

La gestión y control de cambios en proyectos de construcción

Seguimiento del alcance, tiempo de ejecución y costos

Juan Carlos Martínez Antonio¹ y Carlos Alberto Vilet Espinosa²

Posgrado CIATEQ, A. C.¹, CIATEQ, A. C.²

Villahermosa, Tab.¹, Querétaro, Qro.²; México

charly@hotmail.com, carlos.vilet@ciateq.mx

Abstract— The objective of this research is to know and analyze the results of 74 surveys carried out to companies dedicated to construction in Mexico on the elements of a change management and control plan for monitoring the scope, execution time and costs. A literature review was carried out to know the elements and characteristics of change control, the tools for its monitoring and its impact on the project. Finally, a comparative analysis of the information collected through tables and graphs was carried out. Among the main findings are that the main factors in the project have to do with cost overruns, longer execution times and changes in scope.

Keyword— *construction projects, project life cycle, project scopes, execution time, costs, management plan and change control.*

Resumen— Esta investigación tiene como objetivo conocer y analizar los resultados de 74 encuestas realizadas a empresas dedicadas a la construcción en México sobre los elementos de un plan de gestión y control de cambios para el seguimiento del alcance, tiempo de ejecución y costos. Se realizó una revisión de literatura para conocer los elementos y características de control de cambios, las herramientas para su seguimiento y su impacto en el proyecto. Finalmente, se realizó un análisis comparativo de la información recabada a través de tablas y gráficos. Entre los principales hallazgos se encuentran que los principales factores en el proyecto tienen que ver con el sobrecosto, mayor plazo de ejecución y cambios en los alcances.

Palabras claves— *Proyectos de construcción, ciclo de vida del proyecto, alcances de los proyectos, tiempo de ejecución, costos, plan de gestión y control de cambios.*

I. INTRODUCCIÓN

Derivado que un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único [1] y se reconoce que estos tienen un alcance limitado de vida y que hay cambios predecibles en el nivel de esfuerzo y de enfoque a lo largo del proyecto [2], implica un compromiso genuino para completar los objetivos. El cumplimiento de estos objetivos también requiere que los involucrados tengan claro el ciclo de vida del proyecto y sus diferentes etapas. Entender el ciclo de vida del proyecto permitirá enfocar los esfuerzos en cada fase con los recursos necesarios, de tal manera que se logren optimizar cada uno de ellos sin exceder los alcances, los costos del proyecto y buscar en todo momento respetar los umbrales del tiempo programado. El tiempo y el nivel correspondiente de esfuerzo que se dedican en cada fase varían en función del proyecto específico. Los ciclos de vida varían en duración desde unas cuantas semanas a varios años, dependiendo del contenido, la complejidad y la magnitud del proyecto [3].

Por otro lado, la administración eficiente del proyecto implica la utilización de procesos de gestión para las etapas de inicio, planificación, ejecución, control y cierre del proyecto [4]. En el proceso de planificación, la dirección del proyecto debe dedicarle más tiempo a prevenir problemas que a solucionarlos, y en tal medida se necesita una planificación apropiada que permita ello. En la ejecución de los trabajos se tiene como finalidad completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto y lograr los objetivos de este. En el proceso de monitoreo y control, se busca medir el desempeño del proyecto contra el plan de dirección del proyecto, lo cual implica la aprobación de solicitudes de

cambio, acciones preventivas y correctivas, y reparación de defectos. El proceso de cierre se realiza cuando el proyecto termina, incluye las actividades administrativas como recopilación y finalización de toda la documentación usada para completar el proyecto y el trabajo técnico para la verificación que el producto del proyecto sea aceptado, así como transferir el proyecto a los que lo usarán y la liberación de los recursos de la organización ejecutante [5].

II. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

Los proyectos de construcción tiene las características de que para lograr el resultado esperado no solo basta con hacer cálculos estructurales, de materiales, de mano de obra y construir; sino que hay que enfrentarse en el transcurso del tiempo de la construcción con factores de origen externos al proyecto o la variación del medio: fuerza mayor, políticos, financieros y económico, relacionados con el diseño, trabajos adicionales, cambios de diseño, condiciones de terreno, trabajo defectuoso, modificación de programas, entre otros [6].

Un proyecto de construcción se completa como resultado de una combinación de muchos eventos e interacciones, planificadas o no, a lo largo de la vida de una instalación, con participantes cambiantes y procesos en un entorno en constante cambio. La percepción del éxito del proyecto de construcción depende también de los participantes del proyecto; alcance, tamaño, y complejidad de este [7].

En un estudio exhaustivo realizado por Chan y Chan, sobre los factores que afectan el éxito de un proyecto de construcción [8], se encontraron los siguientes elementos: factores relacionados con el proyecto, la Procura, la Gestión del Proyecto, los participantes del proyecto y causas externas. En otro estudio en el 2009, se identificaron 10 elementos críticos de éxito para proyectos de construcción en Malasia desde la perspectiva de los contratistas. Estos criterios incluyeron: costo, tiempo, calidad, productividad, satisfacción del cliente, sociales, factor humano, salud y medio ambiente, innovación, factores ambientales [9]. En un siguiente estudio correlacional llevado a cabo [10] se analizaron 5 causas similares que influyen en los proyectos: a) elementos relacionados con el Proyecto, b) el contrato, c) Factor humano, d) manejo del proyecto, e) causas externas. La literatura reporta que las desviaciones en tiempos y costos son un factor común tanto en países desarrollados como en vía de desarrollo. Por ejemplo, En India [11]. Se encontró que las circunstancias más críticas del retraso en la construcción se relacionan con:

- 1) Falta de compromiso;
- 2) Gestión ineficiente del sitio;
- 3) Mala coordinación del sitio;
- 4) Planificación inadecuada;
- 5) Falta de claridad en el alcance del proyecto;
- 6) Falta de comunicación; y
- 7) Contrato de calidad inferior

Otros elementos más encontrados en estudios hechos por Muianga & Granja [12], En Egipto se encontraron retrasos en la ejecución de proyectos [13], en Turquía y Arabia Saudita se reportaron excesivas desviaciones en tiempo, mientras que en Malasia se reportan sobrecostos en más del 50 % de los proyectos y múltiples desviaciones en tiempo. En Nigeria, el 55% de 137 proyectos presentaron sobrecostos entre rangos de 5% y 808% sobre el costo estimado original [14].

III. GESTIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

En la industria de la construcción los cambios ocurrirán durante la fase de ejecución. Por eso es importante administrar y controlar los cambios para minimizar cualquier impacto negativo en el logro exitoso del objetivo del proyecto. Se debe establecer un sistema de control de cambios para definir cómo se documentarán, aprobarán y comunicarán los cambios. También se debe lograr un acuerdo entre el patrocinador o cliente y el gerente del proyecto o contratista, así como entre el gerente del proyecto y el equipo del proyecto, respecto a la manera en que se manejarán los cambios. Estos procedimientos deben abordar la comunicación entre el gerente del proyecto y el patrocinador o cliente, y entre el gerente y el equipo del proyecto. Si los cambios se aceptan verbalmente en vez de aprobarse por escrito y no hay una indicación clara del impacto que tendrán en el alcance del trabajo, el presupuesto o el programa, causarán problemas en el futuro. Los miembros del equipo deben tener cuidado al aceptar los cambios por casualidad, sin saber si necesitarán más horas-hombre de trabajo. Si el cliente no está de acuerdo en pagar por un esfuerzo adicional, el contratista deberá absorber los costos adicionales y también el riesgo de rebasar los costos por una tarea particular del proyecto [15] [16] [17].

En este sentido, el objetivo de la dirección de proyectos es asegurar que los proyectos terminen a tiempo, dentro del presupuesto y lograr otros objetivos del proyecto. Es una tarea compleja realizada por los directores de proyecto en la práctica, que implica medir constantemente el progreso, evaluar planes y toma de acciones correctivas cuando sea necesario. A pesar del amplio uso de estos métodos y softwares, muchos proyectos de construcción aún sufren sobrecostos y retrasos en los tiempos de ejecución [18] [19] [20].

Dado que el cambio es inevitable, al inicio del ciclo de planeación del proyecto es necesario implantar un proceso bien definido de control y revisión de cambios. El control de cambios se lleva a cabo desde el inicio del proyecto hasta su finalización y es responsabilidad última del director del proyecto. Las solicitudes de cambio pueden impactar el alcance del proyecto y del producto, así como en cualquier componente del plan para la dirección del proyecto o cualquier documento del proyecto. Cualquier interesado involucrado en el proyecto puede solicitar cambios, los cuales pueden ocurrir en cualquier momento a lo largo del ciclo de vida del proyecto. El nivel de control de cambios utilizado depende del área de aplicación, de la complejidad del proyecto específico, de los requisitos del contrato, y del contexto y el entorno en el que se ejecuta el proyecto. Cualquier cambio en un elemento de configuración debería controlarse formalmente y requerirá una solicitud de cambio.

Para el control de cambios las organizaciones utilizan formatos de solicitud de cambios y registros para examinar los cambios propuestos. Por lo común, las formas de solicitud de cambios incluyen una descripción del cambio, de las repercusiones de no aprobarlo, de su efecto en el alcance/programa/costo del proyecto y caminos definidos para revisar y rastrear un número de lote. En este sentido, la implementación de un proceso de control de cambios implica también asegurar que se utilicen métodos y procedimientos estándares para manejar eficiente y rápidamente todos los cambios, priorizando estos de acuerdo con los compromisos de servicio, minimizando el impacto de las incidencias para mejorar el funcionamiento diario de la organización, identificando proactivamente mejoras y modificaciones beneficiosas para el sistema [21].

IV. GESTIÓN DEL ALCANCE, TIEMPO DE EJECUCIÓN Y COSTOS

Los proyectos de construcción permanentemente se ven enfrentados a dificultades relacionadas con diferencias de tiempos y costos, respecto a la línea base establecida en la etapa de planeación, dos temas fundamentales que constantemente inquietan a los profesionales, y en general a los desarrolladores de proyectos [23].

La definición tradicional de la calidad y el éxito final del proyecto es cumplir y/o superar las expectativas del cliente y/o de la alta dirección en términos de costo (presupuesto), tiempo (programa) y desempeño (alcance). La interrelación entre estos criterios es cambiante. Por ejemplo, a veces es necesario comprometer el desempeño y el alcance del proyecto para que éste se lleve a cabo con rapidez o a menor costo. A menudo, mientras más tiempo se necesita para el proyecto, más costoso resulta. Sin embargo, no siempre es posible una correlación positiva entre el costo y el programa. Otras veces, los costos pueden reducirse con una mano de obra más barata y menos eficiente o con equipo que prolongue la duración del proyecto. De la misma manera, muchas veces los administradores de proyecto tienen que acelerar o “forzar” algunas actividades clave contratando más mano de obra, con lo cual elevan el costo original del proyecto.

Con lo que reporta la literatura se encuentran denominadores comunes que el PMBOK y otros autores [1], [4] y [22] han denominado la triple restricción: costo, tiempo de ejecución y alcance y que eventualmente se han considerado otros componentes de los proyectos: el riesgo, los recursos y la calidad, de tal manera que el establecimiento de un sistema de administración del cambio para manejar los eventos que necesitan modificaciones formales de alcance, presupuesto y/o programación del proyecto es un elemento esencial en el control de riesgos. Todos los cambios aprobados deben identificarse e integrarse al plan de registro mediante cambios en la estructura de desglose de trabajo y en el programa de base. El plan de registro es oficial y vigente para el proyecto en términos de alcance, presupuesto y programa. Asimismo, sirve como un parámetro de comparación de la administración de los cambios para solicitudes futuras de cambios, así como línea de base para evaluar el avance en el proyecto.

El control del alcance del proyecto asegura que todos los cambios solicitados o las acciones preventivas o correctivas recomendadas se den a través del proceso Realizar el Control Integrado de Cambios. El proceso de Controlar el Alcance también se utiliza para gestionar los cambios reales cuando suceden y se integra con los otros procesos de control. La expansión incontrolada del alcance del producto o del proyecto sin ajustes de tiempo, costo y recursos se denomina corrupción o deslizamiento del alcance. Los cambios son inevitables; por lo tanto, es obligatorio para todo proyecto contar con algún tipo de proceso de control de cambios.

Cualquier cambio en el plan para la dirección del proyecto pasa por el proceso de control de cambios de la organización mediante una solicitud de cambio. Los componentes que pueden requerir una solicitud de cambio para el plan para la dirección del proyecto incluyen, entre otros [1] :

- Plan para la gestión del alcance del proyecto.
- Línea base del alcance.
- Línea base del cronograma.
- Línea base de costos.

En la industria de la construcción, el objetivo del control de proyectos es asegurar que los proyectos terminen a tiempo, dentro del presupuesto y lograr otros objetivos del proyecto. Es una tarea compleja realizada por los directores de proyecto en la práctica, que implica medir constantemente el progreso, evaluar planes y tomar acciones correctivas cuando sea necesario. Durante las últimas décadas, numerosos métodos de control de proyectos, como el diagrama de barras de Gantt, Técnica de evaluación y revisión del programa (PERT) y el método de ruta crítica (CPM) se han desarrollado para la aplicación de métodos de control de proyectos, por ejemplo, Microsoft Project, Asta Power Project, Primavera, etc. A pesar del amplio uso de estos métodos y softwares, muchos proyectos de construcción aún sufren sobrecostos y retrasos en los tiempos de ejecución [18].

El objetivo del manejo del tiempo en proyectos no es siempre y necesariamente hacerlo más rápido o en un tiempo más corto, ya que en el éxito del proyecto entran elementos del contexto que pueden ir en contravía con el objetivo de este [20]. Para la gestión del tiempo de ejecución de los trabajos se requiere

controlar el cronograma, proceso permite monitorear el estado del proyecto para actualizar el cronograma del proyecto y gestionar cambios a la línea base del cronograma.

La actualización del modelo de programación requiere conocer el desempeño real a la fecha. Cualquier cambio con respecto a la línea base del cronograma se podrá aprobar a través del proceso de Control de Cambios. Controlar el cronograma se ocupa de:

- Determinar el estado actual del cronograma del proyecto.
- Influir en los factores que generan cambios en el cronograma.
- Reconsiderar las reservas de cronograma necesarias.
- Determinar si el cronograma del proyecto ha cambiado.
- Gestionar los cambios reales conforme suceden.

El análisis de la variación del cronograma, así como las revisiones de los informes de avance, los resultados de las medidas de desempeño y las modificaciones del alcance o del cronograma del proyecto, pueden dar como resultado solicitudes de cambio de la línea base del cronograma, la línea base del alcance y/o de otros componentes.

Una de las graves deficiencias en el campo de la gestión de la construcción es la imposibilidad de establecer un sistema para registrar el costo real de ciertas actividades diferentes durante la ejecución de las tareas. Cada empresa para estimar sus beneficios y pérdidas durante la implementación del proyecto crea un método, pero siempre que estos métodos no sean sistemáticos y basados en principios, existirá el peligro de olvidar o descuidar algunos costos [24].

Controlar los costos permite monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios a la línea base de costos. El beneficio clave de este proceso es que la línea base de costos es mantenida a lo largo del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

Para actualizar el presupuesto es necesario conocer los costos reales en los que se ha incurrido hasta la fecha. La clave para un control de costos eficaz es la gestión de la línea base de costos aprobada.

El control de costos del proyecto incluye:

- Influir sobre los factores que producen cambios a la línea base 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 actividad y para el proyecto en su totalidad;
- Monitorear el desempeño del costo para detectar y comprender las variaciones con respecto a la línea base de costos aprobada;
- Monitorear el desempeño del trabajo con relación a los gastos en los que se ha incurrido;
- Evitar que se incluyan cambios no aprobados en los informes sobre utilización de costos o de recursos;
- Informar a los interesados pertinentes acerca de todos los cambios aprobados y costos asociados; y
- Realizar las acciones necesarias para mantener los excesos de costos previstos dentro de límites aceptables

Con lo anterior planteado, surge el objetivo de analizar si un plan de gestión y control de cambios permite dar seguimiento a los alcances del proyecto, los tiempos de ejecución y los costos, así como aquellos impactos que pudieran existir si no contar con ello.

V. MÉTODO

El presente estudio tiene por objeto realizar una investigación teórica de los elementos fundamentales que conforman el ciclo, elementos y procesos de un proyecto de construcción y describir los elementos principales de la gestión y control de cambios en un proyecto de construcción, así como los factores que la promueven.

Esta investigación pertenece al ámbito o tipo de investigación cualitativo con alcance correlacional. Las fuentes de información para el presente estudio de investigación son de fuentes primarias y secundarias. Para las fuentes primarias se realizó la aplicación de una encuesta a empresas dedicadas a la industria de la construcción.

Para las fuentes secundarias se ha recurrido a la literatura existente lo que permitió tener una claridad de las variables de estudio, la investigación literaria fue conformada por artículos científicos, ponencias, casos de estudios incluyendo videos del tema en cuestión.

En la primera fase se realizó la consulta de antecedentes bibliográficos con el objetivo de conocer y comprender los elementos que comprender los proyectos, los principales factores que influyen en ellos, modelos y fases para la gestión del cambio, así como los principales elementos de gestión en los proyectos de construcción.

La búsqueda en artículos de investigación, tesis, libros y normatividad relacionada con el tema de estudio permitió analizar diferentes modelos de gestión de cambios en los proyectos de construcción, identificando sus etapas y elementos que presentan, las técnicas o herramientas sugeridas. Se tomaron en cuenta criterios de selección que fueran estándares internacionales, reconocidos, aplicados y enfocados a la estructura de administración y gestión de proyectos.

Para la segunda fase de la investigación se recurrió a las fuentes estadísticas del INEGI para delimitar la muestra, esto proporcionó las bases para completar el caso de estudio. Del universo de estudio que eran las empresas en México basados en los datos estadísticos del INEGI, se realizó una acotación a empresas dedicadas al Sector de la Construcción y de ello se hizo una segregación que comprendió Pequeñas, medianas y grandes empresas.

La unidad de observación es la empresa, definida como la unidad económica que bajo una sola entidad propietaria o controladora combina acciones y recursos para realizar actividades de producción de bienes, compra-venta de mercancías o prestación de servicios, sea con fines mercantiles o no.

En este contexto, se considera a las empresas que se dedican principalmente a la ejecución de obras de construcción, tales como residenciales, plantas e instalaciones industriales, vías de comunicación, construcciones marítimas, demoliciones, etc., así como a las reparaciones, mantenimiento y reformas mayores de obras existentes.

Después de haber hecho la investigación literaria y una vez determinado la muestra, la información recabada se determinó mediante una encuesta dividida en 3 secciones: Perfil del encuestado y datos del proyecto; Elementos que conforman un plan de Gestión y control de cambios y; Valoración de la efectividad de un Plan de Gestión y Control de Cambios. Por otra parte, para el modelo de encuesta se hizo uso de la herramienta Formulario de Google lo que permitió recabar la información de los encuestados a través de una base para su análisis posterior. La encuesta fue distribuida a personas a través de correos formales y aplicaciones móviles. Finalmente, se realizó un análisis de la información recabada a través de tablas y gráficos para poder generar conclusiones y contribuir con la interpretación de la investigación.

VI. RESULTADOS

La investigación bajo la modalidad de estudio descriptivo correlacional implicó la aplicación de una encuesta a 68 personas dedicadas a los proyectos de construcción, determinada por la herramienta Sample Size STATS. En total fueron enviadas 90 encuestas de las cuales se obtuvo una muestra real de 74 encuestas. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Para la primera parte de la encuesta que conforma el perfil del encuestado y datos de los proyectos, como se muestra en la figura 1 Perfil del encuestado, se obtienen porcentajes similares en relación con los años de experiencia en el sector de la construcción. Esta información puede ser relevante más adelante en el análisis de los elementos del presente estudio. Para el conocer el tamaño de la empresa, el 41% de los resultados arroja dentro del grupo de grandes empresas con más de 250 trabajadores, 27% en una mediana empresa de 51 a 100 personas, 20% en pequeñas empresas y 12% en microempresa.

Por otra parte, de los puestos principales encuestados el mayor porcentaje está regido por la supervisión con el 42%, seguido por un 22% para jefaturas, el 13% para gerencia y 12% en Dirección, como porcentajes más altos. Lo anterior coincide con relación a que entre más alto sea el puesto menos asignaciones existen. De lo anterior, el 35% labora en proyectos de sector público, el 54% en sector privado y 11% mixto. Los resultados muestran algo importante al mencionar que las empresas del sector público se rigen por la ley de obras públicas y están sujetos a auditorias del gobierno lo que implicaría contar con una gestión más estricta en sus procesos: sistema de gestión de calidad /plan de gestión de cambios. Sin embargo, los resultados genéricos arrojan que las empresas dedicadas a la construcción de obra en el sector privado cuentan con un mayor porcentaje con relación a los dedicados al sector público.

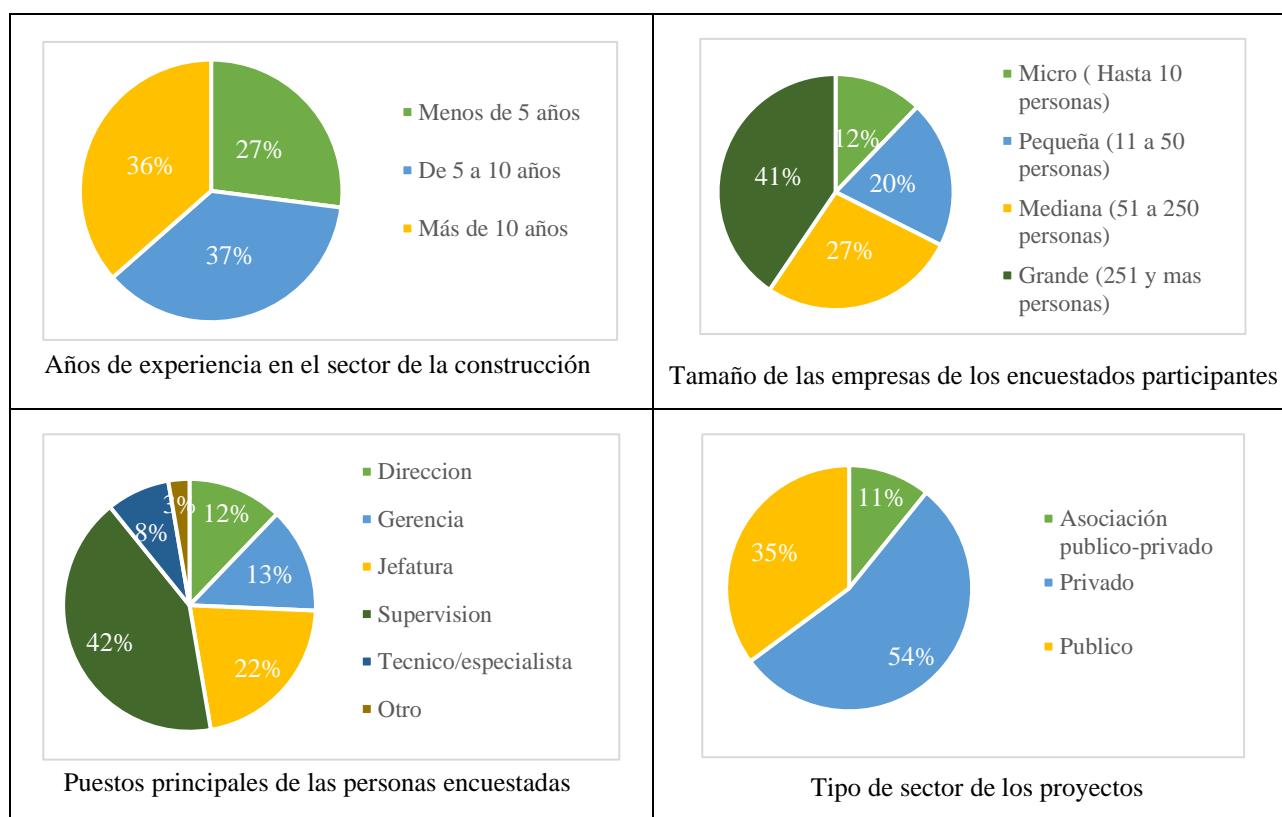


Fig. 1. Perfil del encuestado

En lo que respecta a los tipos de obras que desarrollan, basado en la clasificación dada por el INEGI del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), se muestra conforme a la figura 2 que el 23% de los encuestados participan en obras de edificaciones residenciales y no residenciales, siendo este el porcentaje más alto, seguido por proyectos de ductos y obras relacionados con el petróleo y gas, quedando en último lugar las obras de transporte terrestre. también cabe hacer mención que una empresa puede trabajar en más de un tipo de obra.

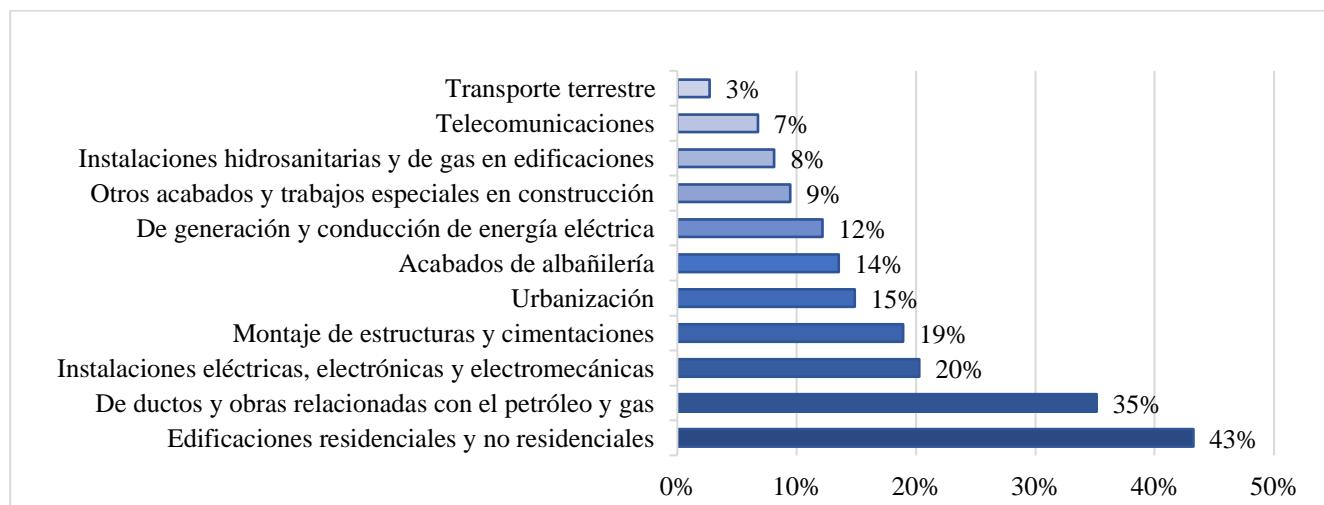


Fig. 2. Tipo de obras en que participan los encuestados

Por otro lado, se encontró que el 53% de las empresas encuestadas cuenta con un sistema de gestión de calidad mientras que el 47% restante aun no. Del total de empresas que respondieron la encuesta el 64% mencionó contar con un plan de gestión y control de cambios mientras que el restante menciona que no. Los datos se resumen en la siguiente gráfica:

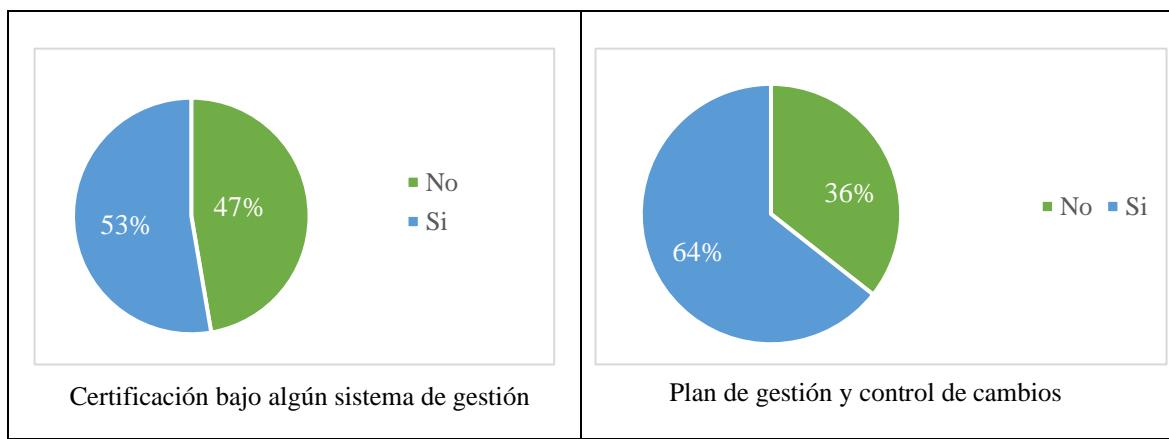


Fig. 3. Porcentaje de certificación y plan de gestión de los encuestados

En el análisis para conocer quién es el responsable de la Gestión y control de cambios se encontró al Director de Proyecto como el principal responsable con el 33%, seguido por el Gerente de Proyecto con el 32%, un 17% para el supervisor. Estos resultados coinciden con lo que reporta la literatura [1], [2], [15].

Así mismo, se muestra en la figura 4 que el 9% mencionó que dicha actividad está a cargo del Comité de Control de cambios, el 3% a cargo por el departamento de control de proyecto y el 6% restante menciona no tener a un responsable. El resumen se muestra en la siguiente gráfica:

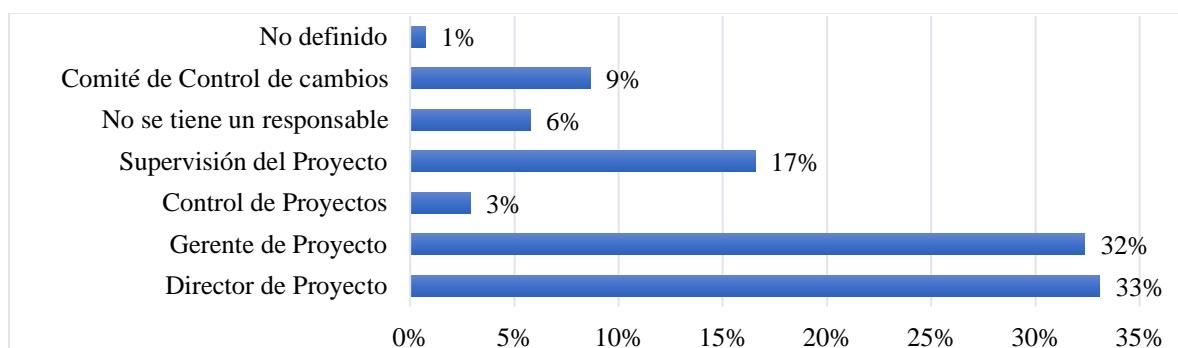


Fig. 4. Principales responsables en la gestión y control de cambios entre los encuestados

Para las herramientas utilizadas para el registro y control de cambios se encontró que el 51% de los encuestados hace uso de algún formato de solicitud de cambio, 32% realizan minutos como parte de sus procesos, 28% se apoyan de bitácoras, 24% elaboran ordenes de trabajo y dictámenes técnicos, 22% más realizan reportes y 15% los correos electrónicos, conforme a la figura 5.

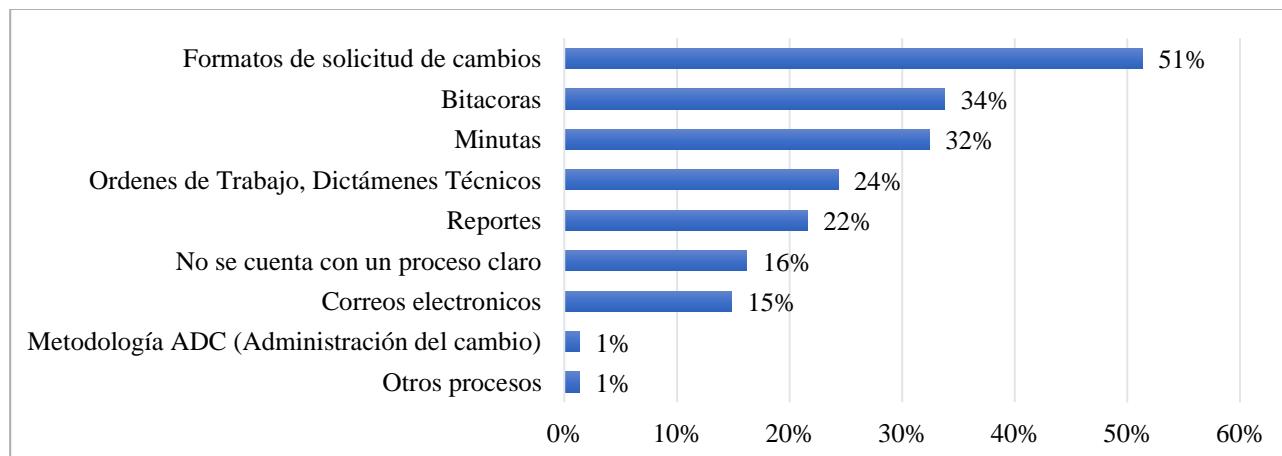


Fig. 5. Herramientas para el registro y control de cambios de los encuestados

Es importante mencionar que las empresas encuestadas hacen uso de más de una herramienta como apoyo en sus procesos, como se muestra en la tabla 1 Uso de herramientas para el registro y control de cambios de los encuestados. De tal manera que para el grupo 1 (G1) se encontraron que 14 empresas hacen uso solo de formatos de solicitud de cambios, para el grupo 2 (G2) se encontró solo 1 empresa y utiliza formatos de solicitud de cambios y correos electrónicos para el registro y seguimiento de cambios mientras que para el grupo 3 (G3) se encontraron 2 empresas que hacen uso de formatos de solicitud de cambios y bitácora de obra. De esta manera se continua con la clasificación de los grupos con respecto al uso de herramientas registradas en la tabla siguiente

Tabla 1. Uso de herramientas para el registro y seguimiento de cambios de los encuestados

Herramientas	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25	G26	G27	
Otros procesos																									1			
Metodología ADC (Administración del cambio)																											1	
Correos electrónicos	1		1			2		1				1		3	1		1											
No se cuenta con un proceso claro																			12									
Reportes											2	1	3	3	1								3	2	1			
Ordenes de Trabajo, Dictámenes Técnicos				2					1	1			3	3	1						4		2	1				
Minutas					2	2	1	1	1			1	3	3	1	3	1	4							1			
Bitácora de obra		2	1	2			1	1				1	3	3			4					2	1		4			
Formatos de solicitud de cambios	14	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	3	3	1												
Total empresas	14	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	3	3	1	3	1	4	12	4	3	2	1	1	4	1	

Derivado a que los cambios pueden surgir en cualquier etapa o proceso del proyecto y que esto ocurrirá se tenga o no un plan de control de cambios, fue interesante conocer cuales los principales elementos afectados en los proyectos de los cuales han sido partícipes. De tal manera que el 28.8% hizo mención que el sobrecosto es el principal afectado, seguido por el 26.6% por una afectación en el plazo de ejecución y como tercer elemento se ve afectado los alcances del proyecto con un 19.6% de los encuestados. De esta encuesta también se encuentra una desviación en el control de la calidad y la satisfacción del cliente, en un porcentaje muy similar: 12% y 12.5% respectivamente, lo cual coincide con los resultado de la literatura [8], [9], [12], [18], [22] y [23]. En efecto, estos autores encontraron que la mala planeación y la falta de seguimiento son una de las causas importantes para que se den estos factores como se muestra en la siguiente figura:

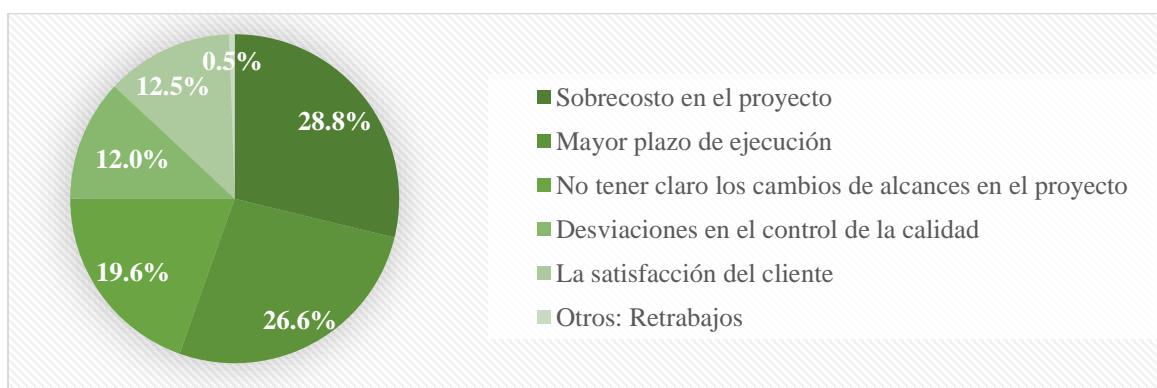


Figura 6. Elementos que se ven afectados en los proyectos al no tener un plan de gestión y control de cambios

Por otro lado, la lectura ha reportado que la gestión del alcance, tiempo de ejecución y costos son gestionados a través del control de cambios. En este sentido, se pudo analizar mediante la encuesta estos elementos y se pudo constatar que aunado a ello existen otros elementos partícipes que toman relevancia durante la gestión de cambios para el éxito del proyecto tales como identificar desviaciones tempranas para reducir el impacto negativo, evaluar el impacto que un cambio puede generar en otros procesos,

promover la comunicación de los cambios, entre otros [2], [16], [17], [21]. De acuerdo con lo anterior la siguiente tabla ilustra los resultados encontrados:

Tabla 2. Elementos que permiten dar seguimiento con un plan y gestión de cambios

Variable de cumplimiento	Definitivamente SI	Probablemente SI	No estoy seguro	Probablemente NO	Definitivamente NO
Cumplimiento al Alcance del proyecto	61%	23%	1%	8%	7%
Cumplimiento en el Tiempo de ejecución de su proyecto	57%	20%	5%	15%	3%
Gestión de los costos en su proyecto	55%	30%	0%	14%	1%
Identificar desviaciones en forma temprana	53%	30%	1%	12%	4%
Evaluuar el impacto que un cambio puede tener en otros procesos	50%	31%	1%	14%	4%
La toma de decisiones sobre la aceptación, mejora o rechazo del cambio	50%	30%	3%	12%	5%
Coordinación de información, documentos, diseños/planos y registros	53%	27%	1%	12%	7%
Reduce el impacto negativo	50%	27%	5%	12%	5%
Porcentaje promedio	54%	27%	2%	12%	5%
Tendencia	+	↔	→	—	

De tal manera que para el cumplimiento del Alcance del proyecto la tendencia de las respuestas encontradas en la escala Likert es positiva con un 61% para la opción Definitivamente SI y un 7% para la valoración Definitivamente NO, para la variable de cumplimiento Tiempo de ejecución también muestra una tendencia positiva con 57% mientras su extremo negativo con un 3%. De forma general los encuestados respondieron con una tendencia positiva hacia los beneficios que se obtiene con dicho plan, mismos que corresponden a los alcances del proyecto, tiempo de ejecución, gestión de los costos, detectar desviaciones, analizar el impacto en los procesos, toma de decisiones, gestión documental.

VII. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los principales involucrados en el control de cambios de los proyectos de construcción son los directores, gerentes y jefes de áreas. Ellos a través de su gestión promueven y dan seguimiento para que el impacto de los elementos no previstos sea gestionado adecuadamente. En este sentido los administradores de proyectos deben establecer un ambiente donde los participantes sean elementos activos para la identificación de cambios.

Por otro lado, se detecta un elemento que pudiera presentarse como contradictoria al mencionar que el 53% de las empresas encuestadas cuentan con una certificación bajo un sistema de gestión de calidad y el 64% de los mismos cuenta con un plan de gestión para el control de cambios, lo que representa 11% de diferencia entre uno y otro. Estos resultados no muestran claridad si existe o no asociación entre ambos elementos o sería un punto de estudio conocer los motivos por los cuales dicho porcentaje de diferencia aun no cuenta con esta certificación.

Al analizar las respuestas con relación a las herramientas para registrar los cambios y su impacto en los proyectos de construcción, se coincide en que debe identificarse y registrarse a través de una bitácora física o electrónica, reportes, minutos, dictámenes técnicos, correos, etc. que permita registrar y dar

seguimiento al cambio solicitado o requerido, este debe ser transmitido al cliente interno y externo, con la finalidad de encontrar una solución y/o aprobación para la implementación/ejecución de dicho cambio.

De los elementos relevantes se menciona que esto debería ser un proceso que al final no sea tardado ni complicado, debería ser una herramienta que facilite una mejora en el proyecto, que sea resuelto de forma ágil. Este punto es bastante importante al mirar la duración de los proyectos actuales, que requieren atención pronta y oportuna para evitar demoras. Siguiendo más a detalle este proceso se debe registrar en un concentrado, designar un número de registro para su mejor control, mediante folios consecutivos, mencionando la fecha, el origen, agregar motivo del cambio (evaluación y análisis), quien solicita el cambio, quien autoriza el cambio, firma de los involucrados, todas las distintas áreas de impacto (costos, tiempos, recursos, ingeniería, compras, etc.) y para los fines constructivos agregar un croquis o dibujo que indique el cambio o una gráfica de datos que representen el cambio [1], [2].

Un elemento importante encontrado es llevar a cabo las reuniones con los departamentos involucrados para su revisión y autorización antes de ser manifestado al cliente, esto implica que internamente se tengan los acuerdos y los objetivos claros. Esto toma relevancia al momento de conciliar con el cliente, de tal manera que la aprobación y rechazo tenga la claridad de su impacto en la calidad, tiempo, costo o alcance del proyecto.

Los resultados encontrados durante el estudio coinciden con los factores críticos para el éxito de los proyectos, donde se incluyen elementos de costos del proyecto, tiempo de ejecución, calidad, productividad, satisfacción de cliente [9] [11], así como otros elementos que retrasan y generan sobrecostos que tienen relación con cambios en los alcances del proyecto, seguimiento y control deficiente, entre otros [22].

Por último, sería provechoso desarrollar un estudio descriptivo o estudio de caso que permitiera conocer como las empresas desarrollan las herramientas y llevan a cabo el seguimiento para dar cumplimiento al control de cambios, así como los resultados tangibles en un proyecto de construcción.

VIII. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se puede concluir que el 64% de las empresas encuestadas dedicadas a la industria de la construcción cuenta con un plan de gestión y control de cambios y que los principales responsables son los Directores de Proyecto, Gerente de Proyecto y supervisores. Estos a su vez para llevar a cabo sus funciones de gestores requieren hacer uso de diferentes herramientas de seguimiento tales como llenado de solicitudes de cambios, bitácoras de obra, minutos, gestión de ordenes de trabajo, reportes, correos electrónicos, etc., y dado que la naturaleza de los proyectos son variables y dependen de varios factores como los requerimientos del cliente y/o sector público o privado, se podrá hacer uso de mas de una herramienta como se mostró en el estudio realizado.

Ha sido muy interesante conocer y ratificar los principales elementos afectados en los proyectos de construcción, tales como el sobrecosto, afectación en el plazo de ejecución y el alcance del proyecto, coincidiendo con la investigación literaria realizada. De esta encuesta también se encuentra una desviación en el control de la calidad y la satisfacción del cliente. Por otro lado, la lectura y la encuesta han reportado que la gestión del alcance, tiempo de ejecución y costos son gestionados a través del control de cambios, donde la identificación de desviaciones tempranas permite reducir el impacto negativo, evaluar el impacto que un cambio puede generar en otros procesos, promover la comunicación de los cambios y una mejor coordinación de información, documentos, diseños/planos y registros.

Para las herramientas que conforman un plan de gestión y control de cambios y con base a los resultados del estudio se consideran formatos de solicitud de cambios, minutos, bitácoras, reportes, ordenes de trabajo

y dictámenes técnicos como herramientas principales que dan soporte para el control de cambios en los proyectos de construcción.

Otro elemento importante en base a los resultados del estudio es considerar el rol que juega el equipo de la dirección del proyecto conformado por los directores, gerentes, jefes de áreas y aquellos departamentos involucrados en el proceso. Estos elementos se encuentran analizados en los diferentes apartados que lo conforma la guía del PMBOK, pero requiere que sean integrados como parte de los procesos en la gestión de los cambios de los proyectos de construcción y adaptados para cumplir los objetivos que persigue la empresa. El personal que lleva la gestión de los proyectos son la pieza fundamental para que los planes se cumplan, por tanto, deben conocer, comprender y estar comprometidos con los objetivos, de tal manera que sean ellos los principales promotores del seguimiento y cumplimientos de la gestión y control de cambios. Esto implica, entre otras cosas, llevar a cabo reuniones con los departamentos involucrados para su revisión y autorización antes de ser manifestado al cliente. Esto es sumamente importante al momento de conciliar con el cliente los impactos que se generan, así como los beneficios de estos, de tal manera que la aprobación y rechazo tenga la claridad de su impacto en los elementos ya descritos.

Para aquellas empresas que no cuentan con un plan para el seguimiento y control de cambios en sus proyectos de construcción sería recomendable comenzar con algunas de estas herramientas que vayan en sintonía con los objetivos y filosofía que persigue la empresa. Los correos bien fundamentados proporcionan un historial cuando se requiere documentar los cambios solicitados o ejecutados, las minutas representan otra herramienta de gran ayuda cuando el cliente y contratista/proveedor conciliar y comprender la importancia de documentar los acuerdos. A modo de resumen:

- Se debe contar con los formatos claros, útiles y prácticos para el registro y seguimiento durante el proceso y cierre de las órdenes de cambio.
- Este plan debe ser transmitido a todos los departamentos mediante reuniones planificadas con los jefes de departamentos y estos a su vez con el personal involucrado en los procesos de seguimientos y Gestión de cambios.
- Los líderes deben promover el seguimiento y cumplimiento de este plan, de tal manera que se vuelva parte del plan integral de la organización.

IX. REFERENCIAS

- [1] PMBOK, La guia de los fundamentos para la dirección de proyectos, Newton Square, Pennsylvania 19073-3299 EE.UU: Project Management Institute, Inc., 2017.
- [2] C. F. Gray y E. W. Larson, Administración de proyectos, Mexico, D.F.: McGraw-Hill/Interamerica Editores, S.A. de C.V., 2009.
- [3] J. Gido y J. P. Clements, Administración exitosa de proyectos, Mexico, D.F.: Cengage Learning, 2012.
- [4] P. Lledó y G. Rivarola, Gestión de Proyectos, Buenos Aires: Pearson Education, 2007.
- [5] J. Díaz, «Conexionesan,» ESAN, 08 Octubre 2014. [En línea]. Available: <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2014/10/08/procesos-direccion-proyectos/>. [Último acceso: 11 Diciembre 2021].
- [6] M. Campero, «Rol de los principios de administración de proyectos en el manejo de contratos de obras civiles,» Revista Ingeniería de Construcción RIC, vol. 28, nº 1, pp. 81-94, 2013.

- [7] N. Gudienė, A. Banaitis y N. banaitienė, «Evaluation of critical success factors for construction projects – an empirical study in Lithuania,» *International Journal of Strategic Property Management*, vol. XVII, nº 1, pp. 21-31, 2013.
- [8] A. P. Chan, D. Scott y A. P. Chan, «Factors Affecting the Success of a Construction Project,» *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 130, nº 1, pp. 153-155, 2004.
- [9] A. Enshassi, S. Mohamed y S. Abushaban, «Factors Affecting the performance of construction project in the Gaza Strip,» *Journal Of Civil Engineering and management*, vol. 15, nº 3, pp. 269-280, 2009.
- [10] C. Martínez, S. Morla, N. Peña, R. Rosario, c. Slaiman, H. Solis y d. V. C. Valdez, «Estudio de los factores críticos para el éxito en la construcción de edificaciones en la ciudad de Santo Domingo, república Dominicana al año 2014,» *Ciencia y Sociedad*, vol. XLI, nº 1, pp. 113-151, 2016.
- [11] H. Doloi, A. Sawhney, K. Iyer y S. Rentala, «Analysing factors affecting delays in Indian construction projects,» *International Journal of Project Management*, vol. XXX, nº 4, pp. 479-489, 2012.
- [12] E. A. Daniel Muianga y A. A. R. J. Denis Granja, «Influence Factors on Cost and Time Overruns in Mozambicans Construction Projects: Preliminary Findings,» Port Elizabeth 6031 South Africa, 2014.
- [13] M. M. Marzouk y T. I. El-Rasas, «Analyzing delay causes in Egyptian construction projects,» *Journal of Advanced Research*, vol. V, nº 1, pp. 49-55, 2014.
- [14] A. Olatunji Oluwole, «A comparative analysis of tender sums and final costs of public construction and supply projects in Nigeria,» vol. XIII, nº 1, 2008.
- [15] A. López Miranda y D. G. Lankenau Caballero, *Administracion de proyectos, la clave para la coordinacion efectiva de actividades y recursos*, México: Pearson, 2017.
- [16] H. Q. Shen W y J. Neelamkavil, «Managing Changes in Construction,» National Research Council of Canada, Canada, 2008.
- [17] M. Sun, A. Fleming, S. Senaratne, I. Motawa y M. Lin Yeoh, «A change Management Toolkit for Construction Projects,» *Architectural Engineering and Design Management*, vol. II, nº 4, pp. 261-271, 2006.
- [18] Y. Adisa Olawale y M. Sun, «Cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice,» vol. XXVIII, nº 5, 2010.
- [19] F. Rivera Martínez y G. Hernández Chávez, *Administración de proyectos. Guia para el aprendizaje*, Mexico: Pearson Educación, 2010.
- [20] N. A. Montero Monsalve, L. M. Sánchez Ayala y J. D. Velosa García, *Introducción a la gerencia de proyectos: conceptos y aplicación*, Bogotá: Universidad EAN, 2016.
- [21] J. W. Avendaño Rodriguez, «Implementacion del proceso de gestion de cambios bajo la metodología ITIL,» Universidad Militar Nueva Granada., Bogotá, Colombia, 2016.
- [22] S. Lozano Serna, I. G.-C. A. Patiño Galindo y A. Torres, «Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia,» vol. XIV, nº 27, 2018.
- [23] P. Lledó, *Administracion de proyectos: El ABC para el Director de proyectos exitoso*, Canadá: Pablo Lledó, 2013.
- [24] M. Miri y M. Khaksefidi, «Cost Management in Construction Projects: Rework and Its Effects,» vol. VI, nº 6, 2015.
- [25] H. Alinaitwe, R. Apolot y D. Tindiwensi, «Investigation into the Causes of Delays and Cost Overruns in Uganda's Public Sector Construction Projects,» *Journal of Construction in Developing Countries*, vol. XXVI, nº 2, pp. 33-47, 2013.

- [26] AACE, «AACE International,» AACE, 30 Septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://web.aacei.org/resources/cost-engineering-terminology>. [Último acceso: 20 Diciembre 2021].
- [27] M. Acosta Véliz, A. Yagual Velástegui, V. Coronel Pérez y L. Sánchez León, Conceptos Fundamentales de Administración de Proyectos de Inversión Enfoque en Metodología PMI, Ecuador: Grupo Compás, 2018.
- [28] Y. A. Olawale y M. Sun, «Cost and time control of construction projects: Inhibiting factors and mitigating measures in practice,» *Construction Management and Economics*, vol. XXVIII, nº 5, pp. 509-526, 2010.
- [29] A. Luevanos Rojas, S. López Chavarría y M. Medina Elizondo, Gestión de proyectos de innovación, Saltillo, Coahuila, México: Universidad Autónoma de Coahuila, 2018.
- [30] C. A. Silva Giraldo, J. S. Dugarte Mendoza y A. Mejía Jálabe, «Impacto de los costos de calidad en la ejecución de los proyectos de construcción en Colombia,» 2018.