

Cost estimation guidelines for private architectural projects, based on a single classification model

Castillo Manuel, MSc¹, Padrón Raúl, MSc², and Gualdrón Carlos, MSc³
castillomanuelagos@gmail.com ¹, rpadron@utb.edu.co ², cgualdron@utb.edu.co ³;

Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia

Abstract - The present research work displays a proposal of cost estimation guidelines for private architectural projects in Colombia.

Based on the theory that a classification model allows for more specific developments depending on the particularities of each project, three classes were defined in a scope function, and the guidelines were adjusted to each of them. As a result of the research, in addition to the aforementioned guidelines, a cost breakdown structure (CBS) is provided for each project class with the typical packages that make up its budget in terms of product scope, project scope, management associated costs, environmental costs, legal costs, financial costs, contingency and reserves costs. The objective is to provide Colombian companies with elements of easy understanding and use, which will allow them to develop more accurate estimates, reducing the risk of deviations in costs due to this factor.

Keywords-- Estimation, CBS, classification, associated costs and architectural-projects.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.337>
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

Lineamientos de estimación de costos para proyectos privados arquitectónicos, con base en un modelo de clasificación único

Castillo Manuel, MSc¹, Padrón Raúl, MSc², and Gualdrón Carlos, MSc³
castillomanuelagos@gmail.com¹, rpadron@utb.edu.co², cgualdron@utb.edu.co³; Universidad Tecnológica de Bolívar,
Colombia

Abstract– *The present research work displays a proposal of cost estimation guidelines for private architectural projects in Colombia.*

Based on the theory that a classification model allows for more specific developments depending on the particularities of each project, three classes were defined in a scope function, and the guidelines were adjusted to each of them. As a result of the research, in addition to the aforementioned guidelines, a cost breakdown structure (CBS) is provided for each project class with the typical packages that make up its budget in terms of product scope, project scope, management associated costs, environmental costs, legal costs, financial costs, contingency and reserves costs. The objective is to provide Colombian companies with elements of easy understanding and use, which will allow them to develop more accurate estimates, reducing the risk of deviations in costs due to this factor.

Keywords– *Estimation, CBS, classification, associated costs and architectural-projects.*

I. INTRODUCCIÓN

El propósito de esta investigación es ofrecer a las empresas privadas que desarrollan proyectos arquitectónicos en la ciudad de Cartagena, bases para la estimación de costos fundamentadas en buenas prácticas reconocidas en el área, y complementadas con el conocimiento y la experiencia de profesionales locales, de tal forma que puedan ser adaptadas a sus necesidades específicas.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se analizaron las causas principales a las que se atribuyen las desviaciones en costo, encontrando entre las primeras, estimaciones poco realistas o exactas, razón por la que el principal objetivo de la investigación se enfoca en determinar lineamientos básicos para la estimación de costos de proyectos arquitectónicos. La selección de la disciplina de arquitectura obedece a la experiencia en la disciplina y el conocimiento de los problemas que enfrenta el sector.

Adicionalmente, la investigación incorpora teorías planteadas por otros autores como resultado de la revisión del estado del arte, las cuales basan su planteamiento en la premisa de que todos los proyectos no son iguales y por tanto no deberían ser gestionados de la misma forma, con procedimientos, técnicas y herramientas estandarizadas. Durante el desarrollo, se realiza una propuesta de clasificación en función del alcance de los proyectos, proponiendo

lineamientos para la estimación de costos en proyectos arquitectónicos del sector privado en la ciudad de Cartagena aplicados a proyectos de Ingeniería y construcción.

II. ANTECEDENTES

En los últimos diez años, el incremento en el índice de libertad de expresión y acceso a la información en Colombia ha permitido evidenciar con mayor transparencia las problemáticas que se presentan en el País. En referencia a la gestión de proyectos, resaltan las noticias concernientes al incumplimiento de los presupuestos iniciales asignados a obras de infraestructura, del sector privado y público, siendo estas últimas de mayor visibilidad, al contar con mayor divulgación por parte de la población y los medios de comunicación en general. Algunos de estos casos son: La ruta del sol, con una desviación del 17.6% [1]; Colegios de Puerto Gaitán, con una desviación en el presupuesto entre 20% y 30% [2]; La ruta del sol II, con desviación del 33% [3]; y en la ciudad de Cartagena los proyectos de Reficar, Puerto Bahía y Transcribe cuyos costos finales estuvieron bordeando el doble de lo anunciado inicialmente [4], [5].

Las desviaciones en los presupuestos dependiendo del sector, público o privado, pueden resultar en afectaciones a la economía del país, o las finanzas de la empresa respectivamente, pudiendo ocasionar en los casos más extremos la quiebra de las compañías. Algunos de los efectos negativos que pueden ocasionar los sobrecostos de proyectos para una empresa privada se listan a continuación:

- Efecto negativo con relación a los estándares de calidad para el cumplimiento de presupuesto, cuando se identifica la insuficiencia del mismo para cubrir los costos del proyecto.
- Pérdidas de rentabilidad de las compañías.
- Pérdidas de oportunidades de inversión. Cuando se asignan recursos de más a un proyecto, y estos pudieron utilizarse en otro.
- Quiebra. Algunas compañías apuestan por proyectos grandes, y durante su ejecución se ven obligados a incurrir en costos no contemplados inicialmente y que en algunos casos no pueden cubrir.

Software Advice, compañía que proporciona investigaciones sobre aplicaciones de software para pequeñas y medianas empresas, y cuyos informes han sido utilizados por Forbes en

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.337>
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

repetidas ocasiones, aplicó en el año 2013 una encuesta durante dos meses en la industria de la construcción, para diseño de Software de administración de proyectos de construcción [6]. Uno de los objetivos de la investigación fue la identificación de los obstáculos que se presentan para la gestión eficaz de los proyectos, para lo cual la firma presentó a los participantes una lista de obstáculos de construcción comúnmente citados y les pidió que calificaran la prevalencia de cada uno.

Con respecto a la pregunta: ¿Con qué frecuencia enfrenta los siguientes obstáculos para realizar un proyecto dentro del presupuesto? la fig. 1 muestra en porcentaje de mayor a menor las principales causas de sobrecosto en los proyectos.

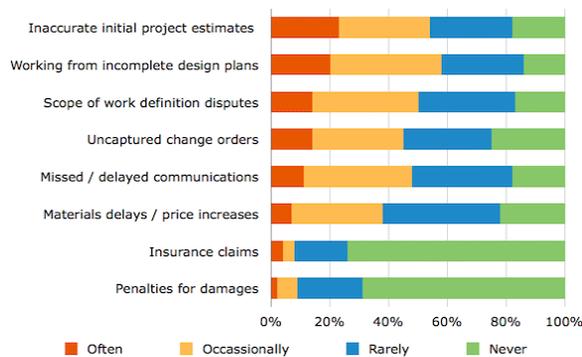


Fig 1. Principales causas de sobrecostos en proyectos
Fuente: Software Bank, 2018.

Por lo anterior, y en consecuencia con los sobrecostos a nivel mundial, nacional y local, la presente investigación suministrará las bases necesarias para que los directores de proyectos del sector privado en la industria colombiana puedan desarrollar estimaciones con los lineamientos adecuados en función de la clase de proyecto, y la etapa de estructuración.

Los lineamientos resultantes, son estandarizados, claros y prácticos, de tal forma que se asegura su máxima aplicación y la mínima intervención de factores humanos como los mencionados por [7]: optimismo, percepción, ajuste forzado del presupuesto, supuestos, y la memoria. De igual forma tiene un componente básico manejado de forma sistemática, y un componente de ambigüedad, incertidumbre y complejidad modelado en función de las características específicas de cada clase de proyecto, tal como lo plantea [8].

La metodología utilizada, contempló el uso de encuestas, entrevistas y un juicio de expertos con profesionales que se desempeñan en las empresas que componen el universo, permitió el desarrollo de planteamientos y propuestas acordes con los componentes típicos de los proyectos que se estudian en el sector privado colombiano, y el vocabulario y definiciones que es del dominio los futuros usuarios de los lineamientos.

La importancia de la presente investigación radica en el aporte que el resultado genera sobre la disminución del error

humano, y el logro de estimaciones más precisas para quienes sigan los lineamientos, así como el impacto positivo que esta mejora en los proyectos genera sobre las organizaciones, sin dejar de lado la premisa de que cada proyecto es único, y mitigando esta variable con un modelo de clasificación.

También se pretende lograr nuevos resultados en el área sobre las técnicas y herramientas propias para una clase específica de proyectos, minimizando las desviaciones que pudieran presentarse por la falta de conocimiento y/o experiencia en el manejo de las guías, estándares y/o lineamientos conocidos y utilizados por los profesionales de la gestión de proyectos.

III. MÉTODOS Y MATERIALES

Se presenta un marco de referencia para proyectos privados de arquitectura en Colombia, de tal forma que se establezcan los factores particulares que deben ser considerados en la estimación de costos, con base en las características de la disciplina (arquitectura) y la localización (Colombia).

En general, un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único [9]. La Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano [10], afirma que “el Arquitecto puede trabajar en el campo de la formulación y consolidación de un diseño, el cual se encuentra asociado a la construcción, ampliación, modificación, restauración entre otros, de una edificación o un grupo de edificaciones”.

Concluimos entonces que un proyecto arquitectónico es: un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único de un diseño, asociado a la construcción, ampliación, modificación y/o restauración de una edificación o un grupo de edificaciones.

Para cualquier iniciativa que sea considerada como un proyecto, existen factores intrínsecos que la fundamentación teórica indica que deben ser considerados: alcance del producto, alcance del proyecto, gestión del proyecto, costos ambientales, costos legales, costos financieros, reserva para contingencia y reserva de gestión. [11], define la estimación de costos como el proceso de desarrollar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades de un proyecto.

A su vez, la suma de los costos estimados para cada actividad o paquete de trabajo, permiten conformar el presupuesto estimado del proyecto. La palabra aproximación en esta definición sugiere una falta de exactitud, o un grado de incertidumbre típico, que suele ser inversamente proporcional al grado de maduración del proyecto, y que suele definir el tipo de estimación como: Nivel 1 u Orden de magnitud (-25% +75%), Nivel dos o Estimación presupuestal (-10% +25%) y Nivel 3 o Estimación definitiva (-5% +10%). Este último es sólo un ejemplo de una clasificación de los tipos de estimación en función de su nivel de exactitud, sin embargo, es usual que

varíe en función del sector, país, o de cada compañía en específico.

Los múltiples factores que influyen la estimación de costos, tales como: la definición del alcance, la definición del cronograma, la definición del plan de gestión de recursos humanos, el análisis de riesgo, los factores ambientales, la selección de la herramienta o técnica adecuada, y el factor humano en sí, hacen de este un proceso complejo, cuya ejecución deficiente ocasiona que los proyectos fracasen, incluso, sin haber iniciado su ejecución [7].

El juicio de expertos, la estimación análoga, la estimación paramétrica, la estimación ascendente y la estimación por tres valores, son algunas de las técnicas más usadas para estimar costos. Todas tienen algo en común, requieren de la participación humana para crear un pronóstico que considere los proyectos pasados, la experiencia personal y los conocimientos y técnicas específicas de la industria. Pero el proceso de estimación a menudo está sujeto a sesgos por parte del estimador [13]. En su investigación [13], sobre la influencia del factor humano en el proceso de estimación, sostiene que en la mayoría de los casos las estimaciones excesivamente optimistas se atribuyen al sesgo de optimismo, refiriéndose a la inclinación de los individuos a creer que es más probable que experimenten eventos favorables, y menos propensos a experimentar eventos negativos. que otras personas.

Una variable importante en la estimación de costos es el factor humano, [7] afirma que, con frecuencia, se hacen estimaciones analizando proyectos similares y determinando qué tan grande o pequeño es, comparado con el proyecto anterior y con base en los recursos y el cronograma más la diferencia en tamaño percibido, se ajustan los recursos y el cronograma a un nivel macro para formular un plan que se utiliza para determinar el esfuerzo y costo total del proyecto. Una vez que la estimación se desarrolla y se presenta a las partes interesadas, la estimación del proyecto se cuestiona y, en muchos casos, la estimación se reduce para alinearse con un objetivo presupuestario específico.

Lo que comúnmente se pasa por alto, sin embargo, es la conciliación del alcance y las suposiciones para alinearse con el presupuesto actualizado, lo que configura el proyecto para los desafíos una vez que la ejecución está en marcha [12].

En su artículo, [7] sugiere la necesidad de un enfoque estructurado y estandarizado que reduzca el error humano ocasionado por el optimismo, la percepción, la ansiedad por el logro de los objetivos que lleva a el ajuste forzado presupuestos, los supuestos, y la mala memoria, [14] la EDT es la demostración más obvia del valor de la estructuración en la gestión de proyectos, se reconoce como una herramienta importante al proporcionar un medio para estructurar el trabajo que se debe realizar para lograr los objetivos.

Otra jerarquía común en la gestión de proyectos es la estructura de desglose de costos (CBS), que de igual forma proporciona un medio para estructurar el presupuesto requerido para lograr los objetivos. Ambas estructuras son independientes, aunque pueden compartir puntos comunes.

Manejar una misma estructura para la EDT y la CBS puede ser un error conceptual que resulte en falencias en la definición del alcance o los componentes del costo, sin embargo, éstas podrían ser integradas, partiendo de los componentes del alcance y complementando con los del costo, proporcionando una base ideal para la estimación y conformación del presupuesto.

El paso inicial para lograr una buena estimación radica en la definición del alcance [15], o como se mencionó anteriormente la EDT. En este sentido, la definición de un enfoque estandarizado para un proceso de estimación requeriría a su vez la definición de una EDT y una CBS de igual forma estándar, sin embargo, uno de los mitos y conceptos erróneos comunes sobre los proyectos, es que todos los proyectos son iguales y pueden usar herramientas similares para todas las actividades [16], por tanto, la propuesta es clasificar los proyectos de tal forma que pueda seleccionarse el enfoque correcto para el proyecto correcto. En la investigación de campo realizada por [16], sobre más de 600 proyectos, los autores identifican que el éxito de los mismos depende en gran parte del uso del estilo adecuado de gestión.

Autores como Crawford, Hobbs, & Turner [17], han dedicado su investigación a la identificación de los sistemas potenciales de clasificación de proyectos, en su artículo se resaltan los siguientes: por tamaño, complejidad y familiaridad; por ciclo de vida o sector; y por tipo de contrato y términos de pago. Adicionalmente se consolidan todos los sistemas de clasificación como resultado de su investigación.

De otro modo, [18] propone que hay cuatro formas básicas en las que podemos establecer un sistema de clasificación de proyectos de la siguiente manera: ubicación geográfica; sector industrial; etapa del ciclo de vida del proyecto; y producto del proyecto.

[19] desarrolló un sistema de clasificación con tres clases de proyectos orientadas exclusivamente a definir el tipo de planeación requerida para cada caso.

Los elementos comunes en todas estas propuestas, es que siempre tienen un criterio de clasificación único que está directamente relacionado con el propósito de cada proyecto, y esto último es propio de cada investigación.

A. Tipo de Investigación

Con base en el alcance de la investigación, la presente se define como de tipo descriptiva. La fundamentación de los resultados se encuentra principalmente en la revisión documental y estudio bibliográfico, y su alcance se limita a la descripción del estado del arte, marco teórico y marco de referencia, y el uso del método inductivo para generar aportes, conclusiones y recomendaciones a partir del análisis y la observación. Las fuentes de información son de tipo primaria y secundaria.

B. Fuentes de Información

Las fuentes primarias corresponden a los profesionales y académicos colombianos de la gestión de proyectos de los cuales se obtuvo información de primera mano sobre el tema de investigación a través de entrevistas, encuestas y reuniones. Para el aseguramiento de la calidad de la información de las fuentes primarias, se seleccionaron únicamente personas vinculadas al campo de la gestión de proyectos en Colombia, con experiencia en procesos vinculados a la estimación de costos en proyectos.

De los perfiles consultados, y con respecto a su profesión base, la mayoría corresponden a ingenieros civiles con un 73% del total de la participación, seguido por un 20% de arquitectos y un 7% de ingenieros industriales; con respecto a la experiencia específica en proyectos, la persona con menor experiencia tiene 10 meses trabajando como Planeador de proyectos, y la de mayor experiencia tiene 420 meses vinculado a la gestión de proyectos y actualmente ejerce el cargo de Gerente de construcción fig. 2.

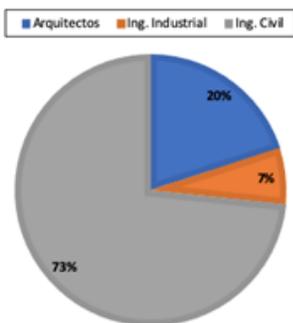


Fig 2. Profesión de personal encuestado
Fuente: Propia

De manera general, los cargos en los que se desempeñan las personas consultadas son:

- Planeador
- Director/Líder de proyecto
- Director de disciplina civil
- Residente
- Directora administrativa y financiera
- Sub-gerente
- Gerente de construcción
- Director de Interventoría
- Especialista en construcción
- Director comercial
- Líder Civil
- Coordinador de proyectos.

Las fuentes secundarias se refieren a la documentación consultada, de la cual se obtuvo información de autores reconocidos. La investigación bibliográfica se centró principalmente en la consulta de papers de revistas de investigación recomendadas tales como los publicados en la página del PMI, Science Direct, Project Management Journal

y el International Journal of Project Management; y estándares mundialmente reconocidos de organizaciones como PMI y AACE.

C. Muestra

El universo de la investigación corresponde a empresas privadas colombianas dedicadas al desarrollo de proyectos arquitectónicos, o que participan en la ejecución parcial del alcance en alguna de sus fases del ciclo de vida del proyecto, ejemplo de estas son conceptualización (caso de negocio), ingeniería, construcción.

La muestra fue tomada sobre más de 55 empleados del tipo de compañías que conforman el universo, los cuales fueron seleccionadas de forma intencional según criterio del investigador considerando el perfil de las fuentes planteado con anterioridad para el aseguramiento de la calidad de la información, es decir, el 100% del personal considerado como muestra, corresponde a profesionales vinculados al campo de la gestión de proyectos en Colombia, con experiencia en procesos estimación de costos en proyectos.

Las técnicas y métodos utilizados para la recolección de la información fueron:

- Revisión bibliográfica. Estudio y análisis de bibliografía proveniente de las fuentes secundarias descritas previamente. Extracción de aportes importantes y pertinentes para los objetivos planteados.
- Entrevistas. Desarrollo de entrevistas presenciales con profesionales del sector, haciendo uso del formulario definido para la encuesta como guion.
- Encuestas. Desarrollo de encuestas on-line mediante el uso de herramienta informática especializada para su estructuración y recolección de datos.
- Juicio de expertos. Análisis realizado con grupo de profesionales del sector (02 profesionales en Arquitectura, 01 profesional de Ingeniería civil, y autores), en pro de lograr definiciones, especialmente respecto a la clasificación y la definición en la estructura de desglose del costo.

Como resultado se identificaron 15 clases de proyectos arquitectónicos: Infraestructura, Viales, Vivienda, Institucionales, Industria, Comercio, Parques/deportivos, Centros educativos, Bioparques, Monumentos/Esculturas, Hotelero, Salud, Urbanísticos, Restauración, Remodelación (Ver Figura 3).

Con el fin de realizar una clasificación más precisa se aplicó el juicio de expertos y se preguntó sobre la posible forma de llevar todas las clases identificadas a clases menos dispersas y más específicas, el resultado fue la identificación de tres clases mayores que agrupan las clases previamente citadas, estas son: Construcción, Remodelación y Restauración.

En la figura 3 se presentan las clases identificadas por los entrevistados en la primera columna, y las tres clases identificadas por los expertos marcadas con una "X".

La descripción de cada una de ellas, se presentan a continuación:

- **Proyectos de construcción.** Se refiere a los proyectos cuyo alcance comprende todo el ciclo de vida de un proyecto nuevo, es decir, desde la fase de conceptualización, hasta la entrega, y se desarrolla sobre locaciones nuevas o greenfield.
- **Proyectos de remodelación.** Comprende los proyectos cuyo alcance se refiere a la modificación de instalaciones existentes o brownfield, además estos pueden incluir alcance de construcción en zonas greenfield.
- **Proyectos de restauración.** Comprende los proyectos cuyo alcance se limita a la modificación de instalaciones existentes o brownfield. Dentro de estos podemos encontrar actividades de mantenimiento o instalaciones comunes, y a instalaciones con condiciones especiales que deben ser protegidas por considerarse patrimonio.

Clases propuestas en resultados de la encuesta	Frecuencia	Clases resultantes juicio de expertos		
		Construcción	Remodelación	Restauración
Infraestructura	12	X		
Viales	8	X		
Vivienda	28	X	X	X
Institucionales	8	X	X	
Industria	2	X		
Comercio	8	X	X	X
Parques/deportivos	12	X		
Centros educativos	6	X	X	
Bioparques	1	X	X	
Monumentos/Esculturas	6	X	X	X
Hotelero	7	X	X	
Salud	3	X	X	
Urbanísticos	7	X		

Fig 3. Clasificación de proyectos Fuente: Propia

D. Lineamientos para Estimación de Costos

Los resultados de las encuestas también permitieron evidenciar que alrededor del 42% de las empresas en las que laboran los profesionales entrevistados, no cuentan con lineamientos claramente definidos para la estimación de costos ; alrededor del 36% de los procesos de estimación son llevados a cabo de manera individual y en casi el 20% de estas oportunidades por alguien que no hace parte del equipo del proyecto; adicionalmente, en casi el 30% de las ocasiones, la estimación se realiza por una única vez y no se madura en forma proporcional con el alcance del proyecto (Ver fig. 4, 5 y 6), todo lo anterior en contravía a las buenas prácticas citadas en capítulos anteriores.



Fig 4. Participantes en los procesos de estimación (resultados de encuesta) Fuente: Propia

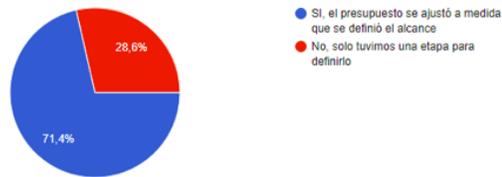


Fig 5. Maduración de los procesos de estimación (resultados de encuesta Fuente: Autor

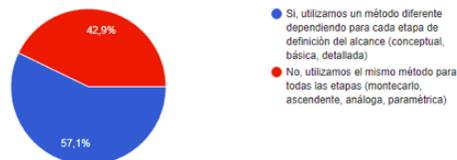


Fig 6. Método de estimación utilizado en función del proceso de maduración de la estimación (resultados de encuesta) Fuente: Propia

En la siguiente sección se despliega una propuesta de lineamientos para la estimación de costos de proyectos arquitectónicos del sector privado en la ciudad de Cartagena; para la definición de los mismos, se ha realizado un análisis de los modelos de estimación definidos previamente durante la fundamentación teórica, con el fin de extraer de ellos los lineamientos establecidos por los diferentes autores estudiados anteriormente [21]. Por ende, se obtienen como lineamientos para la estimación de costos las siguientes etapas:



Fig 7. Definición de método del alcance para proyectos de construcción Fuente: Propia

IV. RESULTADOS

Una vez definido los lineamientos generales que se deben seguir para un correcto proceso de estimación de costos, en esta sección se realizan las precisiones, para las clases que apliquen, de las particularidades de cada lineamiento según sea el caso.

A. Definición de Método del Alcance (para definir WBS)

- Proyecto de construcción

Tomando las bases teóricas de la investigación y los resultados del juicio de expertos realizado, se propone un método de entrega del alcance del producto organizado en un primer nivel por disciplina, y en un segundo nivel por etapa del proyecto.

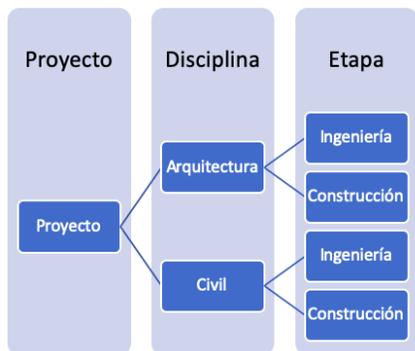


Fig 8. Definición de método del alcance para proyectos de construcción
Fuente: Propia

- Proyectos de remodelación

Tomando las bases teóricas de la investigación y los resultados del juicio de expertos realizado, se propone un método de entrega del alcance del producto organizado en un primer nivel por disciplina, y en un segundo nivel por etapa del proyecto, aplicando para este caso Ingeniería, Demolición y Construcción.

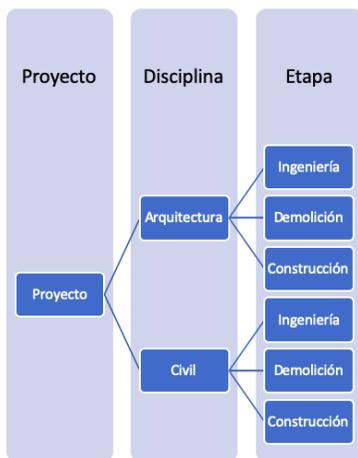


Fig 9. Definición de método del alcance para proyectos de remodelación
Fuente: Propia

- Proyecto de restauración

Para el caso de los proyectos de restauración, aplica la misma propuesta realizada para los proyectos de remodelación.

B. Definición de Atributos

La definición de los atributos es una actividad que depende directamente del alcance definido a través de las partidas. En este punto se recomienda considerar las variaciones típicas que existen entre los rendimientos de cada una de las clases de proyecto considerando lo siguiente:

- Proyecto de construcción

Suelen ser los proyectos con mayor rendimiento debido a que poseen menos limitaciones a la hora de su desarrollo. Todo se construye desde cero. Sin embargo, para todos los proyectos se deben considerar variaciones en los rendimientos según su localización geográfica y época del año, pues factores como la cultura y el clima pueden influir directamente sobre esta medida [20].

- Proyectos de remodelación

En comparación con los proyectos de construcción, presentan un rendimiento menor debido a las restricciones que se puedan presentar al construir sobre instalaciones existentes, así como el riesgo de encontrar locaciones que necesitan ser intervenidas para que proyecto salga adelante y que inicialmente no se encontraban incluidas en el alcance [20].

- Proyecto de restauración

Dependiendo de los requerimientos de la restauración puede variar su rendimiento, igualando a un proyecto de remodelación o siendo menor, en cualquier ocasión, nunca tendrá un rendimiento igual a los proyectos de construcción. Estos presentan las restricciones mencionadas de los proyectos de remodelación, además de una alta exigencia por cuidar los detalles para que las apariencias sean iguales a las existentes [20].

C. Definición de Cantidades a ser Estimadas

Este lineamiento se aplica de la misma manera independientemente de la clase de proyecto, las variaciones que puedan presentarse dependerán directamente de las diferencias en los atributos, para los cuales como se mencionó con anterioridad, son los determinantes de las cantidades.

Las cantidades también podrían diferir para cada proyecto en función de los riesgos típicos de cada uno, sin embargo, esto corresponde a un lineamiento posterior.

D. Definición de Método de Estimación

Su elección depende del nivel de exactitud requerido para la estimación, por tanto, no varía en función del alcance del proyecto, sino en función de la etapa del ciclo de vida en que este se encuentre. De la experiencia de los autores y el juicio de experto, se sugiere que:

- El juicio de expertos puede ser usado en cualquiera de las etapas de proyecto, sin embargo, debe ser usada como una herramienta de validación de los resultados arrojados por otra.
- La estimación análoga es recomendada para estimaciones de orden de magnitud donde los requerimientos de precisión son

bajos y se puede estimar un valor en función de otro proyecto. El grado de exactitud está directamente influenciado con el nivel de similitud que exista con el proyecto que se compara (ningún proyecto es igual a otro) y la veracidad de la información utilizada (validar que realmente se están viendo todos los costos en los que se incurrió).

- La estimación paramétrica y estimación por tres valores proveen un nivel de confiabilidad en función de la calidad de la información de entrada con que se alimentan los parámetros y probabilidades. Es indispensable además que los parámetros se calculen con base en los mismos componentes. Por ejemplo, si se desea definir el valor promedio de la hora hombre con base en los históricos, se debe validar que los costos sean comparables en las mismas condiciones, y no que por ejemplo un dato contemple el valor de la hora sin prestaciones sociales y otro con prestaciones sociales. Lo anterior es la razón por la que muchas multinacionales tienen una estructura de costos en la cual los costos ambientales y legales se diferencian de los otros costos, tal y como se planteó en la CBS propuesta.

- La estimación ascendente es un método que sirve para estimar un componente del trabajo. El costo de cada paquete de trabajo o actividad se calcula con el mayor nivel posible de detalle. El costo detallado se resume posteriormente o se “acumula” en niveles superiores para fines de reporte y seguimiento. En general, la magnitud u otros atributos de la actividad o del paquete de trabajo individuales influyen en el costo y la exactitud de la estimación ascendente de costos [9]. Por lo anterior, es el método más recomendado para las estimaciones finales que requieren el mayor nivel de exactitud.

E. Definición de Fuentes de Información

Al igual que en el lineamiento anterior, la elección de la fuente depende del nivel de exactitud requerido para la estimación, por tanto, no varía en función del alcance del proyecto, sino en función de la etapa del ciclo de vida en que este se encuentre y del método de estimación seleccionado. De manera general la mayoría de los métodos de estimación suelen basarse en información histórica proveniente de otros proyectos, a excepción de la estimación ascendente, que usualmente está soportada por cotizaciones de cada componente al nivel más bajo.

F. Definición del Equipo de Estimación

Como se explicó anteriormente, la definición del equipo de estimación depende directamente de las partes interesadas, las cuales pueden o no ser parte del equipo del proyecto, en concordancia con lo anterior, este deberá ser definido una vez sea definido el alcance, y no depende en particular de las clases de proyecto identificadas. La recomendación con respecto a este lineamiento es involucrar en el proceso personas con conocimiento y experiencia en el área de interés, y que el equipo sea liderado, así como el ejercicio, por un estimador de costos profesional o similar.

G. Identificación de Riesgos

Al igual que la gestión del alcance este es un proceso externo, es decir, no se desarrolla durante el proceso de estimación de costos, sin embargo, sus resultados funcionan como entrada para la estimación, en especial para la validación final del alcance y la definición de las contingencias.

Para cada clase de proyecto se recomienda realizar un análisis de los riesgos que pudieran afectar la estimación, utilizando tanto la CBS como RBS, de tal forma que se evalúen todos los aspectos que componen el alcance de la estimación.

- Proyecto de construcción

Aplican todos los componentes indicados en la estructura de desglose. Con respecto a las otras clases, esta contiene dos elementos que deben ser tenidos en cuenta: Gestión ambiental y Gestión Social.

- Proyectos de remodelación

El igual que los proyectos de construcción, presenta riesgos asociados a la gestión ambiental, sin embargo, estos tienen un alcance distinto consideran que usualmente solo requieren la actualización de los requisitos ambientales, como el estudio de impacto ambiental, sin embargo, durante este proceso podrían presentarse retrasos, o nuevos requerimientos, que podrían afectar el estimado.

A diferencia de los proyectos de construcción, a esta clase no se asocian riesgos de gestión social pues se entiende que, al existir instalaciones construidas, todos estos han sido superados. En adición a los proyectos de construcción, los de remodelación poseen un componente adicional que debe ser evaluado y se refiere al alcance de las demoliciones que sean necesarias.

- Proyecto de restauración

El alcance del análisis de los riesgos de esta clase de proyectos es muy similar a los proyectos de remodelación, a excepción del componente ambiental que en este no se incluye.

Por otra parte, si el proyecto de restauración corresponde a un bien considerado como patrimonio histórico, en los aspectos legales se deben considerar específicamente los requerimientos de ley asociados a este tipo de edificaciones.

H. Estimación de Cantidades

Para este lineamiento no existe una distinción para cada clase de proyecto, los costos se definen en función de las cantidades, el método y la fuente.

I. Descripción de Supuestos y Bases de la Estimación

Para este lineamiento no existe una distinción para cada clase de proyecto. Los supuestos y las bases de estimación son una buena práctica que debe ser llevada a cabo para cualquier clase de proyecto.

V. CONCLUSIONES

El estudio de los fundamentos teóricos, la participación durante la investigación de los profesionales del área con la atención a las encuestas y el juicio de expertos permitió determinar los lineamientos básicos para la estimación de costos de proyectos arquitectónicos, considerando aportes existentes de autores reconocidos, y con base en un modelo único de clasificación desarrollado usando el alcance como criterio.

Los resultados de la investigación permitirán a las compañías y profesionales que lo utilicen como guía, la reducción de errores humanos que pudieran presentarse cuando no existen directrices claras sobre el proceso de estimación. No obstante, el factor humano sigue estando presente en cada uno de los lineamientos, así como los riesgos, por lo que el conocimiento y la experiencia del estimador continúan siendo factores críticos que deben ser tenidos en cuenta al momento de asignar la persona encargada del proceso, adicionalmente, y según el último lineamiento definido, el factor humano siempre será necesario para la validación de los resultados arrojados, incluso por herramientas informáticas.

Determinar los factores externos e internos que típicamente componen los proyectos arquitectónicos en colombiana, permitió identificar que de manera general los proyectos pueden ser iguales en su estructura hasta un segundo grado de detalle, sin embargo, su diferenciación se presenta a medida que se profundiza en las especificaciones de su alcance. Como resultado de la investigación se puede determinar que las siguientes categorías, como primer nivel de una CBS son aplicables a cualquier tipo de proyecto: alcance del producto, alcance del proyecto, costos de gestión asociados, costos ambientales, costos legales, costos financieros y reservas de contingencia y gestión.

El desarrollo de un modelo de clasificación permitió estudiar las particularidades de los proyectos considerados y establecer diferencias en su alcance, sin embargo, la imposibilidad de llegar a un nivel más detallado, a la vez que se abarcaban todas las iniciativas posibles de arquitectura en el País, solo permitió la identificación de tres aspectos de la CBS que varían en función de las clases: Inclusión de actividades de demolición, gestión ambiental y gestión social.

Conocer las opiniones de los profesionales del sector sobre las formas en las que pueden clasificarse los proyectos, fue importante para el desarrollo de un contenido acorde con los conceptos y terminología que los futuros usuarios de los lineamientos dominan, de igual forma, las entrevistas y el juicio de expertos con los profesionales de mayor rango fueron cruciales para la definición de las clases definitivas, pero sobre todo para la definición de los contenidos básicos de la

estructura de desglose de costos en función de cada clase, aspecto que solo podía haber sido definido de esta forma pues, los componentes de cada categoría definida varían en función de la especialidad (arquitectura), el sector (privado), y la locación (Colombia), razón por la que estos perfiles en específico eran necesarios para el cumplimiento del objetivo.

La definición de los lineamientos básicos solo fue posible a partir del uso de los resultados de las investigaciones de otros autores como referencia, de esta forma también se pudo asegurar la selección y definición de lineamientos reconocidos por los profesionales del área, y en muchos casos validados, agregando calidad y soporte a los mismos. La inclusión de lineamientos comunes entre las propuestas de los autores estudiados garantiza lo fundamental que estos son para el proceso de estimación, por otra parte, la inclusión de lineamientos específicos propuestos por autores particulares asegura que no se obvien oportunidades de mejora que ya han sido identificadas en el proceso. Como resultado de lo anterior, los 11 lineamientos minimizan la aparición de errores humanos a causa de la no ejecución de actividades claves durante la estimación.

La clasificación utilizada permitió la identificación de variaciones entre las clases para la aplicación de cuatro de los once lineamientos identificados: definición de método del alcance, definición del alcance, definición de atributos, e identificación de riesgos; para los otros siete lineamientos: definición de cantidades a ser estimadas, definición del método de estimación, definición de fuentes de información, definición del equipo de estimación, estimar cantidades, descripción de supuestos y bases de estimación, y validación del estimado, luego del análisis se identificó que su aplicación se presenta de igual forma para todas las clases. Los hallazgos encontrados evidencian que si existen diferencias entre clases que pueden tener un impacto sobre el proceso de investigación.

VI. RECOMENDACIONES

Explorar sobre otras formas de clasificar los proyectos arquitectónicos en Colombia, de tal forma que el modelo permita una mayor diferenciación entre los mismos y por ende una mayor individualización de los lineamientos.

Como criterio de clasificación se recomienda especialmente la etapa del ciclo de vida del proyecto, considerando que, durante el estudio de los 11 lineamientos, se identificó que más de la mitad de estos varían en función de la etapa en la que se desarrolla la estimación, asociada al nivel de madurez del alcance y los requerimientos de precisión en las cantidades y valores.

Explorar la posibilidad de desarrollar la investigación, invirtiendo la secuencia en la que se desarrolló esta investigación, es decir, estableciendo primero los lineamientos, y luego estableciendo para cada uno de estos un modelo de clasificación, de tal forma que la adaptación de los mismos se realice en función de las variables que interfieren para la toma de decisiones sobre las alternativas que cada uno

tiene; de esta forma para cada lineamiento podría definirse un clasificación en función de: el alcance, el ciclo de vida, o cualquier otro criterio que se considere pertinente.

Las compañías que deseen implementar los lineamientos aquí definidos, o tomarlos como guía para la estructuración de sus procedimientos, pueden llegar a un nivel mayor de detalle en la estructuración de la EDT y CBS, considerando los componentes del alcance específicos de los proyectos llevados a cabo por la misma.

Estandarizar los lineamientos para cada compañía, de tal forma que las estimaciones sean comparables para cada clase de proyecto, permitiendo con el tiempo generar indicadores que faciliten el desarrollo de estimaciones paramétricas con mayor exactitud.

REFERENCIAS

- [1] Portafolio, «Presupuesto de Ruta del Sol sube 17,6%; pasó de \$2,04 billones en la licitación fallida a \$2,4 billones,» 7 Junio 2010. [En línea]. Available: <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/presupuesto-ruta-sol-sube-17-paso-04-billones-licitacion-fallida-billones-421530>.
- [2] Portafolio, «Con regalías se construyó colegio para solo 33 estudiantes,» 13 Marzo 2012. [En línea]. Available: <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/regalias-construyo-colegio-33-estudiantes-115282>.
- [3] RCN, «La Ruta del Sol II, adjudicada a Odebrechet, tuvo un valor total de 3.2 billones de pesos,» 16 Enero 2017. [En línea]. Available: <http://www.noticiarcn.com/nacional-pais/ruta-del-sol-ii-adjudicada-odebrechet-tuvo-un-valor-total-32-billones-pesos>.
- [4] Figueroa Alcázar, H. (08 de Septiembre de 2010). Despega Puerto Bahía. Obtenido de [www.eluniversal.com.co](http://www.eluniversal.com.co/cartagena/economica/despega-puerto-bahia): <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/economica/despega-puerto-bahia>
- [5] De Ávila Romero, J. (07 de Septiembre de 2014). Puerto Bahía iniciaría operaciones a final de año. Obtenido de [www.eluniversal.com.co](http://www.eluniversal.com.co/cartagena/puerto-bahia-iniciaria-operaciones-final-de-ano-170163): <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/puerto-bahia-iniciaria-operaciones-final-de-ano-170163>
- [6] Software advice. (5 de Junio de 2018). [/www.softwareadvice.com](http://www.softwareadvice.com). Obtenido de Construction Project Management Software UserView | 2013: <https://www.softwareadvice.com/construction/userview/project-management-report-2013/>
- [7] Archer, S., & Lesczynski, M. (2012). Estimation: go parametric to reduce the "hectic". Project Management Institute.
- [8] Bredillet, C. (2011). From the Editor: Embracing a Modeling Perspective. *Project Management Journal*, 42(3), 2-3. doi:<http://dx.doi.org/10.1002/pmj.20245>
- [9] PMI. (2017). *PMBOK Guía De Los Fundamentos Para La Dirección De Proyectos*. Newtown square: PMI.
- [10] Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. (2 de Abril de 2018). Arquitectura. Obtenido de Perfiles: <http://www.utadeo.edu.co/es/link/arquitectura/41/layout-3/perfiles>
- [11] PMI. (2013). *Guía del PMBOK (Quinta ed.)*. Newton Square, Pensilvania: Project Management Institute.
- [12] AACE, «AACE International,» 5 Abril 2018. [En línea]. Available: <http://web.aacei.org/about-aace/what-is-cost-engineering>.
- [13] W. G. Meyer, «Estimating: the science of uncertainty,» *Project Management Institute*, 2016.
- [14] D. Hillson, «Understanding risk exposure using multiple hierarchies,» *Project Management Institute*, 2007.
- [15] A. A. DeMarco, «Five questions a project manager should ask about every estimate,» *Project Management Institute*, 2008.
- [16] A. Shenhar, D. Dvir, T. Lechler y M. Poli, «One size does not fit all—true for projects, true for frameworks,» *Project Management Institute*, 2002.
- [17] L. Crawford, J. B. Hobbs y J. R. Turner, «Investigation of potential classification systems for projects,» *Project Management Institute*, 2002.
- [18] R. Youker, «The difference between different types of projects,» *Project Management Institute*, 1999.
- [19] P. Matin y K. Tate, «What's your type?,» *PM Network*, vol. 13, n° 4, p. 27, 1999.
- [20] [13]LEGIS. (2018). Informe especial. CONSTRU DATA EDICIÓN 186, 233.
- [21] R. Evaristo y P. C. Van Fenema, «A typology of project management: emergence and evolution of new forms,» *International Journal of Project Management*, pp. 275-281, 1999.