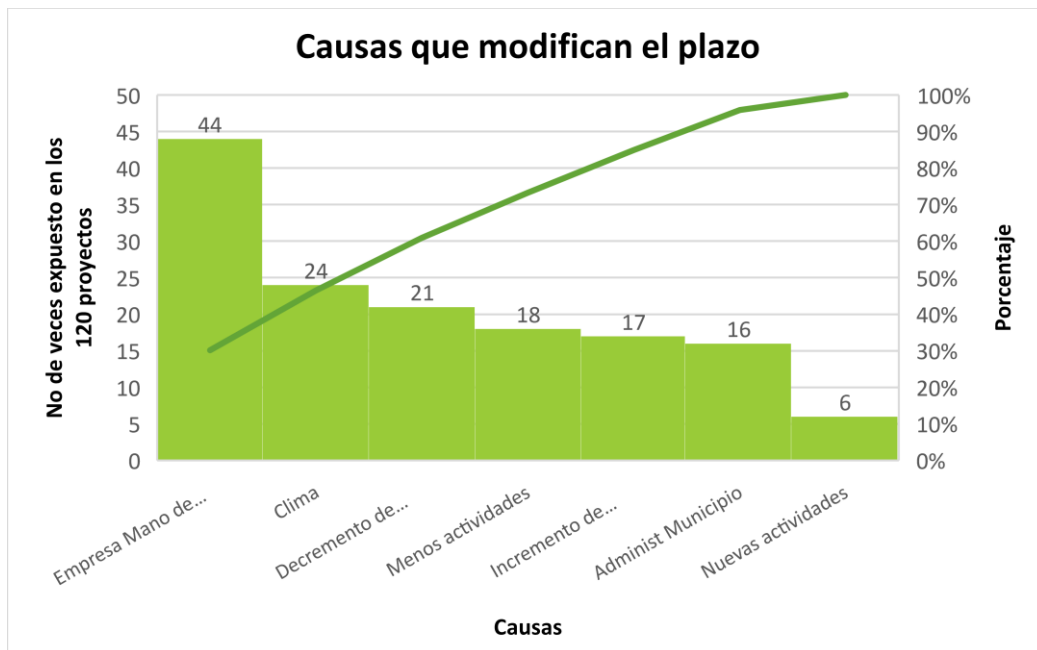
El Índice de desempeño del plazo de un proyecto es:

- $IDP = \text{Plazo de obra} / \text{Plazo de obra construida actual}$
- $IDP = 1$ El plazo del proyecto ejecutado igual al plazo de contrato

Se encontró que 75 proyectos (62,5%) presentaron variaciones en el plazo.

Las causas que generaron las variaciones de plazo se analizan a continuación:

Figura 5. Diagrama de Pareto-Causas que modifican el plazo de contrato - Todos los municipios



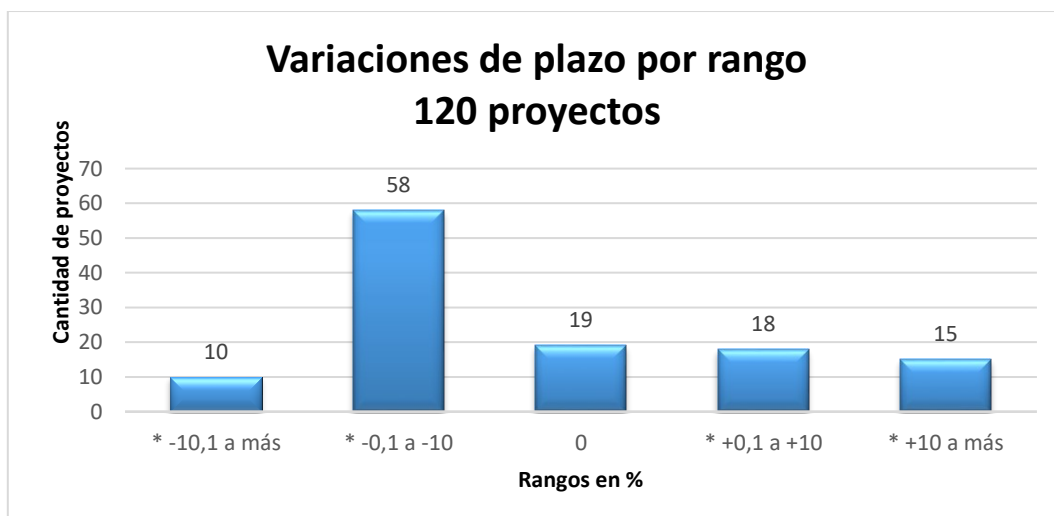
Fuente: Elaboración propia basado en datos de proyectos relevados en campo

En los 120 proyectos analizados, la mayor causa de variación de plazo fue la mano de obra de la empresa con 30,1% y el 73,29 % de las causas se deben a los grupos de mano de obra, clima, decremento de cantidad de obra y menos actividades.

Análisis de las modificaciones de plazo:

La variabilidad de los plazos por diferencia de plazo de contrato y plazo de ejecución se muestran en la siguiente figura:

Figura 6. Variaciones de plazo por rangos en %. Todos los municipios



Fuente: Elaboración propia basado en datos de proyectos relevados en campo

En la figura 6, todos los municipios, se determinó la mayor concentración de las variaciones de plazo en el rango de -0,1 a - 10%.

En el análisis descriptivo de órdenes de cambio se encontraron los siguientes resultados:

Tabla 5: Modificaciones de plazo (%). Municipios A, B, C y D

Municipio	Media	Mediana	Desviación estándar	Rango	
				Mínimo	Máximo
Tipo A	19,81	2,03	48,22	-22,22	187,78
Tipo B	2,79	-1,32	38,36	-22,78	203,7
Tipo C	2,77	-1,62	16,85	-12,14	71,43
Tipo D	0,39	0	4,36	-8,09	13,33
Todos	6,44	-0,5	32,56	-22,78	203,7

Fuente: Elaboración propia.

Los proyectos de los gobiernos municipales tipo A y B son los que presentaron los más altos rangos de variaciones de plazo. Se encontró mucha dispersión entorno a la media donde las desviaciones estándar son mayores a las medias.

Tabla 6: N° de variaciones de plazo por tipo de municipio

Municipio	No de proyectos con variación		No de proyectos sin variación	Totales
	Positivos	Negativos		
Tipo A	18	11	1	30
Tipo B	2	24	4	30
Tipo C	6	21	3	30
Tipo D	7	12	11	30
Totales	33	68	19	120

Fuente: Elaboración propia basado en datos de proyectos relevados en campo

En la tabla 6, se observa que los municipios tipos A presentaron el mayor número de proyectos con variaciones de plazo positivos, y en los municipios tipo B negativos.

A continuación, se analiza las posibles relaciones de las ordenes de cambio y las variaciones de plazo de los proyectos relevados.

Análisis explicativo de modificaciones de plazo y ordenes de cambio:

Se realizó el análisis, por categorías municipales, de las variaciones del plazo (VP) y ordenes de cambio (OC), y la relación entre ambas variables. Los análisis se realizaron de acuerdo a:

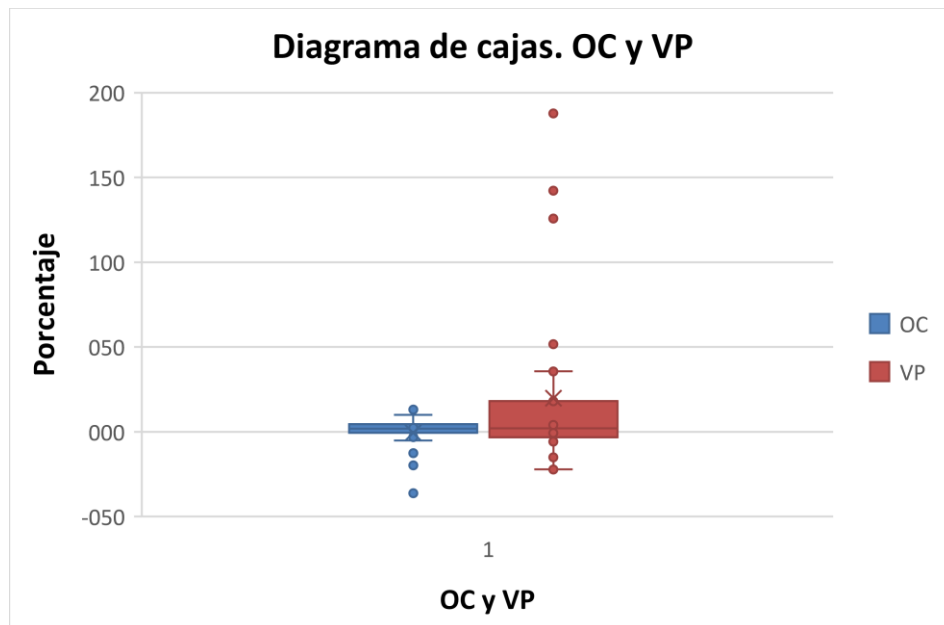
- Para la calificación del oferente (contratista), el contratante (municipio) determina el plazo de ejecución y precio referencial. Para el plazo referencial define las actividades, secuencia las mismas, estima la duración de cada actividad y desarrolla el cronograma para el plazo de referencia. Para el precio referencial estima los costos de cada actividad y determina el precio de referencia. Para el plazo y precio se utiliza el análisis del precio unitario determinado por el Viceministerio de Inversión Pública; este método del precio unitario y la secuencia de actividades se inserta en el DBC para que el oferente determine el plazo y precio de oferta
- Para el elaborar el precio unitario (en el DBC), tanto el contratante como el oferente deben analizar los costos directos e indirectos. En los costos directos deben analizar el rendimiento de los materiales, mano de obra y equipo-herramienta. Del análisis del rendimiento de la mano de obra se determina el

tiempo de ejecución de cada actividad para luego desarrollar el cronograma de ejecución. En estos análisis se observa una relación directa de plazo y costo.

- En función a la relación del plazo y costo determinados, se tiene que, si en la ejecución se incrementa la cantidad de volumen de ejecución, se incrementa el costo y el plazo; contrariamente si disminuye la cantidad disminuye el costo y el plazo. Por otro lado, si se aceptan nuevas actividades se incrementa costo y el plazo y por el contrario si se anulan actividades disminuye costo y el plazo.
- Como excepción a lo anterior se tiene variaciones en la ejecución por mano de obra de la empresa, clima y temas administrativos; todo lo anterior contemplado en el DBC.
- Pruebas de comparación de medias y homogeneidad de varianzas de dos muestras.

Los análisis realizados se presentan a continuación:

Figura 7. Diagrama de cajas OC y VP-Municipios tipo A



Fuente: elaboración propia

La figura 7 muestra que las variables no son homogéneas y la variabilidad es diferente en los dos grupos, al igual que sus varianzas (OC=91,68 y VP=2325,25); por lo que no se puede comparar los grupos con pruebas paramétricas. Para verificar lo anterior se realizó la prueba de Levene (1960) con el programa SPSS; y los resultados fueron:

Tabla 7: Estadística de grupo

	Procedencia	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Porcentaje	OC	30	-0,532	9,575	1,7481
	VP	30	19,814	48,221	8,8039

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Ritual de la significancia estadística

	Hipótesis:
1	H0: Las varianzas de ambos grupos no son diferentes H1: Las varianzas de ambos grupos son diferentes
2	Nivel de significancia: 5% (0,05)
3	Estadístico de la prueba: Test de Levene
4	Valor calculado de $p=0,001$ (significancia Levene)
5	Interpretación: Las varianzas de ambos grupos no son homogéneas. No tienen homocedasticidad. Se acepta H1.

Fuente: Elaboración propia

Por lo anterior, se analizó la relación en el campo no paramétrico.

Para hallar la relación de ambos grupos, en el campo no paramétrico, se determinó el comportamiento por rangos de los mismos en la siguiente tabla:

Tabla 9: Variación por rangos de OC y VP-Municipios tipo A

No	Variación en %	OC	VP	Total	%
1	* -10,1 a más	4	3	7	11,67
2	* -0,1 a -10	4	8	12	20
3	0	5	1	6	10
4	* +0,1 a +10	16	8	24	40
5	* +10 a más	1	10	11	18,33
	Total	30	30	60	100

Fuente: Elaboración propia

La tabla 9 se muestra que el 40% de los proyectos tienen una variabilidad en el rango 4 (+0,1 a +10).

Definidos los rangos se procedió a elaborar la tabla cruzada de OC y VP, como se muestra en la tabla 10:

Tabla 10: Tabla cruzada de OC y VP-Municipios tipo A

Tabla cruzada OC y VP							
Recuento		VP					Total
		1	2	3	4	5	
OC	1	0	0	0	0	4	4
	2	1	1	1	1	0	4
	3	1	1	0	1	2	5
	4	1	6	0	6	3	16
	5	0	0	0	0	1	1
Total		3	8	1	8	10	30

Fuente: Elaboración propia

Debido a la variabilidad diferente de los grupos se realizó la prueba no paramétrica de Kendall, suponiendo que H_0 (Hipótesis nula) = Los grupos son iguales y H_1 = Los grupos no son iguales; siendo el resultado el siguiente: Tau-b de Kendall = -0,125 y no se presupone la hipótesis nula. El coeficiente Tau-b de Kendall se utilizó para medir la asociación ordinal de dos variables; es una prueba de hipótesis no paramétrica para medir la correlación de rango que va de +1 a -1. En el caso de los proyectos de los municipios tipo A, el coeficiente Tau-b muy cercano a 0 indica baja relación entre las variables.

Siguiendo en el mismo orden de análisis realizado para los municipios tipo A, se llegó a los siguientes resultados:

- **Municipios tipo B. Varianzas:** OC=86,00 y VP=1471,45. El 40% de los proyectos tienen una variabilidad en el rango -0,1 a -10% y con un Tau-b de Kendall = -0,004 que presupone muy baja relación.
- **Municipios tipo C. Varianzas:** OC=67,53 y VP=284,13. El 55% de los proyectos tiene una variabilidad en el rango -0,1 a -10% y Tau-b de Kendall = 0,121 que presupone baja relación.
- **Municipios tipo D. Varianzas:** OC=46,92 y VP=19,05). El 36,67% de los proyectos tienen una variabilidad en el rango -0,1 a -10 y Tau-b de Kendall = 0,003 que presupone muy baja relación.

En relación con los análisis de los 120 proyectos relevados en campo, las causas que modificaron el plazo de contrato se debe a la mano de obra, clima, decremento de cantidad y menos actividades de obra; presumiblemente por variaciones en el rendimiento de la mano de obra, el diseño y cómputos, coincidiendo con Serer (2010). Estos incrementos y disminuciones de cantidad de obra también causan variaciones al costo; y en definitiva las variaciones de los costos y plazos modifican el contrato según Gifra, (2017) y Rodríguez (2020); coincidiendo con el DBC (SABS, 2017).

Más aun, entre las áreas de gestión, el DBC incorpora en el contrato de ejecución el monto de contrato, tiempo de ejecución y ordenes de cambio, entre otros. En ese sentido Cruz y Rosa (2007) mencionan que el control de mano de obra y materiales permitirá el control del tiempo de ejecución, de los costos y la variabilidad de los mismos. Estas variabilidades estudian con mucho detalle Mattos y Valderrama (2014), quienes además estudian la relación de las mismas; dentro de los rangos descritos por estos autores se encuentran los resultados del presente estudio, mostrando además que los proyectos analizados tienden a la eficacia (plazo) y no a la eficiencia (costo).

También, esta investigación coincide con Rudeli (2019) quien estudió los problemas de retraso, en muchos países del mundo, en la ejecución de obras determinando a la mano de obra como factor importante en esta problemática; y con el PMBOK 6ED (2020) que puntualiza a la variación de los costos y plazos de ejecución como temas importantes en la gestión de un proyecto.

Aparte de ello, de acuerdo a la metodología de elaboración de precios unitarios se deduce que toda OC positivo implica una ampliación de plazo y un aumento del costo del proyecto; y si el aumento o disminución es más que +/- 10 % se debe verificar la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN), Beneficio/Costo (B/C) u otro del proyecto ejecutado. Se hace notar que el +/-10% no está establecido como una regla, sin embargo, el retorno de una obra debe ser calculado coincidiendo con Cruz y Rosa, (2007) y Sapag et al. (2014) que denominan a este retorno como periodo de recuperación o *payback*.

Finalmente, se observa de la investigación que los problemas de la variabilidad de los costos y plazos de los proyectos, son temas que se analizan desde hace mucho tiempo hasta ahora.

Procedimiento para el control de costos y plazos en la fase de ejecución de proyectos municipales.

El procedimiento para el control de costos y plazos se fundamentó en las propuestas de monitoreo y control de costos y plazos.

De ahí que, la propuesta para el monitoreo y control de los costos se basó en los resultados encontrados y principalmente en que el 65,8% de las causas que modifican el costo de contrato se debe a incrementos y disminuciones de cantidades de obra adjudicada.

Tabla 11. Monitoreo y control de los costos. Propuesta

Controlar los Costos		
Entradas	Herramientas y Técnicas	Salidas
1. Plan para la dirección del proyecto	1. Análisis de datos	1. Para el inicio
Línea base de costos	1.1. Para el inicio	Información para el inicio de la ejecución
Línea base para la medición del desempeño	Revisión de WBS y complementos	2. Durante la ejecución
2. Documentos del proyecto	Revisión del Camino Crítico y Gantt	2.1. Información de desempeño del trabajo
Precios unitarios y presupuesto evaluado	Revisión curva "S" e histograma	2.2. Pronóstico de costos
Precios unitarios y presupuesto de contrato	1.2. Durante la ejecución	2.3. Solicitudes de cambio
Evaluación económica del proyecto	Línea de Base (PMB) y complementos	2.4. Actualización al plan para la dirección del proyecto
3. Datos de desempeño del trabajo	Análisis del valor ganado.	Línea base de costos
	Análisis de variación y tendencia.	Línea base para la medición del desempeño
	Control del desempeño	2.5. Actualización a los documentos del proyecto
	Análisis de variación	Base de las estimaciones
	1.3. Al finalizar, luego de la recepción definitiva	Estimación de costos de nuevas actividades
	Índice de desempeño final	Estimación de costos del proyecto
	Evaluación socio-económica (TIR, VAN u otro.	Registro de riesgos
	2. Criterios para operacionalizar los ordenes de cambio presupuestario, criterios y operación	3. Al finalizar Balance final de costos Evaluación económica con el costo final del proyecto construido

Fuente: Elaboración propia

La propuesta para el monitoreo y control de los plazos se basó en los resultados encontrados y principalmente en que el 62,5% de los proyectos presentan variaciones en la línea de base del plazo.

Tabla 12. Monitoreo y control del cronograma (Plazo): Propuesta

Controlar el Cronograma		
Entradas	Herramientas y Técnicas	Salidas
1. Plan para la dirección del proyecto	1. Análisis de datos	1. Información para el inicio de la ejecución
• Línea base del cronograma	1.1. Para el inicio	2. Información durante la ejecución
• Línea base del alcance	• Revisión de WBS y complementos	2.1 Desempeño del trabajo 2.2 Solicitudes de cambio
• Línea base para la medición del desempeño	• Revisión de la Ruta Crítica-Gantt	2.3 Actualización al plan para la dirección del proyecto
• Línea base de hitos		• Línea base del cronograma
2. Documentos del proyecto	2. Durante la ejecución	• Línea base de hitos
• Calendarios del proyecto	• Análisis Programación Ganada y Ruta Crítica	• Línea base para la medición del desempeño
• Cronograma del proyecto	• Análisis de histogramas de materiales, mano de obra y equipo-herramienta	2.4 Actualización a los documentos del proyecto
• Calendario de materiales	• Gráfica de trabajo pendiente-Gantt	• Cronograma del proyecto
• Calendario de mano de obra	• Análisis de tendencia y variación	• Calendario del proyecto
• Calendario de equipo y herramienta	• Revisiones del desempeño	• Calendario de materiales
• Datos del cronograma	• Criterios para el control del cronograma y el avance físico (ES)	• Calendario de mano de obra
3. Datos de desempeño del trabajo	• Criterios para operacionalizar los cambios del cronograma y ampliaciones de plazo	• Calendario de equipo y herramientas
	3. Al finalizar, luego de la recepción definitiva	• Datos del cronograma
	• Análisis del Índice de desempeño final	3. Al finalizar
	• Análisis de evaluación socio-económica (TIR, VAN u otro)	• Índice de desempeño final
	3. Adelantos y retrasos	• Evaluación socio-económica (TIR, VAN u otro)
	• Compresión de tiempos	

Fuente: Elaboración propia

Técnicas y Herramientas – Control de costos y plazos

Como técnicas principales se tiene el valor ganado (EVM) y programación ganada (ES) para el control de los costos y plazos, con el objetivo de lograr la eficiencia y eficacia en la ejecución del proyecto licitado y adjudicado. Estas técnicas se describen a detalle en muchos documentos como la Guía del PMBOK 6ta edición y sus complementos (PMI, 2017), investigaciones de Lipke (2011), Fuentes (2016)

y Vivanco (2020). Como herramientas se sugiere utilizar los siguientes programas: MSPROJECT, PRIMAVERA o PRESTO.

A continuación, se describe el procedimiento para el monitoreo y control de costos y plazos según el siguiente orden y criterios:

1. Para el inicio de actividades
2. Durante la ejecución
3. Al finalizar
4. Variaciones

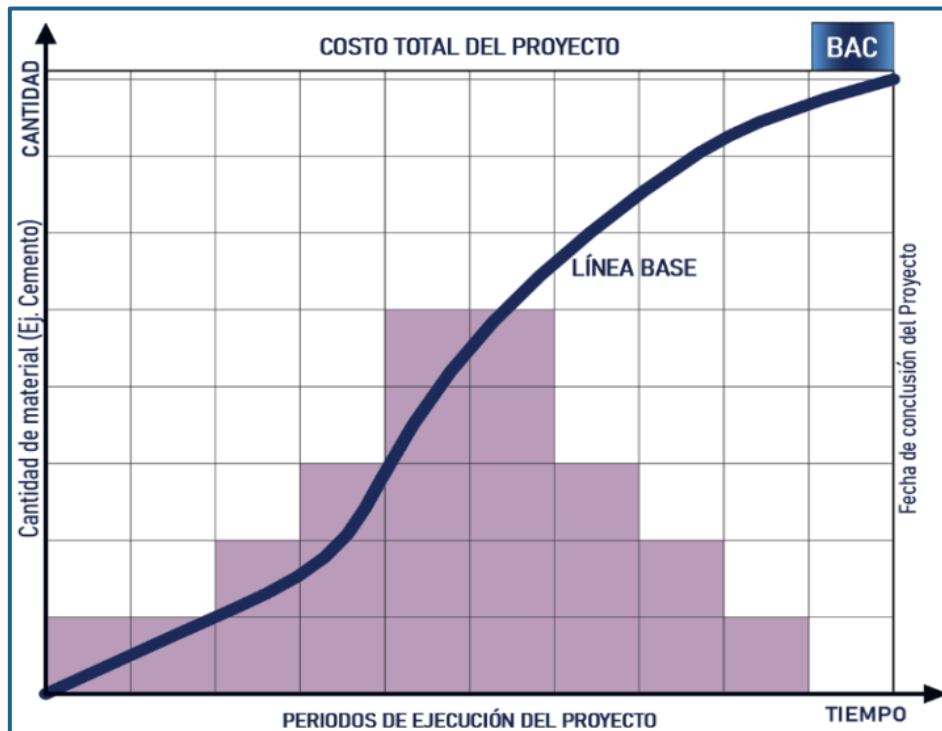
Para el inicio de actividades: El inicio de actividades se da luego de la comunicación de proceder al contratista.

Los criterios para el inicio de actividades son:

1. Verificar el desglose del trabajo del proyecto (WBS) y volúmenes de trabajo. Si en esta verificación se detecta la ausencia de una actividad prevista en el proyecto, esto dará lugar a la gestión de un cambio autorizado en costo y plazo, siempre que no exceda el +10%. Por el contrario, si se detecta una actividad no necesaria en el proyecto dará lugar a la gestión de un cambio autorizado en costo y plazo dentro el -10%. La detección de mayor o menor volumen de trabajo, también dará lugar a la gestión de un cambio autorizado dentro los rangos permitidos.
2. Con los rendimientos de los precios unitarios contratados y los volúmenes de obra adjudicados, verificar las cantidades de materiales por actividad expresados en una matriz de materiales. Verificar la cantidad de mano de obra expresado en una matriz de mano de obra. Verificar la cantidad de equipo-herramienta expresado en una matriz de equipo-herramienta. Si las verificaciones de materiales, mano de obra y equipo-herramienta fueran mayores a los presentados por el contratista, se debe comunicar a este para que tome las provisiones antes del inicio.
3. Con los rendimientos de la mano de obra de los precios unitarios contratados y los volúmenes de obra adjudicados, verificar los tiempos de ejecución de cada actividad. Si se detectan actividades con tiempos menores a los presentados por el contratista, este deberá realizar la compresión de tiempos antes del inicio y sin modificación del plazo de contrato.

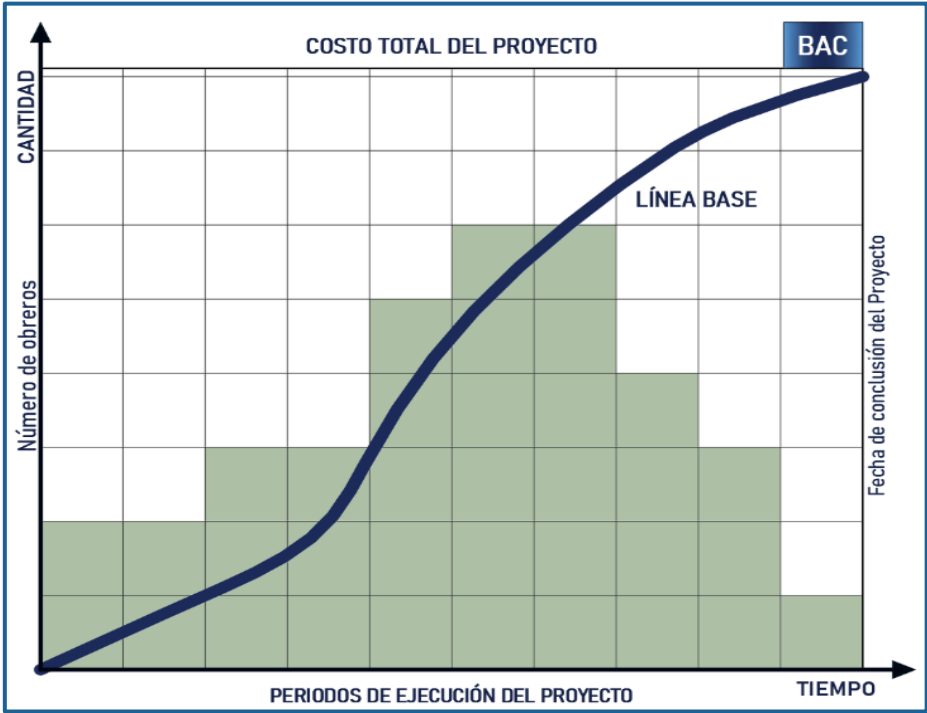
4. Verificar la matriz de dependencia de actividades y luego el camino crítico y el diagrama de GANTT.
5. Con la programación de desembolsos y el GANTT construir la curva costo-tiempo o curva “S”, que es la Línea Base o PMB (performance measurement baseline) y determinar el BAC (Budget At Completion-Conclusión Planificado) o presupuesto al término.
6. Con la línea base y el GANTT construir sobre la línea base los histogramas de materiales, mano de obra y equipo-herramienta, de la forma siguiente:

Figura 8. Histograma de materiales



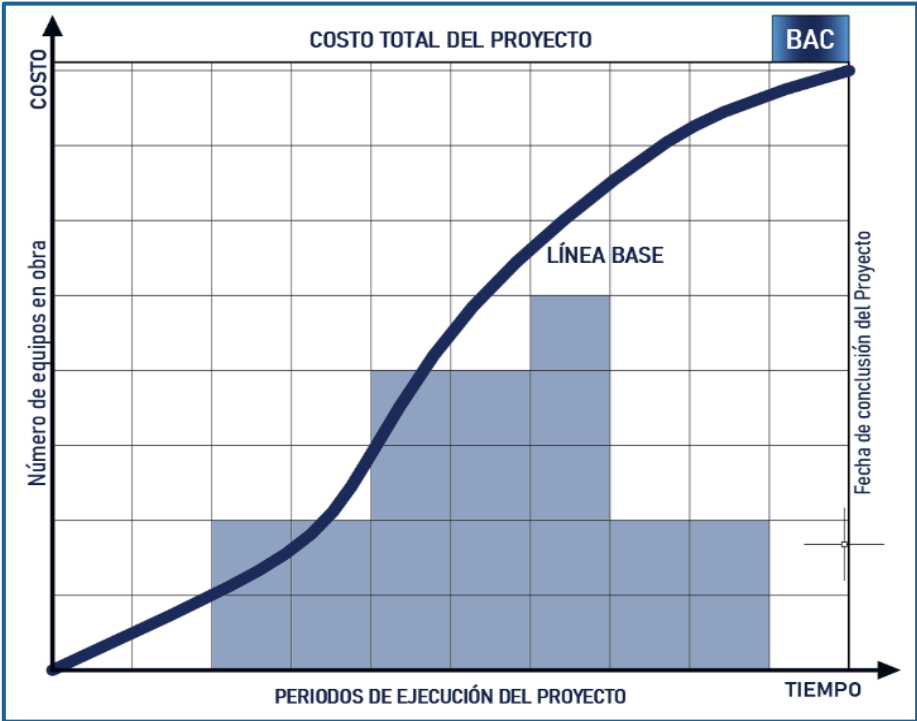
Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Histograma de mano de obra



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Histograma de equipo-herramienta



Fuente: Elaboración propia

Durante la ejecución: Los documentos requeridos para el monitoreo y control del plazo y costos durante la ejecución son:

- Línea base (PMB), GANTT, ruta crítica.
- Histogramas de materiales, mano de obra y equipo-herramienta.

Criterios para el seguimiento y control de los costos y plazos:

1. Elaboración de la matriz de inicio de costos y plazos:

Tabla 13. Matriz de inicio de costos y plazos

Actividad	Costo programado (Bs)	Tiempo en días	Fecha de inicio	Fecha de conclusión
1.				
2				
.....				
n				

Fuente: Elaboración propia.

2. Control de los histogramas de materiales, mano de obra y equipo-herramienta. El control será semanal, en lo posible. Con el cumplimiento de la programación mensual de materiales, equipo-herramienta y mano de obra se garantiza, en cierta manera, el cumplimiento de la línea base planificada. Se dice en cierta manera, porque no controla el problema de clima y administrativos detectados en los análisis; por otro lado, el control del rendimiento de la mano de obra se torna muy importante en el desarrollo y estabilidad del PMB.

3. Aplicación del EVM para costos, ES y ruta crítica para el cronograma. El control será mensual, antes de elaborar la planilla de pago, según la siguiente matriz:

Tabla 14. Matriz de aplicación del EVM y ES

Control No	Mes 1- Fecha	Mes 2- Fecha	Hito 1- Fecha	-----	Mes N- Fecha
ENTRADAS					
PV					
EV					
AC					
SALIDAS					
DESVIACIONES					
SV					
SV%					
CV					
CV%					
VAC					
VAC%					
ÍNDICES DE EJECUCIÓN					
SI					
SPI(t)					
CPI					
SCI					
I.C.					
PC%					
ESTIMACIONES DE PLAZO					
EAC(t) del EVN					
Duración estimada finalización-días					
IACE(t) del ES					
Duración estimada finalización-días					
Ruta crítica					
Duración estimada finalización-días					

Fuente: Elaboración propia

Para la Ruta Crítica, se utiliza el PERT/CPM y GANTT, de acuerdo a la Guía del PMBOK (PMI, 2017).

Al finalizar: Los documentos requeridos son:

- Costo final de ejecución
- Plazo final de ejecución

Criterios para finalizar el monitoreo y control del cronograma y costos:

1. Aplicación de los indicadores de costo (CPI) y plazo (IDP):

$CPI = \text{Valor ganado} / \text{Costo real}$

Si $CPI = 1$ El costo del proyecto ejecutado igual al costo de contrato

Si $CPI < 1$ El costo del proyecto ejecutado mayor al costo de contrato

Si $CPI > 1$ El costo del proyecto ejecutado menor al costo de contrato

$IDP = \text{Plazo de obra} / \text{Plazo de obra construida actual}$

Si $IDP = 1$ El plazo del proyecto ejecutado igual al plazo de contrato

Si $IDP < 1$ El plazo del proyecto ejecutado mayor al plazo de contrato

Si $IDP > 1$ El plazo del proyecto ejecutado menor al plazo de contrato

2. Con el costo final de ejecución y el plazo final de ejecución, se analiza la variación de la evaluación socio-económica con la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) u otro.

Variaciones: Si a pesar de la revisión de la estructura de actividades del proyecto y del control de los histogramas de materiales, mano de obra y equipo-herramienta se producen cambios en los costos y plazos, se deben operacionalizar estas variaciones para las respectivas ordenes de cambio presupuestario y ampliaciones o disminuciones de plazo. Los documentos requeridos son:

- Volúmenes de obra: Detalle de las variaciones volumétricas y la incidencia en los costos y tiempos de ejecución de las mismas.
- Nuevas actividades: Detalle de las nuevas actividades no previstas en la estructura de actividades del contrato, los precios unitarios y la incidencia en los costos y tiempos de ejecución.
- Menos actividades: Detalle de las actividades que no se ejecutaran y la incidencia en los costos y tiempos de ejecución.
- Variaciones por clima y/o administrativos: Detalle de estas variaciones y la incidencia en los costos y tiempos de ejecución.
- Combinación de las anteriores: Incidencia en los costos y tiempos de ejecución.

Criterios para operacionalizar:

1. Para volúmenes de obra, nuevas actividades, menos actividades y variaciones por clima y/o administrativos; analizar la línea base (PMB), los histogramas, el EVM y el ES conforme a la matriz de aplicación.
2. Para más volumen de obra, nuevas actividades y variaciones por clima y/o administrativos analizar la compresión de tiempos.

CONCLUSIONES

La propuesta de procedimiento para el monitoreo y control de costos y plazos se elaboró como una herramienta a ser utilizado, por los técnicos de los gobiernos autónomos municipales, en el monitoreo y control de costos y plazos en la fase de ejecución de los proyectos; con el fin de evitar modificaciones de costos y plazos atribuibles a los incrementos y disminuciones de volúmenes de obras; y al rendimiento de la mano de obra; y por ende evitar en lo posible modificaciones al contrato. En la propuesta el control de materiales, mano de obra y equipo-herramientas se realiza mediante histogramas ligados a la Línea Base, lo que permite un mejor control de las variabilidades de los costos y plazos.

De acuerdo al Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) del Gobierno de Bolivia, todos los proyectos deben tener una evaluación socio-económica y al producirse cambios en los costos y plazos se produce cambios en los indicadores de la evaluación socio-económica; este aspecto no contempla los estándares PMBOK y PRINCE2. La propuesta incorpora el monitoreo de la evaluación socio-económica.

Así mismo, se detectó que el sistema de gestión de proyectos, a nivel nacional, no se fundamenta en ninguna estándar reconocido.

Queda investigar el tema de calidad de los proyectos y cerrar la triada costo-plazo-calidad para el éxito de los mismos, y la incorporación de un estándar al DBC y SGP.

Por último, la aplicación del procedimiento reducirá notablemente los porcentajes de variabilidad de costos y plazos en los proyectos y por lo tanto el incumplimiento a los términos del contrato; que generalmente produce un malestar social debido a la entrega tardía y con sobrecostos de los proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz, A. (2020). Descubre las metodologías de proyectos más utilizadas para una gestión eficaz. Recuperado de www.appvizer.es.
- AMDECO (2015). Municipios de Cochabamba por Categoría Poblacional. Cochabamba.
- AXELOS (2017). Managing Successful Projects with PRINCE2. Sixth edition AXELOS. Printed in the United Kingdom for the Stationery Office.
- Contraloría General del Estado (2020). Informe del Contralor General del Estado. Estado Plurinacional de Bolivia.
- Cruz, V. y Rosa, P. (2007). Planning Model base on Lean Construction for Short Term Works. Universidade Nova de Lisboa, Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial, Campus da FCT, 2829-516 Caparica-Portugal.
- De Cos, M. (1997). Teoría general del proyecto Volumen I: Dirección de Proyectos/Project Management. Editorial Síntesis. Cap. 2, pp. 35; Cap. 3, pp. 39-48; Cap. 6, pp. 73-81.
- Díaz, W. (2020). Metodología de inspección, mejora en procesos constructivos a través de la PMBOK. Tesis Doctoral. Fundación Universitaria de América. Bogotá DC.
- Diez, S. H., Pérez, E. M., Gimena, R. F., y Montes, G. M. (2012). Medición del desempeño y éxito en la dirección de proyectos. Perspectiva del Manager Público. Recuperado http://www.aepro.com/files/congresos/2012valencia/CIIP12_0140_0152.3702.pdf.
- Fuentes, R. (2016). Método del Valor Ganado (EVM): Aplicación en la gestión de proyectos de edificación en España. Tesis doctoral. Escuela de Doctorado e Investigación. Universidad Europea. Madrid.
- Gallo, R. (2007). Modelos de Gestión en la Construcción: Estudio de los Modelos Argentino y Español. Cuadernos de la Facultad n.2, UCS. Publicaciones Académicas, Universidad Católica de Salta. Argentina. Recuperado <http://revistas.ucasal.edu.ar/index.php/CI/issue/archive>
- Gifra, E. (2017). Desarrollo de un modelo para el seguimiento y control económico y temporal durante la fase de ejecución en la obra pública. Tesis Doctoral. Universitat de Girona. España.
- Gobierno autónomo Municipal de Cochabamba (2013). Informe de auditoría INF. DAI. No 03/13.
- Gómez, M., Danglot, C. Y Vega, L. (2003). Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuando usarlas. Revista Mexicana de Pediatría. México. 2003; 70 (2): 91-99.

- Konchar, M. y Sanvido, V. (1988). Comparison of U.S. Project Delivery Systems, *Journal of Construction Engineering and Management*, American Society of Civil Engineers 124(6), pp. 435-444.
- Kubba, S. (2012). *Handbook of Green Building Design and Construction*. Butterworth-He Rozenes, S., Vitner, G., & Stuart, S. (2006). Project Control: Literature Review. *Project Management Journal*, 37(4), 5-14.
- Levene, H. (1960). *Contribution to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*.
- Lipke, W. (2011). Earned Schedule. Schedule performance analysis from EVM measures. *PM World Today-January 2011 (Vol XIII, Issue I)*
- Manual CTO (2003). *Epidemiología y Estadística*, 4ta edición. CTO MEDICINA. S.L.
- Mattos, A. y Valderrama, F. (2014). Métodos de planificación y control de obras. Del diagrama de barras al BIM. *Manuales Universitarios de Edificación*. Editorial Reverté, SA, Barcelona.
- Montes, M., Gimena, F. y Diez, M. (2013). Estándares y metodologías: Instrumentos esenciales para la aplicación de la dirección de proyectos. *Revista de Tecnología, Journal Technology*, Volumen 12, Número 2, Págs. 11-23.
- MOPSV (2016). *Guía de Supervisión de Obras*. Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, Estado Plurinacional de Bolivia.
- PMI (2017). *A guide to the Project Management Body of Knowledge. Sixth Edition*. Project Management Institute, Inc. Pennsylvania. USA.
- PMBOK 6ED. (2020). *Gestión de proyectos aplicada al PMBOK 6ED*. Colección Investigación UPTC No 155. Colombia.
- Rodríguez, M. (2020). La variabilidad del precio en el contrato de construcción. *Revista de Derecho (Valdivia)*. Vol. XXXIII – No 2. diciembre 2020.
- Rudeli, N. (2019). *Proyectos de construcción: determinación de causas principales de retraso y desarrollo de modelos estadísticos para la mejora*. Tesis doctoral, Universidad de Navarra, Escuela Superior de Ingenieros Industriales, San Sebastián.

- SABS (2017). Modelo de Documento Base de Contratación para Contratación de Obras (DBC). Licitación Pública. Sistema de Administración de Bienes y Servicios. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Estado Plurinacional de Bolivia
- SABS (2020). Guía Referencial de Modificaciones al modelo de Documento Base de Contratación (DBC). Sistema de Administración de Bienes y Servicios. Dirección General de Normas de Gestión Pública. Estado Plurinacional de Bolivia.
- Sales, M. (2003). Diagrama de Pareto. s.l.: EALDE Business School.
- Salazar, C. y De Castillo, S. (2018). Fundamentos básicos de Estadística. Primera edición. CEAC. 3ª edición. Barcelona.
- Sapag, N., Sapag, R. y Sapag, J. (2014). Preparación y evaluación de proyectos. Sexta edición. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. México, D.F.
- Serer, M. (2010). Gestión integrada de proyectos. Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL. Barcelona.
- SNIP (2012). Reglamento Específico del Sistema Nacional de Inversión Pública del Ministerio de Planificación del Desarrollo. Estado Plurinacional de Bolivia.
- Skogmar, K. (2015). PRINCE2, the PMBOK guide and ISO 21500:2012. London: Axelos.
- Vélez, S., Zapata, J. y Henao, A. (2018). Gestión de Proyectos: Origen, instituciones, metodologías, estándares y certificaciones. Ingeniería vol. 12 No. 24 Pereira July/Dec. 2018. Scielo.org.co.
- VIPFE (2019). Sistema de Gestión de Proyectos. Ministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo. Estado Plurinacional de Bolivia.
- Vivanco, R. (2020). El PMBOK y el análisis de valor en la construcción. Project, Desing and Management, 2(1), 71-86. Doi: 10.35992/pdm. v2il.411