

**Desarrollo para lineamientos de estimación de costos para proyectos privados  
arquitectónicos, con base en un modelo de clasificación único**

**Manuel Castillo**

**Trabajo de Grado Para Optar al Título de Magister en Gerencia de Proyectos**

**Universidad Tecnológica de Bolívar  
Facultad de Ingeniería  
Maestría en Gerencia de Proyectos  
Cartagena de Indias  
2018**

**Desarrollo para lineamientos de estimación de costos para proyectos privados  
arquitectónicos, con base en un modelo de clasificación único**

**Manuel Castillo**

**Trabajo de Grado Para Optar al Título de Magister en Gerencia de Proyectos**

**Raúl Padrón (Tutor)**

**Universidad Tecnológica de Bolívar  
Facultad de Ingeniería  
Maestría en Gerencia de Proyectos  
Cartagena de Indias  
2018**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

Cartagena de Indias, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

## **DEDICATORIA**

Dedico a mi familia este logro personal y profesional. Gracias a ellos, por brindarme apoyo incondicional en momentos donde más lo necesité. Gracias por esos consejos que llegaban en el momento justo y sirvieron de aliento para continuar. Gracias a mi padre celestial por haberme entregado esta familia como medio para llevarme su palabra de vida que alimenta mi espíritu.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia quiero dedicar esta tesis de grado a Dios, por haberme permitido ubicarme en el momento y el tiempo oportuno para hacerme ver que este aprendizaje me iba a servir para mi futuro profesional y personal.

A mis padres, por haberme dado el mayor de los regalos intangibles que es el estudio. Gracias por su empuje, poder ver a lo largo de mi vida que no hay que desistir de lo que uno se propone.

A mi empresa donde trabajo, por darme el tiempo y espacio para poder terminar mis estudios

A mi tutor, por haber dispuesto de su tiempo y paciencia para sacar adelante mi tesis de grado

A mis compañeros de clase por haber compartido estos 4 semestres de estudio

A mis profesores de todas las materias que hicieron parte de esta maestría por haber colocado un granito de arena en mi aprendizaje

A todas las personas que de una u otra forma ayudaron a lograr una meta más en mi vida.

Gracias de corazón!

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	12
ABSTRACT .....	13
1. INTRODUCCIÓN .....	14
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	15
3. OBJETIVOS .....	18
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
4. JUSTIFICACIÓN .....	19
5. PERSPECTIVA TEÓRICA .....	20
5.1. MARCO TEÓRICO .....	20
5.1.1. Clasificación De Proyectos.....	20
5.1.2. Gestión del Alcance del Proyecto bajo el Enfoque PMI .....	22
5.1.3. Estimación de Costos bajo el enfoque PMI.....	24
5.1.4. Glosario .....	27
5.2. MARCO DE REFERENCIA PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PROYECTOS PRIVADOS ARQUITECTÓNICOS EN COLOMBIA .....	31
5.3. ESTADO DEL ARTE .....	34
6. MARCO METODOLÓGICO .....	54
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	54
6.2. FUENTES .....	54
6.3. MUESTRA .....	56
6.4. TÉCNICAS Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	56
6.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	57
6.6. ESTRUCTURA DE LA ENCUESTA .....	57
6.7. ESTRUCTURA DE LA ENTREVISTA .....	58
6.8. ESTRUCTURA DEL JUICIO DE EXPERTOS .....	58
7. CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS .....	60
7.1. CLASES DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS .....	60
7.1.1. Proyectos de construcción. ....	61

7.1.2.	Proyectos de remodelación.....	61
7.1.3.	Proyectos de restauración.....	61
7.2.	CBS ESTÁNDAR Y COMPONENTES BÁSICOS PARA CADA CLASE DE PROYECTO	62
8.	LINEAMIENTOS PARA ESTIMACIÓN DE COSTOS .....	72
8.1.	DEFINICIÓN DE MÉTODO DEL ALCANCE (PARA DEFINIR WBS)	76
8.2.	DEFINICIÓN DEL ALCANCE	78
8.3.	DEFINICIÓN DE ATRIBUTOS	79
8.4.	DEFINICIÓN DE CANTIDADES A SER ESTIMADAS	80
8.5.	DEFINICIÓN DE MÉTODO DE ESTIMACIÓN	80
8.6.	DEFINICIÓN DE FUENTES DE INFORMACIÓN	81
8.7.	DEFINICIÓN DEL EQUIPO DE ESTIMACIÓN	81
8.8.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	82
8.9.	ESTIMACIÓN DE CANTIDADES	82
8.10.	DESCRIPCIÓN DE SUPUESTOS Y BASES DE LA ESTIMACIÓN	83
8.11.	VALIDACIÓN DEL ESTIMADO	84
9.	LINEAMIENTOS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA CLASES DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS .....	85
9.1.	DEFINICIÓN DE MÉTODO DEL ALCANCE (PARA DEFINIR WBS)	85
9.1.1.	Proyectos de construcción .....	85
9.1.2.	Proyectos de remodelación.....	86
9.1.3.	Proyectos de restauración.....	86
9.2.	DEFINICIÓN DEL ALCANCE	87
9.3.	DEFINICIÓN DE ATRIBUTOS	88
9.3.1.	Proyectos de construcción .....	88
9.3.2.	Proyectos de remodelación.....	88
9.3.3.	Proyectos de restauración.....	88
9.4.	DEFINICIÓN DE CANTIDADES A SER ESTIMADAS	89
9.5.	DEFINICIÓN DE MÉTODO DE ESTIMACIÓN	89
9.6.	DEFINICIÓN DE FUENTES DE INFORMACIÓN	90
9.7.	DEFINICIÓN DEL EQUIPO DE ESTIMACIÓN	90
9.8.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	91
9.8.1.	Proyectos de construcción .....	91

9.8.2.	Proyectos de remodelación.....	91
9.8.3.	Proyectos de restauración.....	92
9.9.	ESTIMACIÓN DE CANTIDADES	92
9.10.	DESCRIPCIÓN DE SUPUESTOS Y BASES DE LA ESTIMACIÓN	92
9.11.	VALIDACIÓN DEL ESTIMADO	93
10.	MANUAL INSTRUCTIVO PARA LA ESTIMACION DE COSTOS .....	94
11.	CONCLUSIONES.....	103
12.	RECOMENDACIONES .....	105
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	106
14.	ANEXOS.....	108

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Clasificación de proyectos por ciclo de vida o sector .....	38
TABLA 2. Clasificación de proyectos por tipos de contrato y términos de pago ....	42
TABLA 3. Clasificación de proyectos .....	61
TABLA 4. CBS Estándar .....	62
TABLA 5. CBS por clase de proyecto .....	66
TABLA 6. Análisis de modelos de estimación .....	74
TABLA 7. Técnicas y herramientas para la definición del alcance .....	87

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Principales causas de sobrecostos en proyectos .....	16
Ilustración 2. Categorización de proyectos según cantidad y localización.....	21
Ilustración 3. Matriz Objetivos y Métodos.....	21
Ilustración 4. Clasificación de proyectos de construcción .....	22
Ilustración 5. Gestión del alcance del proyecto.....	23
Ilustración 6. Estimar los costos: Diagrama de flujo de datos.....	25
Ilustración 7. Conceptos básicos sobre los cuales se construyó PE y PS.....	45
Ilustración 8. Elementos de las herramientas PE y PS .....	46
Ilustración 9. Proceso de estimación de Meyer.....	47
Ilustración 10. Modelo es estimación de DeMarco.....	48
Ilustración 11. Modelo de estimación de Chou .....	49
Ilustración 12. Modelo conceptual SSM etapa de inicio .....	51
Ilustración 13. Modelo conceptual SSM etapa de licitación .....	52
Ilustración 14. Modelo conceptual SSM etapa de iniciación .....	53
Ilustración 15. Profesión de personal encuestado .....	55
Ilustración 16. Porcentaje de empresas que tienen lineamientos definidos para estimación de costos (resultados de encuesta) .....	72
Ilustración 17. Participantes en los procesos de estimación (resultados de encuesta) .....	72
Ilustración 18. Maduración de los procesos de estimación (resultados de encuesta) .....	73
Ilustración 19. Método de estimación utilizados en función del proceso de maduración de la estimación (resultados de encuesta).....	73
Ilustración 20. Lineamientos para la estimación de costos .....	76
Ilustración 21. Ejemplo 1 método de entrega.....	77
Ilustración 22. Ejemplo 2 método de entrega.....	78
Ilustración 23. Ejemplo de atributos por partida .....	79
Ilustración 24. Ejemplo de validación de estimación por fases del ciclo de vida del proyecto.....	84
Ilustración 25. Definición de método del alcance para proyectos de construcción	85
Ilustración 26. Definición de método del alcance para proyectos de remodelación .....	86

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta – Muestra de las diligenciadas por los participantes.....	108
Anexo 2. Consolidación de resultados .....	113
Anexo 3. Instructivos por clase .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 4. Lista de chequeo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 5. Ejemplo - Lista de chequeo.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación despliega una propuesta de lineamientos de estimación de costos para proyectos privados arquitectónicos en Colombia.

Partiendo de la teoría de que un modelo de clasificación permite tener desarrollos más específicos en función de las particularidades de cada proyecto, tres clases fueron definidas en función del alcance, y los lineamientos fueron ajustados a cada una de ellas. Como resultado de la investigación, se entrega además de los lineamientos mencionados, una estructura de desglose de costos (CBS) para cada clase de proyecto con los paquetes típicos que componen su presupuesto en términos de alcance del producto, alcance del proyecto, costos de gestión asociados, costos ambientales, costos legales, costos financieros y reservas de contingencia y gestión. El objetivo, es aportar a las empresas colombianas elementos de fácil entendimiento y uso, que le permitan desarrollar estimaciones más precisas, reduciendo el riesgo de desviaciones en costos a causa de este factor.

**Palabras clave:** Estimación, CBS, clasificación

## **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

## 1. INTRODUCCIÓN

El propósito de la presente 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 amoldadas a sus necesidades específicas.

Las razones que motivaron la labor investigativa son producto de los comentarios frecuentes que se dan en ambientes académicos, laborales, e incluso personales, sobre las frecuentes desviaciones en costos en los proyectos en general, y los efectos negativos que estos traen consigo sobre la rentabilidad de las empresas, y, por ende, por las decisiones que se generan a partir de esta situación, sobre las condiciones laborales de los colaboradores.

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 que es esta la profesión base del autor, y sobre la cual posee amplio conocimiento y experiencia.

Adicionalmente, la investigación incorpora teorías planteadas por otros autores sobre las ventajas de los modelos de clasificación de proyectos para desarrollar investigaciones y definiciones más específicas, 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 su desarrollo, el autor realiza una propuesta de clasificación en función del alcance de los proyectos, que finalmente es utilizada para amoldar los lineamientos recomendados a cada una de las clases definidas.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

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% (Portafolio, 2010); Colegios de Puerto Gaitán, con una desviación en el presupuesto entre 20% y 30% (Portafolio, 2012); La ruta del sol II, con desviación del 33% (RCN, 2017); El reconocido caso de Reficar, con sobrecostos de hasta 6 KUSD (López Suárez, 2017); y Puerto Bahía, proyecto para el que inicialmente se informó sobre una inversión de 250 MUSD (Figueroa Alcázar, 2010), y finalmente se informó sobre un costo de 580 MUSD (De Ávila Romero, 2014)

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:

Reducción de 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.

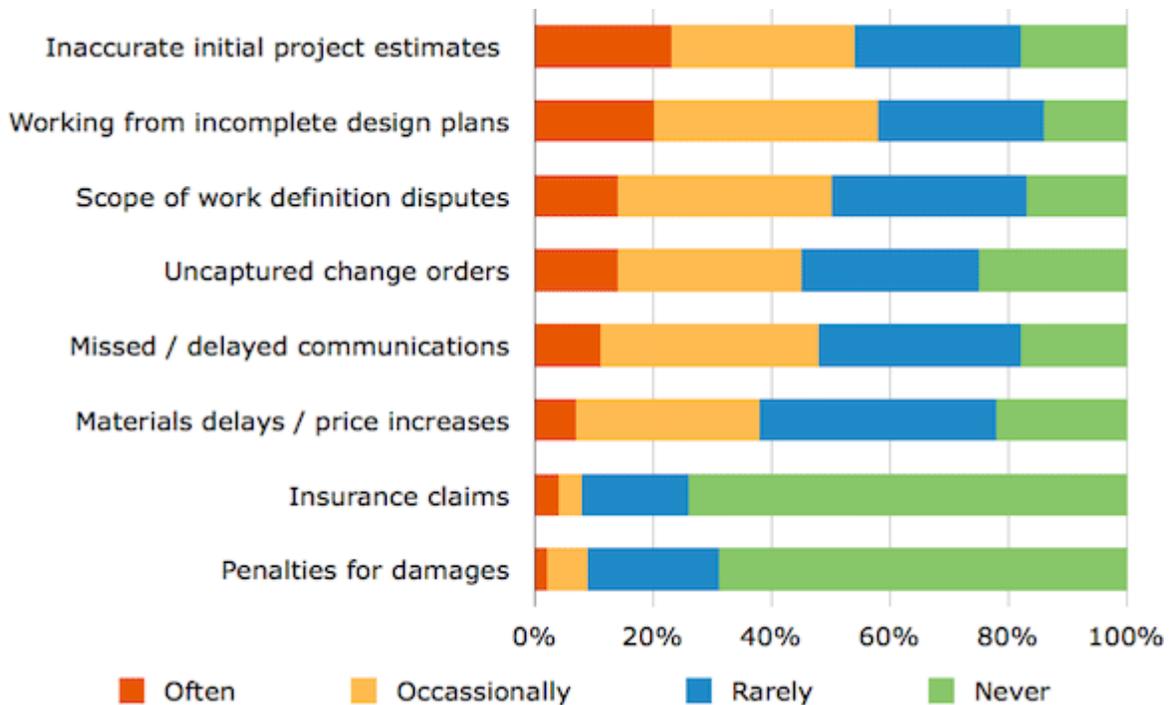
Pérdidas de oportunidades de inversión. Cuando se asignan recursos de más a un proyecto, y estos pudieron utilizarse en otro.

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 repetidas ocasiones, desarrolló en el año 2013 una encuesta durante dos meses a la industria de la construcción, para crear un Software de administración de proyectos de construcción (Software advice, 2018). Uno de los focos de la encuesta fue la identificación de los obstáculos que se presentan para 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 ilustración #1 muestra las respuestas de mayor a menor porcentaje de participantes que identifican el obstáculo como uno que encuentran.

Ilustración 1. Principales causas de sobrecostos en proyectos



Fuente: Software Advice (2018)

Los principales obstáculos para la ejecución de proyectos dentro del presupuesto partían de estimaciones imprecisas del proyecto inicial (es decir, la estimación del

licitador demasiado baja en el proyecto) y el trabajo a partir de planes incompletos. Esto refuerza la importancia de la fase previa a la construcción (es decir, los procesos de despegue, estimación y licitación) y demuestra cuán crítico es crear ofertas completas y precisas para mantenerse dentro del presupuesto (Software advice, 2018).

También es de destacar que la actual situación económica del País, en conjunto con los altos niveles de competencia que manejan las firmas de gestión de proyectos en Colombia, obliga diariamente a que las compañías sean más asertivas y eficientes en lo que a gestión de presupuesto se refiere, en especial las pertenecientes al sector privado que buscan el ánimo de lucro en la ejecución de su actividad.

Es poca la información oficial a la que se puede acceder referente a los procesos, técnicas, herramientas y lecciones aprendidas relacionadas con el proceso de estimación de costos en las compañías privadas, sin embargo, las conversaciones entre los profesionales del área y las discusiones que se presentan en escenarios académicos dan muestra de las falencias existentes.

Son múltiples las variables que influyen en el éxito de una estimación de costos: la correcta definición del alcance, la técnica y herramienta de estimación utilizada, la experiencia del estimador, entre otras; sin embargo, el factor humano y sus particularidades, es común a cada una de ellas, como lo menciona Archer & Lesczynski (2012), que destaca el optimismo, la percepción, el ajuste forzado del presupuesto, los supuestos, y la memoria, como algunos de los más comunes.

El presente trabajo de investigación procura aportar a la solución de la problemática mediante la definición de lineamientos para la estimación de costos de proyectos privados arquitectónicos en Colombia. Su no ejecución disminuiría las posibilidades de que las compañías del sector puedan acceder a implementar buenas prácticas de estimación ajustadas a sus necesidades específicas, permitiéndoles obtener mejores resultados en la ejecución de los proyectos.

Considerando lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué lineamientos pueden establecerse para la estimación de costos de proyectos privados arquitectónicos, que permitan la reducción de los errores ocasionados por el factor humano?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar los lineamientos básicos para la estimación de costos de proyectos arquitectónicos, basados en un modelo único de clasificación que los amolde a las características específicas de cada clase, con el fin de reducir los errores ocasionados por el factor humano.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar los factores externos e internos que típicamente componen los proyectos arquitectónicos en colombiana, con el fin de establecer un marco de referencia para el desarrollo del modelo de clasificación.
- Desarrollar un modelo de clasificación basado en un criterio único, que permita diferenciar estructuras típicas del alcance de los proyectos.
- Definir lineamientos básicos para la estimación de costos de proyectos arquitectónicos, de forma que se reduzcan los errores ocasionados por el factor humano.
- Adaptar los lineamientos de estimación para cada clase de proyecto, con el fin de asegurar la aplicación de las técnicas y herramientas adecuadas para cada clase de proyecto y reducir los errores ocasionados por el factor humano.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de 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 Archer & Lesczynski (2012): 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 Bredillet (2011).

La metodología utilizada, que 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 dominan los futuros usuarios de los lineamientos.

La importancia de la presente investigación radica en el aporte que el resultado de la misma 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 genera en los proyectos sobre los números de las organizaciones, sin dejar de lado la premisa de que cada proyecto es único, y mitigando esta variable con un modelo de clasificación.

El resultado de la investigación a su vez, pretende arrojar nuevos resultados en el área sobre las técnicas y herramientas apropiadas para clase específicas de proyectos, aboliendo las desviaciones que pudieran presentarse por la falta de conocimiento y/o experiencia para la adaptación de las guías, estándares y/o lineamientos conocidos y utilizados por los profesionales.

## **5. PERSPECTIVA TEÓRICA**

### **5.1. MARCO TEÓRICO**

En el presente sub capítulo se desarrollan los tópicos que componen la base de los fundamentos teóricos utilizados en la investigación. El primer tópico hace referencia a las clasificaciones de proyectos, y es la base para el desarrollo del segundo objetivo específico, para este se realizan definiciones en función de las principales teorías y propuestas de otros investigadores. El segundo tópico corresponde a la gestión del alcance, la cual se contempla considerando que el alcance es el punto de partida para lograr una buena definición. Y el tercer y último tópico, corresponde a la base del objetivo general que es de la investigación, y objetivos específicos tres y cuatro, y hace referencia al proceso de estimación de costos. Los tópicos dos y tres fueron desarrollados bajo el enfoque del PMI, considerando este como un organismo reconocido y con planteamientos mundialmente aceptados y validados. De igual forma, se plantea un glosario de términos, con base en las definiciones de la misma organización.

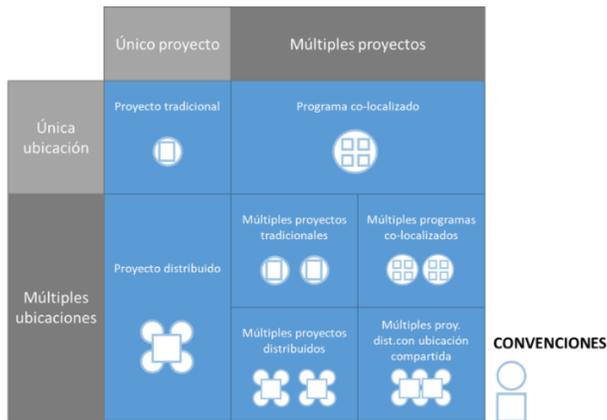
#### **5.1.1. Clasificación De Proyectos**

Consiste en la agrupación de proyectos de características similares en función de criterio(s) de clasificación único(s), que se define en función de los objetivos que se pretenden con la clasificación, lo que significa que cada clasificación es única y, por lo tanto, a menos que el criterio de clasificación sea exactamente el mismo, los resultados podrán ser comparables, de lo contrario se corre el riesgo de obtener resultados errados.

A continuación, se muestran algunos modelos de clasificación encontrados durante la revisión bibliográfica realizada, adicionales a los que se muestran en la TABLA 1 y TABLA 2.

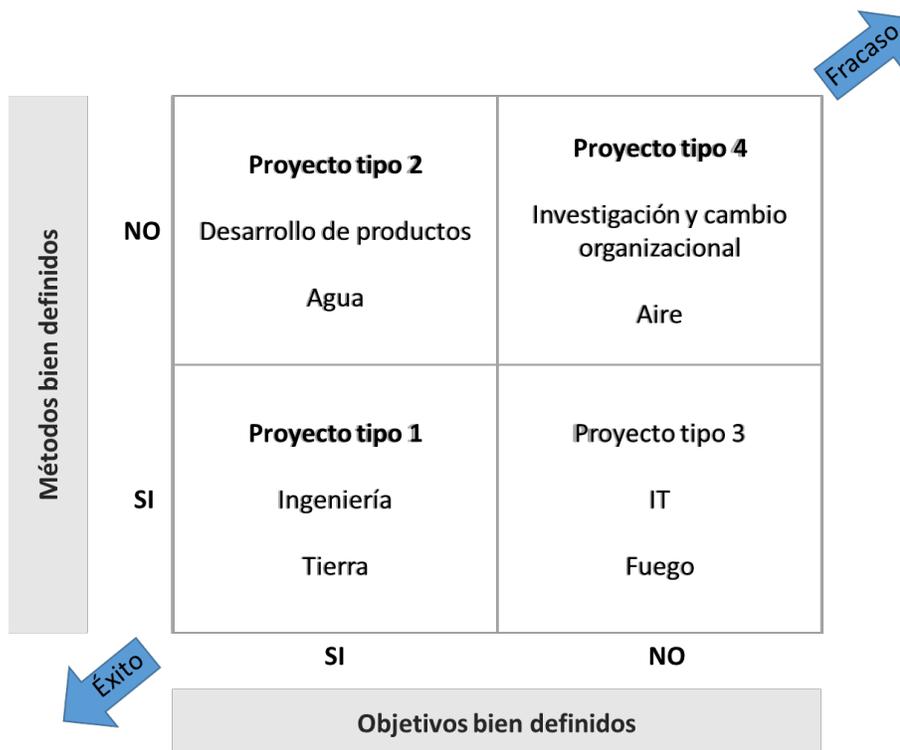
Evaristo & Van Fenema (1999) desarrollan una clasificación en función del número de proyectos manejados y su ubicación geográfica, es decir, dos criterios fueron utilizados, lo que sugiere un modelo orientado al manejo de programas y/o portafolio de proyectos. El resultado son 7 tipos de clases como se muestra en la Ilustración 2.

Ilustración 2. Categorización de proyectos según cantidad y localización



Fuente: Traducido y/o adaptado de Evaristo y Van Fenema Turner & Cochrane (1993) por su parte, desarrollaron un modelo igualmente de dos criterios, el grado de definición de los objetivos y el grado de definición de los métodos, el resultado son cuatro clases de proyectos (Ilustración 3).

Ilustración 3. Matriz Objetivos y Métodos



Fuente: Traducido y/o adaptado de Turner & Cochrane

Otra propuesta es la desarrollada por Santana (1990), que utiliza varios criterios para clasificar los proyectos en tres clases según su nivel de complejidad: Singular, complejo o normal.

Ilustración 4. Clasificación de proyectos de construcción

Características relevantes en la construcción de proyectos	Singular				Complejo			Normal		
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
<b>Singularidad del proyecto</b>										
Inversión de los accionistas		x			x					x
Grandes inversiones			x			x			x	
Desarrollo esporádico			x				x		x	
Planeación y ejecución de largo plazo		x				x			x	
Ejecución en múltiples etapas		x				x				x
Dependencia de lineamientos administrativos complejos		x			x					x
Impacto considerable en el ambiente	x						x		x	
Único en tiempo y espacio		x				x				x
Incorporación de tecnologías complejas			x			x			x	
Cantidad de contratistas involucrados		x			x				x	
Requerimientos de sistemas complejos de gerencia		x			x				x	
Importancia del soporte logístico y trabajos auxiliares			x			x			x	

NOTAS:

Proyecto singular ..... (línea punteada)

Proyecto complejo ——— (línea sólida)

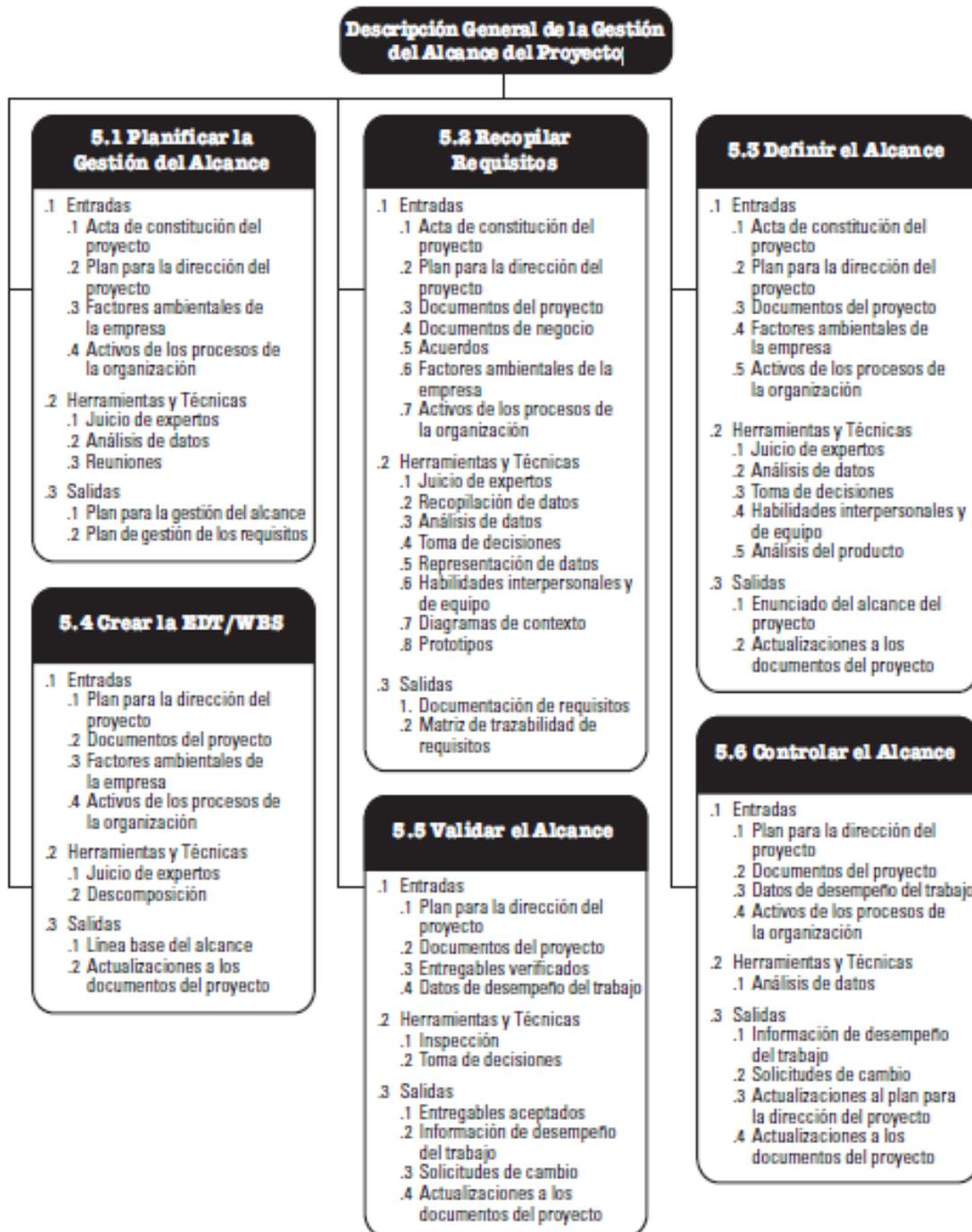
Proyecto normal - - - - - (línea trazo y punto)

Fuente: Traducido y/o adaptado de Santana, Gerardo

### 5.1.2. Gestión del Alcance del Proyecto Bajo el Enfoque PMI

Según el PMI (2017), se desarrolla a través de cinco procesos para garantizar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo requerido para completar el proyecto con éxito, estos son: Planificación del alcance, recopilación de requisitos, definición del alcance, creación de la EDT/WBS, validación del alcance y control del alcance (Ilustración 5).

Ilustración 5. Gestión del alcance del proyecto



Fuente: PMI, 2017

Analizamos los procesos relacionados con esta área del conocimiento debido a que como se expresó en capítulos anteriores, el alcance es uno de los principales insumos para el desarrollo de una buena estimación, solo mediante una buena delimitación del mismo, podemos asegurar una estimación ajustada a los requerimientos del cliente y los interesados en general.

### **5.1.3. Estimación de Costos Bajo el Enfoque PMI**

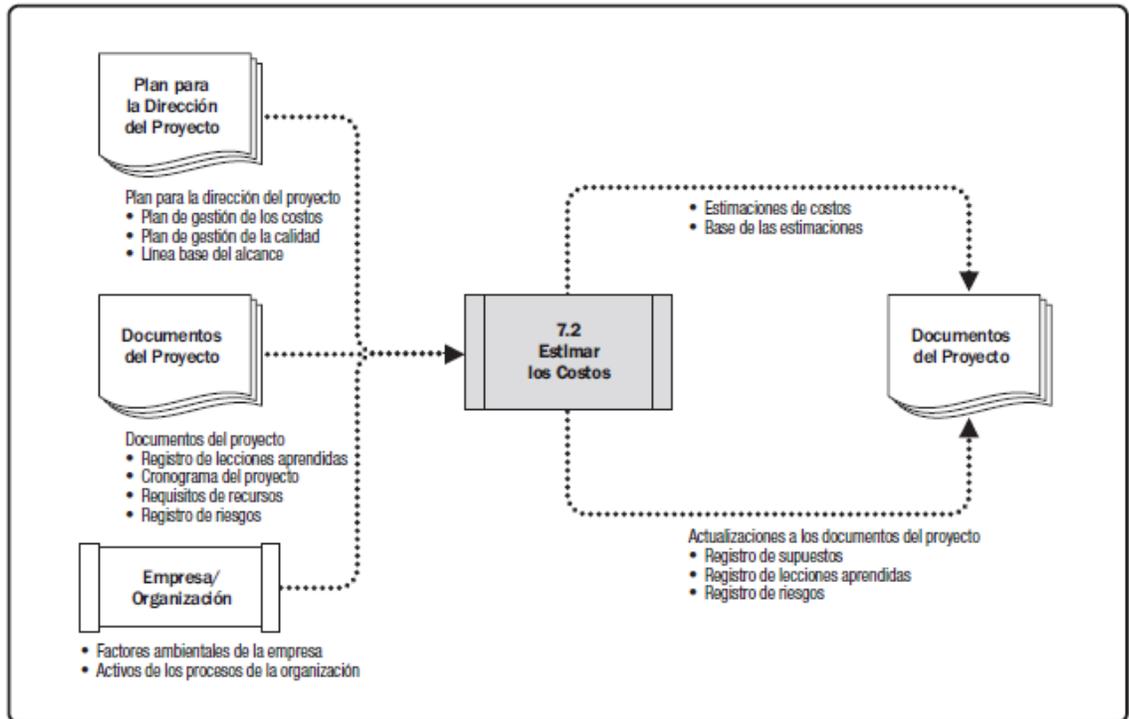
Según el PMI (2017), es el proceso de desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar el trabajo del proyecto, mediante una evaluación cuantitativa de los costos probables (es decir que contiene un grado de incertidumbre), y que se basa en la información disponible para su determinación. El nivel de incertidumbre de una estimación es directamente proporcional al nivel de información disponible para la determinación de los recursos.

El PMI recomienda el desarrollo de distintas estimaciones durante el ciclo de vida del proyecto, pues a medida que se incrementa la información de entrada es posible disminuir el nivel de incertidumbre y emitir estimados más acertados. Algunas de las categorías para las que se realizan estimaciones en un proyecto son: mano de obra, materiales, servicios, inflación, costo financiero, contingencias.

La Ilustración 6 enseña el diagrama de flujo de datos del proceso. Sus entradas son:

- Plan para la dirección del proyecto: describe métodos de estimación que pueden utilizarse y el nivel de precisión y exactitud requerido para la estimación de costos, las actividades y los recursos necesarios para que el equipo de dirección del proyecto alcance los objetivos de calidad establecidos para el proyecto y la línea base del alcance.
- Documentos del proyecto: puede incluir entre otras cosas el cronograma del proyecto, el análisis de riesgos y los requisitos de recursos.
- Factores ambientales de la empresa que influyen sobre la estimación agregando o restringiendo costos.
- Activos de los procesos de la organización: entre estos podemos encontrar políticas, procedimientos, plantillas, información histórica y lecciones aprendidas.

Ilustración 6. Estimar los costos: Diagrama de flujo de datos



Fuente: PMI, 2017

Algunas de las técnicas y herramientas más conocidas para desarrollar el proceso de estimación se identifican y describen en el PMBOK (PMI, 2017) como:

- **Juicio de expertos:** considera la pericia de individuos o grupos con capacitación o conocimientos especializados en proyectos anteriores similares; información de la industria, disciplina y área de aplicación; y métodos de estimación de costos.
- **Estimación análoga:** utiliza valores o atributos de un proyecto anterior que son similares al proyecto actual. Los valores y atributos de los proyectos pueden incluir, entre otros: el alcance, el costo, el presupuesto, la duración y las medidas de escala (p.ej., tamaño, peso). La comparación de estos valores o atributos del proyecto se vuelve la base para estimar el mismo parámetro o medida para el proyecto actual.

- **Estimación paramétrica:** utiliza una relación estadística entre los datos históricos relevantes y otras variables (p.ej., metros cuadrados en construcción) para calcular una estimación del costo del trabajo del proyecto. Con esta técnica se pueden lograr niveles superiores de exactitud, en función de la sofisticación y de los datos subyacentes que utilice el modelo. La estimación paramétrica de costos se puede aplicar a un proyecto en su totalidad o a partes del mismo, en combinación con otros métodos de estimación.
- **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.
- **Estimación por tres valores:** se puede mejorar la exactitud de las estimaciones de costos por un único valor si se tienen en cuenta la incertidumbre y el riesgo y se utilizan estimaciones por tres valores para definir un rango aproximado del costo de la actividad: más probable, optimista y pesimista. Se puede calcular el costo esperado, mediante el uso de una fórmula, en función de la distribución asumida de los valores dentro del rango de las tres estimaciones. Dos de las fórmulas más utilizadas son las distribuciones triangular y beta. Las estimaciones de costos basadas en tres valores con una distribución determinada proporcionan un costo esperado y despejan el grado de incertidumbre sobre el costo esperado.
- **Análisis de datos:** Las técnicas de análisis de datos que pueden utilizarse en el proceso Estimar los Costos incluyen, entre otras: Análisis de alternativas y análisis de reserva. A medida que se dispone de información más precisa sobre el proyecto, la reserva para contingencias puede utilizarse, reducirse o eliminarse. La contingencia debería identificarse claramente en la documentación de costos. Las reservas para contingencias forman parte de la línea base de costos y de los requisitos generales de financiamiento del proyecto.
- **Sistema de información para la dirección de proyectos (PMIS):** puede incluir hojas de cálculo, software de simulación y herramientas de análisis estadístico para apoyar la estimación de costos. Dichas herramientas

simplifican el uso de algunas de las técnicas de estimación de costos y, de esta manera, facilitan el estudio rápido de las alternativas para la estimación de costos.

La estimación del proyecto se realiza en gran medida utilizando dos enfoques: probabilístico y determinista. El enfoque determinista se usa comúnmente para la estimación detallada cuando la información específica permite una precisión razonable. Los procedimientos de estimación generalmente realizan una estimación de valor único basada en datos históricos o en la experiencia profesional de los empleados. Las técnicas asociadas que utilizan este enfoque incluyen la formulación definitiva, la programación lineal y la optimización. Sin embargo, en el entorno actual de cambios rápidos, los costos suelen estar sujetos a fluctuaciones debido a la incertidumbre del proyecto de construcción. Como resultado, los métodos de valor determinístico no consideran suficientemente el riesgo potencial. La estimación probabilística puede compensar las deficiencias en las estimaciones tempranas tradicionales y aclarar la probabilidad y el grado de sobrecostos, lo que ayuda a determinar el tamaño del proyecto y la reserva de gestión o fondos de contingencia con las incertidumbres evaluadas. Alternativamente, la estimación probabilística puede implementarse temprano en el desarrollo del proyecto cuando hay poca información disponible. La simulación de Monte Carlo (MCS) es una de las técnicas probabilísticas generalizadas para la estimación de costos conceptuales y la toma de decisiones. Los procesos de simulación primaria incluyen la recopilación de datos, la generación de números aleatorios, la formulación de modelos, el análisis y la presentación visual” (Chou, 2010).

Finalmente, como resultado de la aplicación de las técnicas y herramientas, resultan la estimación de costos con sus respectivas bases de estimación que corresponden a la documentación de apoyo que proporciona una comprensión clara y completa de la forma en que se obtuvo la estimación de costos.

Es pertinente aclarar que hasta este punto no se habla de presupuesto considerando que este se entiende como la estimación aprobada para el proyecto (PMI, 2017).

#### **5.1.4. Glosario**

Los términos que se relacionan en el presente capítulo con su respectiva definición, han sido tomados del glosario de términos del PMBOK sexta edición (2017).

**ACTIVIDAD:** Porción definida y planificada de trabajo ejecutado durante el curso de un proyecto.

**ACTIVOS DE LOS PROCESOS DE LA ORGANIZACIÓN:** Planes, procesos, políticas, procedimientos, y bases de conocimiento que son específicos de la organización ejecutante y que son utilizados por la misma.

**ALCANCE:** Suma de productos, servicios y resultados a ser proporcionados como un proyecto.

**ALCANCE DEL PRODUCTO:** Características y funciones de un servicio, producto o resultado.

**ALCANCE DEL PROYECTO:** Trabajo realizado para entregar un servicio, producto o resultado con las funciones y características especificadas.

**BASE DE LAS ESTIMACIONES:** Documentación de apoyo que describe los detalles utilizados para establecer estimaciones del proyecto tales como supuestos, restricciones, nivel de detalle, rangos y niveles de confianza.

**CAMBIO:** Modificación de cualquier entregable, componente del plan para la dirección del proyecto o componente del proyecto formalmente controlados.

**CÓDIGO DE CUENTAS:** Sistema de numeración que se utiliza para identificar de forma única cada uno de los componentes de la estructura de desglose del trabajo (WBS).

**COMPONENTE DE LA ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO:** Entrada en la estructura de desglose del trabajo que puede estar en cualquier nivel.

**CONTINGENCIA:** Evento o una ocurrencia que podría afectar la ejecución del proyecto y que puede tenerse en cuenta con una reserva.

**CORRUPCIÓN DEL ALCANCE:** Expansión no controlada del alcance del producto o proyecto sin ajustes de tiempo, costo y recursos.

**COSTO DE LA CALIDAD:** Todos los costos incurridos durante la vida del producto por inversión en la prevención de no conformidad con los requisitos, evaluación del producto o servicio en cuanto a su conformidad con los requisitos, e incumplimiento de los requisitos.

**CREAR LA EDT:** Proceso que consiste en subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar.

**ENTREGABLE:** Un entregable se define como cualquier producto, resultado o capacidad única y verificable para ejecutar un servicio que se produce para completar un proceso, una fase o un proyecto. Los entregables pueden ser tangibles o intangibles.

**ESTIMADO:** Evaluación cuantitativa del monto o resultado probable de una variable, tal como costos del proyecto, recursos, esfuerzo o duraciones.

**ESTIMAR LOS COSTOS:** Proceso de desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar el trabajo del proyecto.

**ESTIMACIÓN PARAMÉTRICA:** Técnica de estimación en la que se utiliza un algoritmo para calcular el costo o la duración con base en datos históricos y parámetros del proyecto.

**ESTIMACIÓN ANÁLOGA:** Técnica para estimar la duración o el costo de una actividad o un proyecto utilizando datos históricos de una actividad o proyecto similar.

**ESTIMACIÓN ASCENDENTE:** Método de estimación de la duración o el costo del proyecto mediante la suma de las estimaciones de los componentes de nivel inferior en la estructura de desglose del trabajo (WBS).

**ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE COSTOS (CBS):** Representación jerárquica de los costos por categoría. Vincular los riesgos al CBS permite mapear el costo de los impactos del riesgo y las respuestas al riesgo planificado en el presupuesto del proyecto, exponiendo qué elementos del costo son más inciertos, permitiendo el cálculo de un presupuesto de riesgo apropiado y sugiriendo dónde se podría requerir contingencia (Hillson, 2007).

**ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO (EDT/WBS):** Descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a ser realizado por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos.

**EXACTITUD:** En el sistema de gestión de calidad, la exactitud es una evaluación de la corrección.

**FACTORES AMBIENTALES DE LA EMPRESA:** Condiciones que no están bajo el control directo del equipo y que influyen, restringen o dirigen el proyecto, programa o portafolio.

**LÍNEA BASE:** Versión aprobada de un producto de trabajo que solo puede cambiarse mediante procedimientos formales de control de cambios y que se usa como base de comparación con los resultados reales.

**LÍNEA BASE DE COSTOS:** Versión aprobada del presupuesto del proyecto con fases de tiempo, excluida cualquier reserva de gestión, la cual solo puede cambiarse a través de procedimientos formales de control de cambios y se utiliza como base de comparación con los resultados reales.

**PAQUETE DE TRABAJO:** Trabajo definido en el nivel más bajo de la estructura de desglose del trabajo para la cual se estiman y gestionan el costo y la duración.

**PROYECTO:** Esfuerzo general que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

**RECURSO:** Miembro del equipo o cualquier elemento físico necesario para completar el proyecto.

**RESERVA:** Provisión de fondos en el plan para la dirección del proyecto para mitigar riesgos del cronograma y/o costos. Se utiliza a menudo con un modificador (por ejemplo: reserva de gestión, reserva para contingencias) con el objetivo de proporcionar más detalles sobre qué tipo de riesgos se pretende mitigar.

**RESERVA DE GESTIÓN:** Parte del presupuesto del proyecto que se mantiene fuera de la línea base, que se reserva para trabajo imprevisto que está dentro del alcance del proyecto.

**RESERVA PARA CONTINGENCIAS:** Tiempo o dinero asignado en el cronograma o línea base de costos para riesgos conocidos con estrategias de respuesta activas.

## **5.2. MARCO DE REFERENCIA PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PROYECTOS PRIVADOS ARQUITECTÓNICOS EN COLOMBIA**

El objetivo del presente capítulo es presentar 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 según el PMI (2017) un esfuerzo general que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (2018), 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 general 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, y que pueden definirse como internos o externos, dependiendo de si estos están o no bajo el control del proyecto. De este modo, los factores internos son aquellos que están bajo la jurisdicción del equipo del proyecto, y corresponden a: alcance del producto, alcance del proyecto, gestión del proyecto, y reserva para contingencia; y los externos son aquellos que el proyecto debe considerar, pero que se definen y/o están bajo el dominio de una entidad o área ajena al proyecto, estos son: costos ambientales, costos legales, costos financieros y reserva de gestión. A continuación, profundizaremos en la descripción de cada uno de ellos, haciendo énfasis en los costos que los componen y sus particularidades en función de la disciplina y la localización.

**Alcance del Producto.** Corresponden a los costos asociados directamente con los entregables del proyecto; pueden agruparse según el tipo de costo por: mano de obra, materiales y servicios, o según la disciplina como: arquitectura, civil, mecánica, electricidad, electrónica, habitabilidad o acomodaciones, entre otras según el alcance específico. Para el caso del tipo de proyectos que se estudia, el alcance siempre debe contener naturalmente, la disciplina de arquitectura, y las horas de mano de obra, considerando que al menos una persona de la disciplina de arquitectura laborará para llevar el proyecto a cabo.

Ejemplos de estos costos son: concreto, pintura, acero, costo de horas hombre de obreros, pintores, soldadores, diseñadores, servicios de acabados.

**Alcance del Proyecto.** En esta categoría deben considerarse los costos necesarios para llevar a cabo el producto del proyecto. Al igual que en el numeral anterior, pueden ser agrupados según el tipo de costo por: mano de obra, materiales y servicios, o según la disciplina como: arquitectura, civil, mecánica, electricidad, electrónica, habitabilidad o acomodaciones, entre otras según el alcance específico. Para el caso del tipo de proyectos que se estudia en específico, debe contener como mínimo, por requisitos de ley (LEGIS, 2018), y en caso de que el alcance lo amerite:

- Requisitos del sistema general de riesgos laborales.
- Licencias de software.
- Costos de locaciones que cumplan con requisitos ergonómicos y de higiene laboral (iluminación, baños, temperatura, otros).

**Gestión del Proyecto.** Son los costos necesarios para la gestión del proyecto por lo que comúnmente tienen un carácter administrativo. En función de la metodología de gestión utilizada, pueden ser agrupados según los aspectos típicos de la misma, en el caso de PMI, por ejemplo, pueden ser agrupados por área de conocimiento. Para el caso del tipo de proyectos que se estudia en específico, debe contener como mínimo:

- Costos de nómina.
- Costos de manejo de personal (exámenes de ingreso, exámenes periódicos, exámenes de egreso, otros). Obligatorios de ley.

Ejemplos de este tipo de costos son: el equipo de dirección del proyecto, las capacitaciones, reuniones, papelería, publicidad y propaganda.

**Costos Ambientales.** Son los costos asociados a los factores ambientales de la empresa y resultan del análisis de los activos de los procesos de la organización.

Ejemplo de estos costos son: bonificaciones por producción, jornadas de seguridad y salud en el trabajo, campañas ambientales, beneficios laborales en general.

**Costos Legales.** Corresponden a los incurridos por requerimientos de la Ley nacional. Es un alcance que se incluye única y exclusivamente por los requerimientos de la legislación nacional. Una forma de identificarlos es analizando y determinando, si el costo se requeriría en otro país con una regulación diferente. Para el caso específico de Colombia estos costos corresponden a:

- Permisos y licencias.
- Incrementos anuales del salario mínimo.
- IVA.
- ICA.
- Aranceles

**Costos Financieros.** Corresponde a los costos necesarios para financiar el proyecto y llevarlo a cabo. Estos son:

- Financiación
- Inflación
- Escalación

**Reserva para Contingencia.** Parte del presupuesto del proyecto que se mantiene fuera de la línea base, que se reserva para trabajo imprevisto que está dentro del alcance del proyecto (PMI, 2017). Para el caso específico de estudio estos costos corresponden a:

- Stant by de nómina por retrasos en entregas de licencias.
- Huelgas y/o manifestaciones.
- Paros sindicales.
- Ausentismo.
- Nómina que no genera valor: maternidad, incapacidades, enfermedades, otras.

**Reserva Para Gestión.** Parte del presupuesto del proyecto que se mantiene fuera de la línea base, que se reserva para trabajo imprevisto que está dentro del alcance del proyecto (PMI, 2017).

FACTORES A TENER ENCUESTA EN LA ESTIMACION DE COSTOS	
INTERNOS	EXTERNOS
Alcance del producto	Costos Ambientales
Alcance del proyecto	Costos Legales
Gestión del proyecto	Costos Financieros
Reserva para contingencia	Reserva de Gestión

### 5.3. ESTADO DEL ARTE

El PMI (2013) 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 solo 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 éste un proceso complejo, cuya ejecución deficiente ocasiona que los proyectos fracasen, incluso, sin haber iniciado su ejecución (Archer & Lesczynski, 2012).

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 específicos de la industria. Pero el proceso de estimación a menudo está sujeto a sesgos por parte del estimador (Meyer, 2016). En su investigación sobre la influencia del factor humano en el proceso de estimación, Meyer (2016) describe lo siguiente:

“La mayoría de los casos de estimaciones excesivamente optimistas se atribuyen al sesgo de optimismo. El sesgo de optimismo es un fenómeno bien conocido en humanos, y se identificó en 1925 (Lund, 1925). Se refiere 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 (Tversky y Kahneman, 1974)”

Otro inconveniente presente en la estimación de costos y relacionado con el factor humano, es el planteado por Archer & Lesczynski (2012), quien afirma que:

Con frecuencia, se crea una estimación analizando un proyecto similar y determinando si su proyecto es un poco más grande o más pequeño que un proyecto anterior. Con base en los recursos y el cronograma utilizado para realizar el proyecto anterior, más la diferencia en "tamaño percibido", los recursos y el cronograma se ajustan a un nivel macro para formular un plan que se utiliza para determinar el esfuerzo y costo total de un proyecto. Una vez que la estimación se desarrolla y se presenta a las partes interesadas, la estimación del proyecto se cuestiona con frecuencia 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.

Este enfoque de "caja negra" para la estimación se basa en una comprensión aproximada del alcance y los supuestos del proyecto en comparación con el alcance y el esfuerzo de un proyecto anterior.

En su artículo, Archer & Lesczynski (2012) sugieren 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. La WBS 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 (Hillson, 2007). 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 WBS y la CBS puede ser un error conceptual que resulte en falencias en la definición del alcance o los componentes del costo, sin embargo, estas 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.

Al igual que Meyer (2016), DeMarco (2008) plantea que el punto de partida para lograr una buena estimación radica en la definición del alcance, o como se mencionó anteriormente la WBS. En este sentido, la definición de un enfoque estandarizado para un proceso de estimación, requeriría a su vez la definición de una WBS 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 (Shenhar, Dvir, Lechler, & Poli, 2002), 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 Shenhar, Dvir, Lechler, & Poli (2002) 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 (2002), 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 en tablas todos los sistemas de clasificación encontrados como resultado de su investigación (Ver TABLA 1 y TABLA 2).

Youker (1999) por su parte 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.

Matin & Tate (1999), desarrollaron 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 la clasificación, y este último es propio de cada investigación.

TABLA 1. Clasificación de proyectos por ciclo de vida o sector

Fuente	Clasificación por	Clasificaciones	Descripción	Uso
Johnston (2001)	Desarrollo de estrategia corporativa	Reposición Renovación Supervivencia	Desarrollo de un nuevo producto Sostenimiento Responder a la legislación	Elección de indicadores clave de desempeño
Dinsmore (1999)	Importancia estratégica	Estratégica Operacional Expansión de capital Producto y mercado Relaciones		
Turner (1993)	Etapa del ciclo de vida del proyecto	Factibilidad Diseño del alcance Diseño detallado Construcción Comisionamiento Operación Mantenimiento Decomisionamiento		Elección de organización del proyecto Alcance del proyecto

Fuente	Clasificación por	Clasificaciones	Descripción	Uso
	Etapa del ciclo de vida del producto	Investigación Producto Desarrollo Nuevo producto Nuevo lanzamiento		Responsabilidad Soporte senior Enfoque de planeación
Turner (1993) Turner (2000) Wirth (1996)	Sector de la industria	Ingeniería Construcción Infraestructura ICT Electrónica Manufactura Farmacéutica Defensa Aeroespacial Gobierno Salud Voluntariado Servicio y tiempo libre		Elección de metodología apropiada Elección de la organización del proyecto

Fuente	Clasificación por	Clasificaciones	Descripción	Uso
		Financiero		
Payne & Turner (1999)	Tipo de recurso	Relación con objetivos y métodos		Elección de procedimientos para la gestión del proyecto
Turner (1993) Turner (2000)	Geografía	Europa Rusia Norte américa Medio este Lejano este Australia África sub – Sahara Pacífico Ártico y Antártida		Elección de cultura apropiada Elección de metodología apropiada para el proyecto Elección de sistema legal
Turner (1999)	Proyectos internacionales	Ubicación del cliente  Ubicación del contratista Ambos extranjeros	Contratista extranjero trabajando para un cliente en su país de origen  Contratista en su país de origen que trabaja para un cliente extranjero	Elección de cultura y sistema legal

Fuente	Clasificación por	Clasificaciones	Descripción	Uso
			Ambos, cliente y contratista, trabajando en un país extranjero	

Fuente: Crawford, Hobbs, & Turner, 2002. Traducido y adaptado por Autor

TABLA 2. Clasificación de proyectos por tipos de contrato y términos de pago

Fuente	Clasificación por	Clasificaciones	Descripción	Uso
Turner (2002)	Términos de pago  Forma de contrato	Costo adicional Re-mediación Precio fijo Tradicional Diseño de alcance Construcción y diseño Gerencia de construcción Diseño y gerencia de construcción Gerencia de construcción Llave en mano Concesión Alianza		
Turner & Cochrane (1993)	Tipo de riesgo	Ninguno Producto Proceso		Elección de términos de pago apropiados

Fuente	Clasificación por	Clasificaciones	Descripción	Uso
Turner & Simister (2001)		Ambos		
Turner & Cochrane (2002) Turner & Simister (2001)	Quién controla el riesgo	El cliente El contratista Ambos		Elección de términos de pago apropiados
Turner (1995)	Complejidad	Baja Media Alta		Elección de términos de pago apropiados

Fuente: Crawford, Hobbs, & Turner, 2002. Traducido y adaptado por Autor

A continuación, se describen resultados encontrados durante la revisión bibliográfica, sobre investigaciones relacionadas con el desarrollo de bases de estimación, descritas por el PMI (2017) como los documentos de apoyo que indican los detalles para establecer estimaciones.

Archer & Lesczynski (2012) exponen en su artículo "Estimación: una forma parametrizada para reducir la locura", un modelo estándar de estimación desarrollado por la reconocida firma Deloitte para el perfeccionamiento de las estimaciones de los proyectos de tecnología, con el objetivo de aumentar la calidad de los servicios, y que combina el arte de la estimación con la ciencia de una estructura. El nombre de la herramienta, patentada por la firma, es *Project Estimator & Planning Suite* (PE & PS), y trabaja bajo un modelo de estimación paramétrica, logrando un buen equilibrio entre la estimación análoga y la estimación ascendente, y proporcionando una base confiable para una estimación inicial. El logro de una buena estimación paramétrica en general, solo es posible si esta se basa en un método con un conjunto estándar de tareas, roles de trabajo, estimaciones estándar de tareas predefinidas y unidades de medida claramente definidas para cada elemento. La estimación paramétrica además se centra en las actividades críticas (de mayor riesgo) y/o principales (de mayor alcance) del proyecto, lo que corresponde por lo general al 80% del trabajo, es decir, no se estima la totalidad del trabajo, por lo que las estimaciones pueden además realizarse con un esfuerzo menor.

El modelo de estimación de Deloitte se basa en cinco conceptos básicos como se enseña en la Ilustración 7, estos son:

- Enfoque en interrogantes que deben ser resueltos para desarrollar el alcance.
- Uso datos históricos confiables recolectados por más de 10 años en proyectos del sector público y privado.
- Crecimiento constante a través de un equipo senior dedicado.
- Enfoque en medir el alcance, recursos, costos, y entregables.
- Amplitud de los especialistas en las disciplinas para validar métricas y esfuerzo.

Y se compone por tres elementos principales: entradas, los datos maestros paramétricos y salidas. (Ver Ilustración 8).

Ilustración 7. Conceptos básicos sobre los cuales se construyó PE y PS



Fuente: Archer & Lesczynski, 2012

Las entradas del modelo son cuatro: el método del alcance, que define cómo será entregado el producto, esto puede ser por fases, por entregables, procedimientos de comisionamiento, y demás lineamientos que suelen ser dados por la gobernanza e influyen directamente en la estructura de desglose del trabajo; el alcance del producto, que corresponde directamente a los componentes y características del entregable del proyecto; el cronograma, que define el tiempo en que son requeridos los recursos y su duración; y finalmente los recursos, para los que se definen características y cantidades.

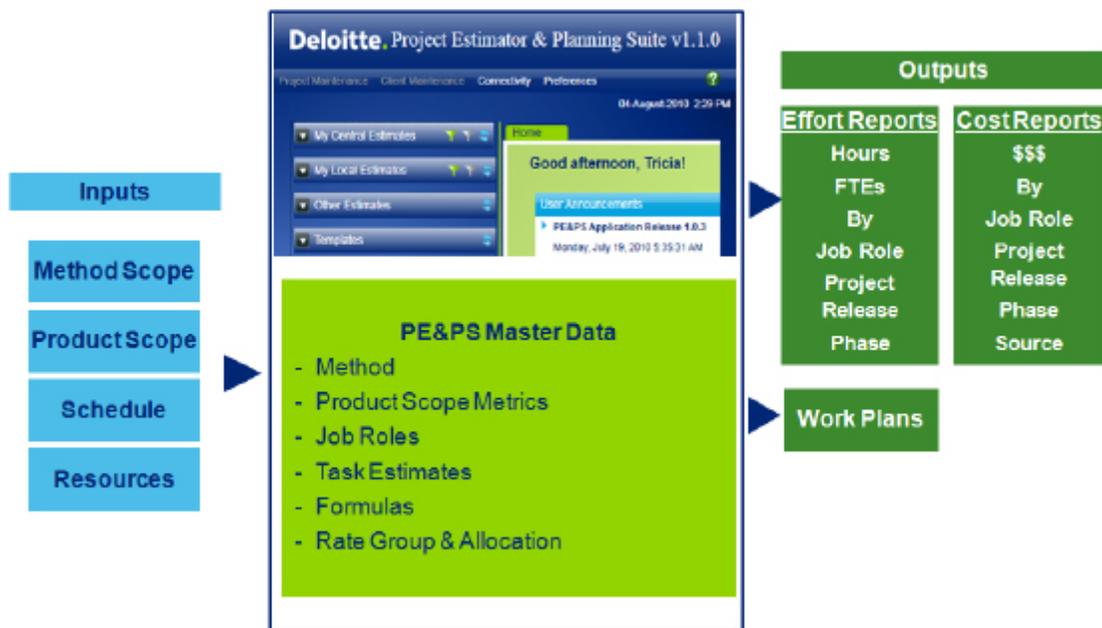
Los datos maestros paramétricos son el resultado estadístico de los datos históricos y otras variables consideradas para la estimación como, el esfuerzo, el costo y la duración. Algunos de sus elementos son: el método, las métricas, los roles y las formulas.

Finalmente, las salidas del proyecto son los informes y estimaciones resultantes de los dos elementos anteriores.

Uno de los principales retos y riesgos de esta herramienta, es que la calidad de la información saliente es directamente proporcional a la información entrante. Por otro lado, la herramienta no reemplaza el conocimiento y la experiencia del equipo, por lo que es importante que todos los resultados sean validados y ajustados por el equipo.

Entre las claves para el logro de un buen estimado, los autores resaltan la importancia de iniciar los proyectos con un enfoque de estimación estructurado, una herramienta que aproveche los datos históricos, y el trabajo colaborativo entre las partes interesadas en el alcance del proyecto y quienes suministran las bases de estimación.

Ilustración 8. Elementos de las herramientas PE y PS



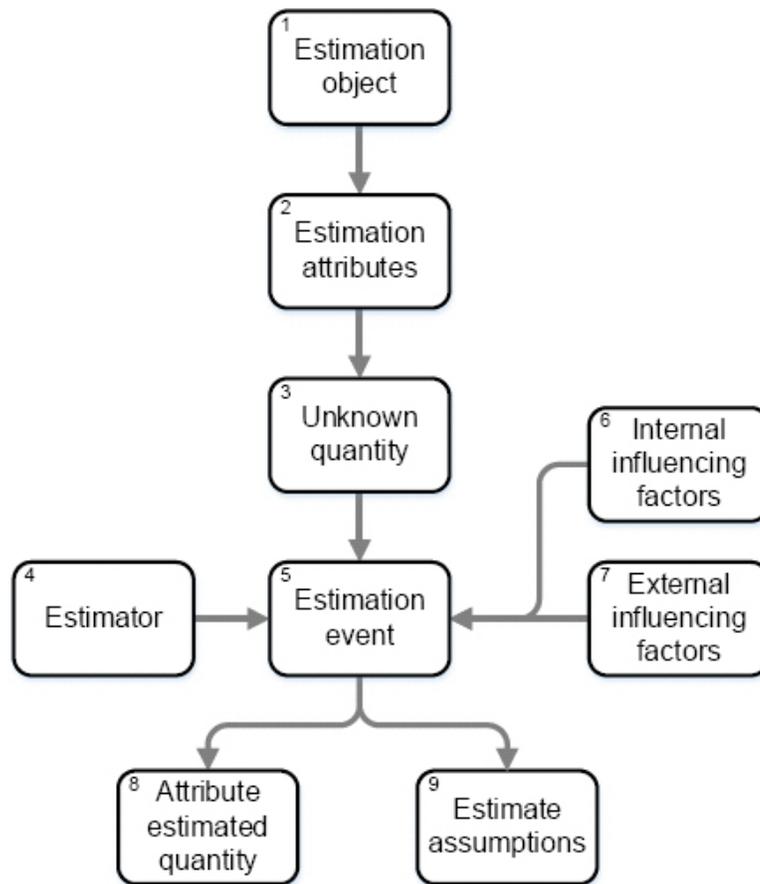
Fuente: Archer & Lesczynski, 2012

Otra investigación relacionada con bases de estimación es la desarrollada por Meyer (2016), propone en su artículo “Estimación: la ciencia de la incertidumbre”, un proceso de estimación de nueve pasos como se muestra en la Ilustración 9.

El primer paso consiste en definir el objeto de la estimación, o el alcance de lo que se pretende estimar; el segundo consiste en definir los atributos de cada uno de los elementos que componen el alcance, es decir, el esfuerzo, la duración y los

recursos; posteriormente se determinan las cantidades a ser estimadas; el paso siguiente se refiere a la definición del perfil del estimador en función de las definiciones hechas en fases anteriores; el quinto paso corresponde al evento de estimación como tal, influenciado por factores internos como la experiencia y el interés personal, y factores externos como riesgos que pueden afectar la estimación; los dos últimos pasos son el resultado de la estimación y la definición de los supuestos bajo los que fue desarrollada la investigación.

Ilustración 9. Proceso de estimación de Meyer



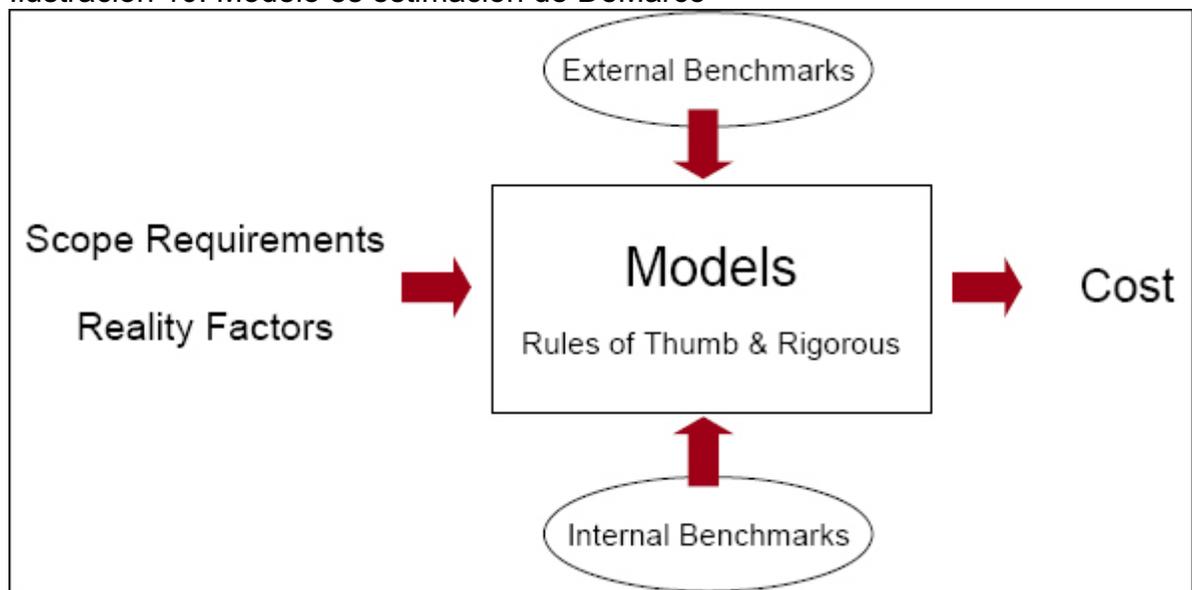
Fuente: Meyer, 2016

Por otra parte, DeMarco (2008) presenta un proceso típico de estimación con entradas, salidas, factores internos y externos, pero con la particularidad de que el modelo de estimación está soportado en cinco reglas que todo gerente de proyecto debe considerar para una estimación según el autor (Ilustración 10). Estas son:

1. ¿Cuál es la medida del alcance?
2. ¿Cuál es la productividad?
3. ¿Cuál es la suposición de disponibilidad de recursos?
4. ¿Cuáles son los factores de realidad más importantes que lo hacen diferente de la norma?
5. ¿Cuál es la incertidumbre de los parámetros y el riesgo en la estimación?

Las respuestas a las preguntas deberían permitir a los gerentes de proyecto establecer una base de referencia utilizando sus reglas generales y modelos rigurosos.

Ilustración 10. Modelo es estimación de DeMarco

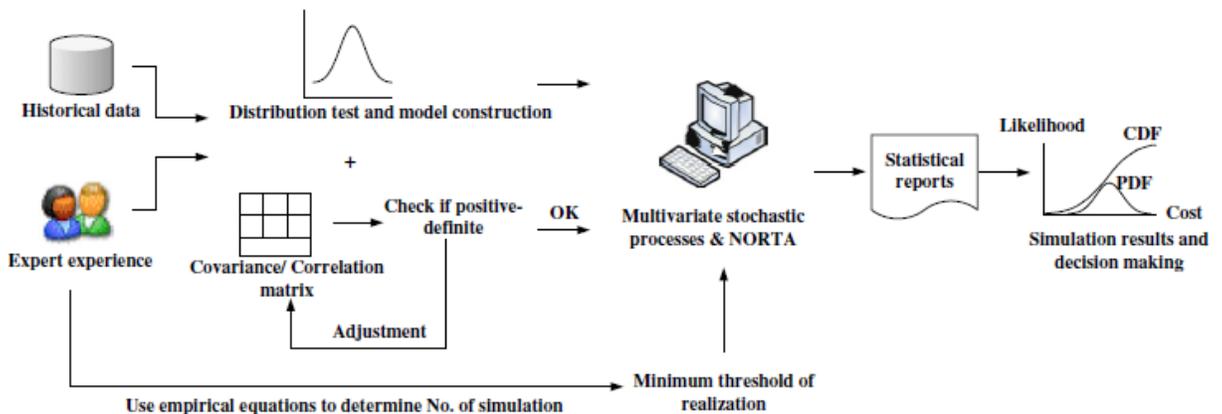


Fuente: DeMarco, 2008

El estudio de Chou (2010), “introduce la racionalización de los procedimientos de simulación de Monte Carlo con la evaluación de los procesos estocásticos y la selección de la distribución de probabilidad de entrada a través de la prueba de hipótesis, y la especificación de las correlaciones entre las variables simuladas. Mediante el uso de algoritmos auto desarrollados y un programa adicional de hojas de cálculo, esta investigación utiliza proyectos de construcción históricos como

datos de estudios de caso para crear una distribución de costos en etapas iniciales para la asignación presupuestaria. Al establecer la aplicabilidad de los procedimientos de simulación propuestos, este estudio demuestra que los resultados del costo simulado presentan una precisión de simulación superior además de separar los elementos de trabajo principales y el modelo de componentes de precio unitario. En general, las tasas de precisión y error absoluto caen dentro de los rangos aceptables cuando se adoptan los procedimientos de simulación sistemáticos propuestos. El enfoque de simulación de costos ofrece una herramienta de decisión simplificada para evaluar de manera justa los costos de construcción e incertidumbres basadas en el juicio experimentado de los gerentes de proyecto (Ilustración 11).

Ilustración 11. Modelo de estimación de Chou



Fuente: Chou, 2010

Finalmente, un interesante modelo propuesto por Doloi (2010) se basa en la percepción de la estimación por parte de los principales interesados de los proyectos a lo largo de todo el ciclo de vida, considerando que son ellos quienes finalmente absorben los sobrecostos que se presentan, o en muchas ocasiones se muestran desconformes con el estimado, aunque este haya sido bien desarrollado.

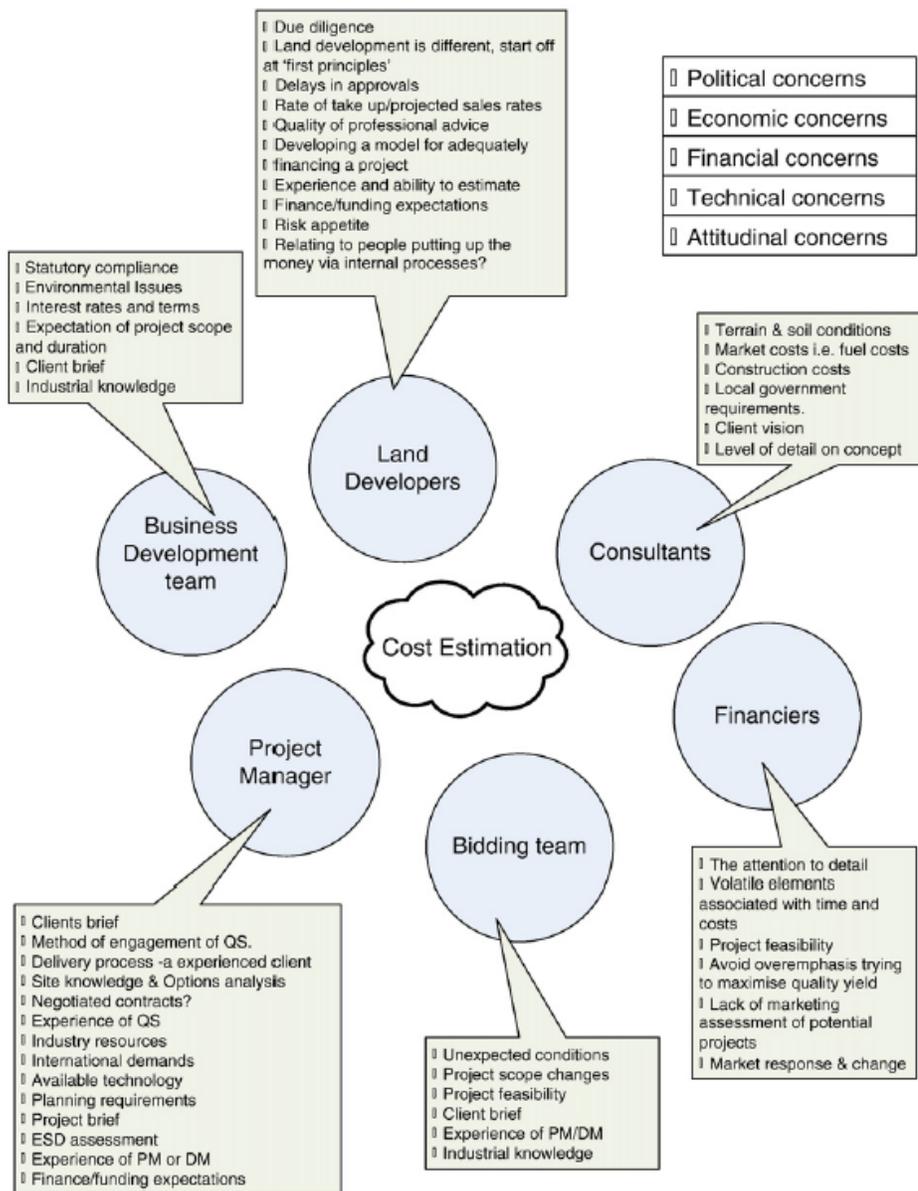
Esta investigación además introduce conceptos como son los costos relativos al ambiente en el que se desarrolla el proyecto, típicos de una metodología de sistema suave (Soft system methodology – SSM), un enfoque sistemático dedicado a analizar sistemas con características complejas y menos definidas, que se enfoca en ver las interacciones entre los elementos, en lugar de hacerlo de forma aislada.

De esta forma, el autor propone modelos que integran los interesados para realizar el proceso de estimación en las siguientes etapas del proyecto:

- Modelo conceptual para la etapa de inicio (Ilustración 12).
- Modelo conceptual para la etapa de licitación (Ilustración 13).
- Modelo conceptual para la etapa de iniciación (Ilustración 14).

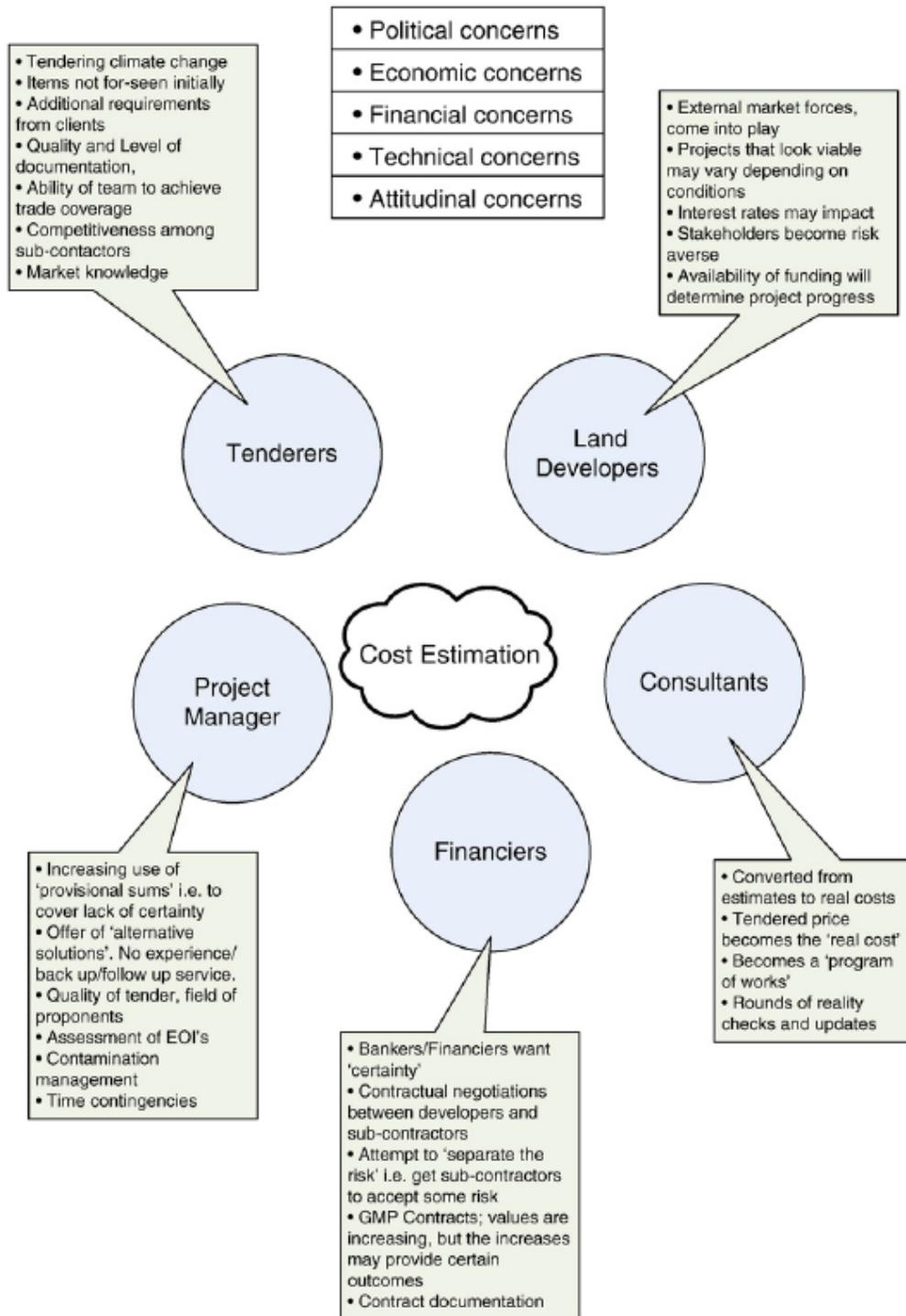
Cada modelo indica los elementos claves que se consideran para cada una de las disciplinas involucradas en el proceso de estimación. En este caso la investigación se enfoca en proyectos arquitectónicos, pero el concepto puede ser aplicado a cualquier tipo de proyecto.

Ilustración 12. Modelo conceptual SSM etapa de inicio



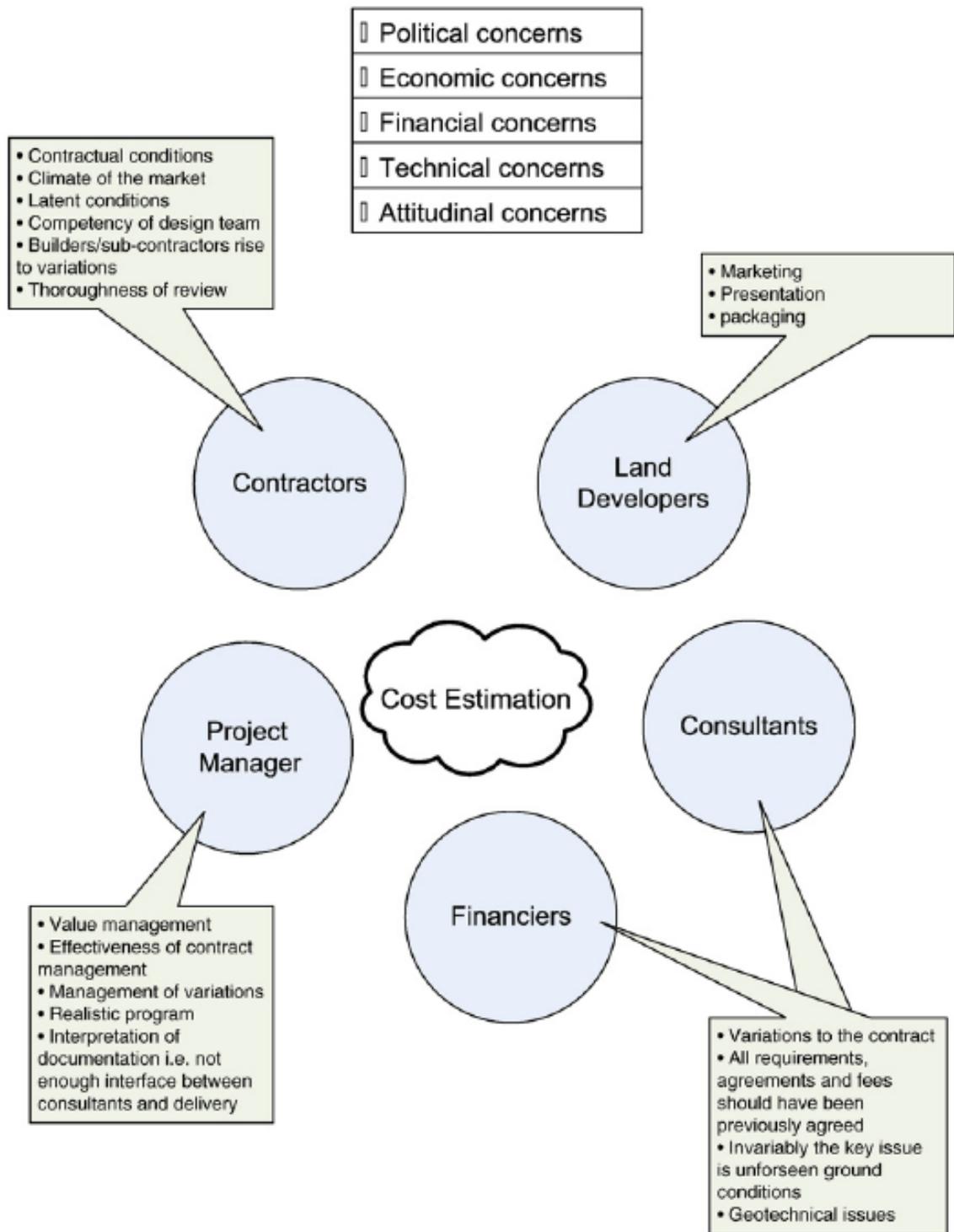
Fuente: Doloi, 2010

Ilustración 13. Modelo conceptual SSM etapa de licitación



Fuente: Doloi, 2010

Ilustración 14. Modelo conceptual SSM etapa de iniciación



Fuente: Doloi, 2010

## **6. MARCO METODOLÓGICO**

### **6.1. 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.

### **6.2. FUENTES**

Las fuentes de información son de tipo primaria y secundaria.

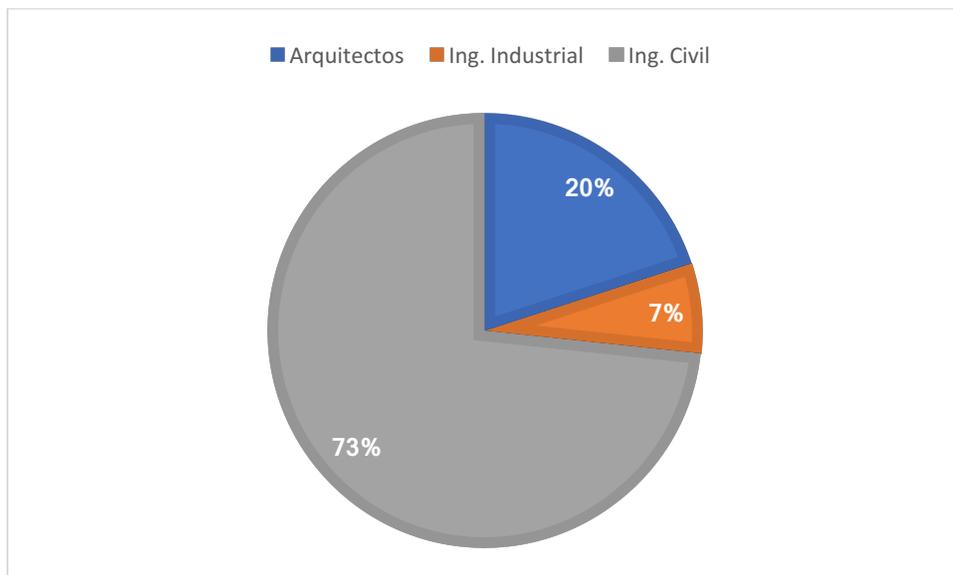
Las fuentes primarias corresponden a los profesionales y académicos colombianos de la gestión de proyectos de los cuales se obtuvo información de primera mano sobre el tema de investigación a través de entrevistas, encuestas y reuniones. Para el aseguramiento de la calidad de la información de las fuentes 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. De manera general, los cargos en los que se desempeñan las personas consultadas son:

- Planeador (3 personas)

- Director/Líder de proyecto (5 personas)
- Director de disciplina civil (4 personas)
- Residente (6 personas)
- Directora administrativa y financiera (1 persona)
- Sub-gerente (1 persona)
- Gerente de construcción (2 personas)
- Director de Interventoría (3 personas)
- Especialista en construcción (6 personas)
- Director comercial (1 persona)
- Líder Civil (2 personas)
- Coordinador de proyectos (1 persona)

Ilustración 15. Profesión de personal encuestado



Fuente: Autor

Las fuentes secundarias se refieren a la documentación consultada, de la cual se obtuvo información de autores reconocidos a través de la redacción e interpretación

de quien o quienes escribieron el documento. 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. Las fuentes citadas en el presente trabajo de investigación pueden ser consultadas en la bibliografía.

### **6.3. MUESTRA**

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

La muestra fue tomada a 35 empleados del tipo de compañías que conforman el universo, los cuales fueron seleccionadas usando muestreo no probabilístico tipo intencional que se basa en el 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.

### **6.4. TÉCNICAS Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

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 el autor), en pro de lograr definiciones, especialmente respecto a la clasificación y la definición de las partidas en la estructura de desglose del costo, en función de su conocimiento y experiencia.

## **6.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Las técnicas de procesamiento y análisis de la información utilizadas fueron:

- Herramientas de diagramación.
- Caracterización de clases.
- Análisis estadístico.
- Matriz de correlación (lineamientos \* clase de proyecto).

## **6.6. ESTRUCTURA DE LA ENCUESTA**

La encuesta se estructuró a través de tres secciones principales, cada una orientada a obtener información con fines independientes. Se usaron preguntas abiertas y cerradas en función del tipo de respuesta que se deseaba obtener, es así como las primeras se utilizaron para aquellos interrogantes con los que se procuraba recopilar la mayor información posible del encuestado, sin lugar a sesgos, mientras que las segundas se utilizaron cuando se consideró pertinente limitar las respuestas con el fin de no desviar sus resultados del objeto de la investigación.

La primera sección está orientada a la recopilación de la información personal y profesional de la persona entrevistada, con el fin de validar el cumplimiento del perfil definido. Se aclara que todas las encuestas diligenciadas corresponden a personas acorde con los requisitos establecidos, es decir: Profesional con estudios y/o

experiencia en gestión de proyectos, y con experiencia específica en el desarrollo de estimaciones de costo.

La segunda sección de la encuesta se compone de cinco preguntas y busca conocer el punto de vista del personal entrevistado en cuanto a la definición y alcance de proyectos arquitectónicos, con el propósito de ser utilizado como input para la estructuración de definiciones en la investigación.

La sección tercera contiene de igual forma cinco preguntas, esta busca conocer los puntos de vista sobre el proceso de estimación de costos de proyectos arquitectónicos colombianos.

El formato utilizado para la encuesta se presenta en el Anexo 1.

## **6.7. ESTRUCTURA DE LA ENTREVISTA**

Las entrevistas se desarrollaron de forma presencial con 03 de los profesionales encuestados con mayor experiencia en la gestión de proyectos, con el fin de profundizar y validar los resultados obtenidos en las encuestas. El elemento utilizado para guiar las entrevistas fueron las encuestas y sus resultados.

## **6.8. ESTRUCTURA DEL JUICIO DE EXPERTOS**

Se realizó con la participación de los 03 de los profesionales encuestados con mayor experiencia en la gestión de proyectos (PROFESIONAL 1: ARQUITECTO con experiencia en la construcción de proyectos arquitectónicos de 40 años. PROFESIONAL 2: ARQUITECTO especialista en interventoría de obras. Experiencia de 35 años en construcción de proyectos arquitectónicos enfocados en vivienda residencial en todos los estratos. PROFESIONAL 3: INGENIERO CIVIL especialista en estructuras de proyectos civiles. Experiencia de 25 años en diseño de estructuras civiles y ejecución de obras) y fue moderado por el autor de la investigación (Arquitecto con experiencia de 12 años en el campo de interventoría y construcción de proyectos arquitectónicos en los sectores de comercio, vivienda y hospitalario). Se desarrollaron tres sesiones: la primera orientada a presentar el

proyecto y sus objetivos, la segunda para definir las clases de proyectos y su estructura, y una tercera para concretar la estructura de los proyectos de cada clase. Durante la segunda y tercera sesión se utilizó la tormenta de ideas como técnica principal para su desarrollo, y ambas sesiones hubo acuerdo entre los participantes sobre los resultados.

## **7. CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS**

En el presente capítulo se realiza por parte del autor una clasificación de los proyectos arquitectónicos en función de su alcance, para esto, el autor se basa en los resultados de la encuesta sobre las clases de proyectos arquitectónicos que identificaron los participantes, y posteriormente estas respuestas son validadas en un juicio de expertos, con el fin de establecer clases más específicas. La clasificación se desarrolla con miras a realizar un análisis más adecuado en los capítulos posteriores, de los lineamientos que se requieren en función de las características de cada clase. Posteriormente, se procede a crear una CBS estándar en función de los componentes definidos en la perspectiva teórica y el concepto de los expertos sobre las partidas que se pueden encontrar en cada una de ellas.

### **7.1. CLASES DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS**

Como resultado de las encuestas realizadas a los profesionales, 15 clases de proyectos arquitectónicos fueron identificados: Infraestructura, Viales, Vivienda, Institucionales, Industria, Comercio, Parques/deportivos, Centros educativos, Bioparques, Monumentos/Esculturas, Hotelero, Salud, Urbanísticos, Restauración, Remodelación (Ver TABLA 3). Con el fin de realizar una clasificación más general, se realizó un juicio de expertos con 02 profesionales en Arquitectura, 01 profesional de Ingeniería civil, y el autor; en esta sesión del juicio de expertos se les preguntó sobre la posible forma de llevar todas las clases identificadas por los encuestados a clases menos dispersas y más específicas, después de una lluvia de ideas en el que se analizaron aspectos que pudieran tener en común estas clases, el resultado fue la identificación de tres clases mayores que agrupan las clases previamente citadas, estas son: Construcción, Remodelación y Restauración. En la TABLA 3 se presentan las clases identificadas por los entrevistados en la primera columna, y como estas son cubiertas por las tres clases identificadas por los expertos. Se marca con un "X" la clase identificada por los entrevistados que es cubierta por la clase identificada por los expertos.

La descripción de cada una de ellas, resultante de la sesión con los expertos, se presentan a continuación.

**7.1.1. 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*.

**7.1.2. 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*.

**7.1.3. 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.

TABLA 3. Clasificación de proyectos

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
Hotelero	7	X	X	
Salud	3	X	X	
Urbanísticos	7	X		

Clases propuestas en resultados de la encuesta	Frecuencia	Clases resultantes juicio de expertos		
		Construcción	Remodelación	Restauración
Restauración	13			X
Remodelación	11		X	
	<b>132</b>			

Fuente: Autor

## 7.2. CBS ESTÁNDAR Y COMPONENTES BÁSICOS PARA CADA CLASE DE PROYECTO

Partiendo de los componentes identificados en el marco de referencia: Alcance del producto, alcance del proyecto, gestión del proyecto, costos ambientales, costos legales, costos financieros, reserva para contingencia y reserva de gestión; se desarrolló el primer nivel de una estructura de desglose del costo estándar, la cual fue complementada por el juicio de expertos con las partidas típicas que pueden componer cada una de ellas, para esto se preguntó a los expertos qué costos consideraban según su conocimiento y experiencia, hacían parte de cada una de estos componentes, los resultados de la tormenta de idea conforman el segundo nivel de la estructura de desglose (Ver TABLA 4).

TABLA 4. CBS Estándar

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
1	ALCANCE DEL PRODUCTO	Componentes del producto relativos a cada disciplina que se verán materializados al finalizar el proyecto (tangibles a la finalización del proyecto).
1,1	ARQUITECTURA	Ejemplo: Estructuras artísticas, acabados especiales.

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
1,2	CIVIL	Ejemplo: Edificaciones en concreto, canalizaciones, lozas.
1,3	MECÁNICA	Ejemplo: Estructuras metálicas, equipos del sistemas de agua potable, equipos del sistemas de aguas residuales.
1,4	TUBERÍA	Ejemplo: sistemas de tubería para agua potable, sistemas de tubería para aguas residuales.
1,5	HVAC	Ejemplo: sistemas de aire acondicionado, sistemas de ventilación forzada, sistemas de aire seco.
1,6	ELECTRICIDAD	Ejemplo: Cableado de alta, media y baja tensión, iluminación.
1,7	INSTRUMENTACIÓN	Ejemplo: Sistemas de domótica.
1,8	PINTURA	Ejemplo: Pintura de interiores y exteriores, pintura de cerramiento.
1,9	ACOMODACIONES	Ejemplo: Instalación de muebles de cocina, construcción de closets, Construcción de estanterías.
1,10	SEGURIDAD INDUSTRIAL	Ejemplo: Señalización, equipos de primeros auxilios, extintores.
2	ALCANCE DEL PROYECTO	Costos necesarios para llevar a cabo el producto del proyecto (intangibles a la finalización del proyecto).
2,1	SEGURIDAD INDUSTRIAL	Ejemplo: Dotación, equipo de trabajo en altura, exámenes para trabajo en altura, rescatistas, coordinadores de trabajo en altura.
2,2	SEGURIDAD FÍSICA	Ejemplo: Vigilancia.
2,3	SALUD EN EL TRABAJO	Ejemplo: Programas de vigilancia epidemiológica, adquisición de sillas ergonómicas.

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
2,4	AMBIENTAL	Ejemplo: Tala de árboles, reposición de árboles según indicaciones de entidad ambiental.
2,5	SOCIAL	Ejemplo: Reuniones con comunidades, reubicación de comunidades, negociaciones.
2,6	CALIDAD	Ejemplo: Pruebas RX, costo de técnicos para pruebas.
2,7	ALQUILER DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Ejemplo: Andamios, manlift, grúas.
2,8	APROVISIONAMIENTO	Ejemplo: transporte.
2,9	PREOPERATIVOS E INSTALACIONES TEMPORALES	Ejemplo: Almacenamiento de materiales, campamentos
3	GESTIÓN DEL PROYECTO	Costos necesarios para la gestión del proyecto.
3,1	NÓMINA	Ejemplo: Nómina del equipo del proyecto con prestaciones, costos de ingreso, exámenes periódicos y de egreso.
3,2	REUNIONES	Ejemplo: Alquiler de salones, refrigerios, equipos audiovisuales.
3,3	EVENTOS	Ejemplo: Tarimas, presentadores, medios, invitaciones, equipos audiovisuales.
3,4	VIAJES Y VIÁTICOS	Ejemplo: Tiquetes, hospedajes, viáticos.
3,5	CAPACITACIONES, CERTIFICACIONES Y ENTRENAMIENTOS	Ejemplo: Entrenamiento de trabajo en alturas, capacitaciones HES, certificaciones de soldadores.
3,6	PAPELERÍA	Ejemplo: Rollos de papel para planos, resmas de papel, lapiceros, marcadores. Sellos.
3,7	EQUIPOS IT Y SOFTWARES	Ejemplo: Adquisición de computadores, impresoras, GPS, licencias de Autocad.
3,8	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Ejemplo: Costos de apoyo de PMO, asesoría especializada en geotecnia.

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
4	COSTOS AMBIENTALES	Costos asociados a los factores ambientales de la empresa y resultan del análisis de los activos de los procesos de la organización.
4,1	BENEFICIOS DE NÓMINA	Ejemplo: Bonificaciones, auxilios extralegales.
4,2	POLÍTICAS HESQ	Ejemplo: jornadas de salud, jornadas ambientales.
4,3	OTROS	De acuerdo con las directrices de cada compañía y/o contrato.
5	COSTOS LEGALES	Corresponden a los incurridos por requerimientos de la Ley nacional.
5,1	PERMISOS, LICENCIAS Y ESTUDIOS	Ejemplo: EIA, licencias, permisos de captación, levantamiento de vedas, actualizaciones, trabajos en horas no ordinarias.
5,2	IMPUESTOS	Ejemplo: IVA, Aranceles.
5,3	INCREMENTO SALARIAL	Incremento salario mínimo
6	COSTOS FINANCIEROS	Costos financieros necesarios para llevar a cabo el proyecto.
6,1	FINANCIACIÓN	Costo de intereses por préstamos a bancos. Para ciertas organizaciones también se establece un interés por el uso de los recursos de la organización.
6,2	INFLACIÓN	Porcentaje de crecimiento anual de los valores estimados, definido por la nación.
6,3	ESCALACIÓN	Porcentaje de crecimiento anual de los valores estimados, definido por el mercado. Ejemplo: incremento del costo del acero o concreto.
7	RESERVA PARA CONTINGENCIA	Resultante del análisis de riesgo. Corresponde al porcentaje definido para la gestión de los riesgos conocidos o variación del alcance definido.

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
8	RESERVA DE GESTIÓN	Resultante del análisis de riesgo. Corresponde al porcentaje definido para la gestión de los riesgos no conocidos o cambios del alcance definido.

Fuente: Autor

Del mismo ejercicio con los expertos, se identificaron los componentes de la estructura de desglose de costos aplicables a cada una de las clases, el resultado del ejercicio se presenta en la TABLA 5, donde se marca con una "X" los componentes que pertenecen a la CBS de los proyectos de construcción, remodelación y restauración.

TABLA 5. CBS por clase de proyecto

N°	CATEGORÍA	Construcción	Remodelación	Restauración
1	ALCANCE DEL PRODUCTO			
1,1	ARQUITECTURA			
1,1,1	Ingeniería	X	X	X
1,1,2	Demolición		X	X
1,1,3	Construcción	X	X	X
1,2	CIVIL			
1,2,1	Ingeniería	X	X	X
1,2,2	Demolición		X	X
1,2,3	Construcción	X	X	X
1,3	MECÁNICA			
1,3,1	Ingeniería	X	X	X

N°	CATEGORÍA	Construcción	Remodelación	Restauración
1,3,2	Demolición		X	X
1,3,3	Construcción	X	X	X
1,4	TUBERÍA			
1,4,1	Ingeniería	X	X	X
1,4,2	Demolición		X	X
1,4,3	Construcción	X	X	X
1,5	HVAC			
1,5,1	Ingeniería	X	X	X
1,5,2	Demolición		X	X
1,5,3	Construcción	X	X	X
1,6	ELECTRICIDAD			
1,6,1	Ingeniería	X	X	X
1,6,2	Demolición		X	X
1,6,3	Construcción	X	X	X
1,7	INSTRUMENTACIÓN			
1,7,1	Ingeniería	X	X	X
1,7,2	Demolición		X	X
1,7,3	Construcción	X	X	X
1,8	PINTURA			
1,8,1	Ingeniería	X	X	X
1,8,2	Demolición		X	X
1,8,3	Construcción	X	X	X
1,9	ACOMODACIONES			

N°	CATEGORÍA	Construcción	Remodelación	Restauración
1,9,1	Ingeniería	X	X	X
1,9,2	Demolición		X	X
1,9,93	Construcción	X	X	X
1,10	SEGURIDAD INDUSTRIAL			
1,10,1	Ingeniería	X	X	X
1,10,2	Demolición		X	X
1,10,3	Construcción	X	X	X
2	ALCANCE DEL PROYECTO			
2,1	SEGURIDAD INDUSTRIAL	X	X	X
2,2	SEGURIDAD FÍSICA	X	X	X
2,3	SALUD EN EL TRABAJO	X	X	X
2,4	AMBIENTAL	X	X	
2,5	SOCIAL	X		
2,6	CALIDAD	X	X	X
2,7	ALQUILER DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	X	X	X
2,8	APROVISIONAMIENTO	X	X	X
2,9	PREOPERATIVOS E INSTALACIONES TEMPORALES	X	X	X
3	GESTIÓN DEL PROYECTO			
3,1	NÓMINA	X	X	X
3,2	REUNIONES	X	X	X

N°	CATEGORÍA	Construcción	Remodelación	Restauración
3,3	EVENTOS	X	X	X
3,4	VIAJES Y VIÁTICOS	X	X	X
3,5	CAPACITACIONES, CERTIFICACIONES Y ENTRENAMIENTOS	X	X	X
3,6	PAPELERÍA	X	X	X
3,7	EQUIPOS IT Y SOFTWARES	X	X	X
3,8	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	X	X	X
4	COSTOS AMBIENTALES			
4,1	BENEFICIOS DE NÓMINA	X	X	X
4,2	POLÍTICAS HESQ	X	X	X
4,3	OTROS	X	X	X
5	COSTOS LEGALES			
5,1	PERMISOS, LICENCIAS Y ESTUDIOS	X	X	X
5,2	IMPUESTOS	X	X	X
5,3	INCREMENTO SALARIAL	X	X	X
6	COSTOS FINANCIEROS			
6,1	FINANCIACIÓN	X	X	X
6,2	INFLACIÓN	X	X	X
6,3	ESCALACIÓN	X	X	X

N°	CATEGORÍA	Construcción	Remodelación	Restauración
7	RESERVA PARA CONTINGENCIA	X	X	X
8	RESERVA DE GESTIÓN	X	X	X

Fuente: Autor

Del ejercicio realizado se realizan las siguientes conclusiones con respecto a cada uno de los componentes. Es pertinente mencionar que, por recomendación de los expertos, todas las propuestas se plantearon pensando en que su implementación aplique a cualquier proyecto de las empresas que hacen parte del universo que se estudia.

Con respecto al alcance del proyecto se relacionaron las disciplinas mayormente conocidas en el campo de la gestión de proyectos de ingeniería. Con respecto a las particularidades de las clases, las disciplinas identificadas aplican a cualquiera de ellas, por lo que con los expertos se evaluó la posibilidad de llegar a un nivel de detalle más bajo y finalmente se decidió hacerlo a partir de las fases típicas de un proyecto: Ingeniería, Demolición y Construcción, con base en esto se pudo diferenciar que: la fase de ingeniería es necesaria para la ejecución de todos los proyectos de obra como instrucciones para el cumplimiento de las especificaciones técnicas, de calidad y de ley; la fase de demolición solo aplica para los proyectos que parten de un bien existente, es decir, remodelación y restauración; y la fase de construcción aplica para todos los proyectos que requieren ejecución de obra, como es el caso de los que se estudia.

Para el alcance del producto se definieron los costos típicos y obligatorios para soportar el desarrollo del proyecto. La mayoría de ellos son indispensables para su ejecución, por lo que aplican a todas las clases, a excepción de la gestión ambiental y la gestión social, la primera relacionada con la solicitud de permisos y licencias para construcción, es típicamente mandatorio para todas las nuevas instalaciones, por lo que aplica a los proyectos de construcción, mientras que para los proyectos

de restauración, se incluye en la CBS ante la posibilidad de que el alcance específico modifique aspectos que requieren la actualización de los documentos como licencias y estudios de impacto ambiental, para los proyectos de restauración no se consideran necesarias pues las adecuaciones se realizan sin cambiar la estructura existente; la gestión social por su lado se refiere a la gestión de comunidades que pudieran verse afectadas o estar en desacuerdo con la ejecución de los proyectos, esta solo aplica a proyectos de construcción donde se parte desde cero, para los otras dos clases, se asume que esta etapa fue superada durante su construcción inicial.

Los demás componentes no presentan ninguna variación entre las clases pues son necesarias para cualquier proyecto en general independientemente de su clase, bien sea porque son intrínsecos o naturalmente indispensables, como los costos de gestión, ambientales y financieros, o porque son mandatorios como los legales. Las reservas de contingencia y gestión son una buena práctica mundialmente reconocida para la gestión de proyectos en general, por lo que también se incluyen como obligatorias en las tres clases.

## 8. LINEAMIENTOS PARA ESTIMACIÓN DE COSTOS

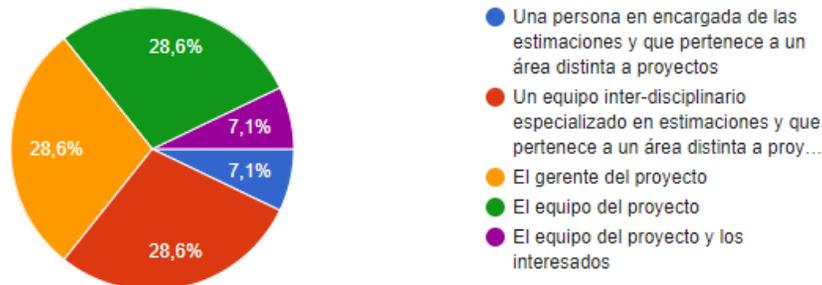
Los resultados de las encuestas también permitieron evidenciar que alrededor del 42% de las empresas en las que laboran los profesionales entrevistados, no cuentan con lineamientos claramente definidos para la estimación de costos (Ver Ilustración 16); alrededor del 36% de los procesos de estimación 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 (Ver Ilustración 17); 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 Ilustración 18 e Ilustración 19), todo lo anterior en contravía a las buenas prácticas citadas en capítulos anteriores.

Ilustración 16. Porcentaje de empresas que tienen lineamientos definidos para estimación de costos (resultados de encuesta)



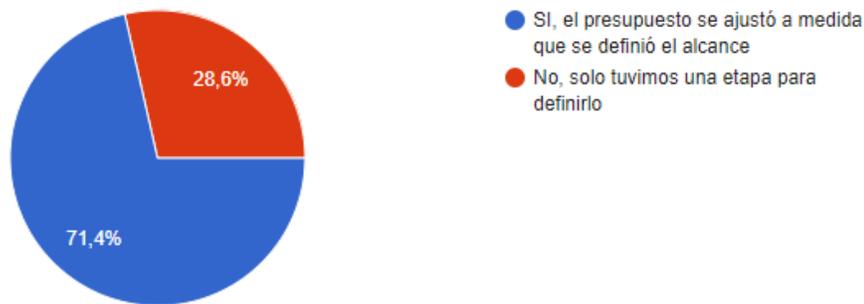
Fuente: Autor (Google)

Ilustración 17. Participantes en los procesos de estimación (resultados de encuesta)



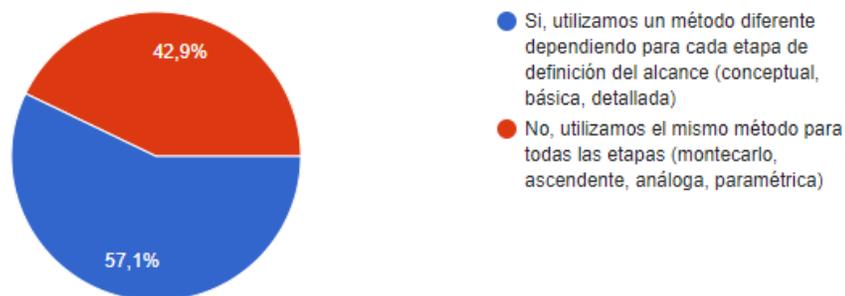
Fuente: Autor (Google)

Ilustración 18. Maduración de los procesos de estimación (resultados de encuesta)



Fuente: Autor (Google)

Ilustración 19. Método de estimación utilizados en función del proceso de maduración de la estimación (resultados de encuesta)



Fuente: Autor (Google)

En el presente capítulo 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.

La tabla #6 resume el ejercicio realizado, en ella pueden observarse las actividades coincidentes entre los diferentes modelos, aquellas propias de cada uno, y una breve descripción de la forma en que cada lineamiento es definido por el autor.

Por tratarse de un modelo de simulación computarizado, la propuesta de Chou (2010) no fue considerada dentro del análisis.

TABLA 6. Análisis de modelos de estimación

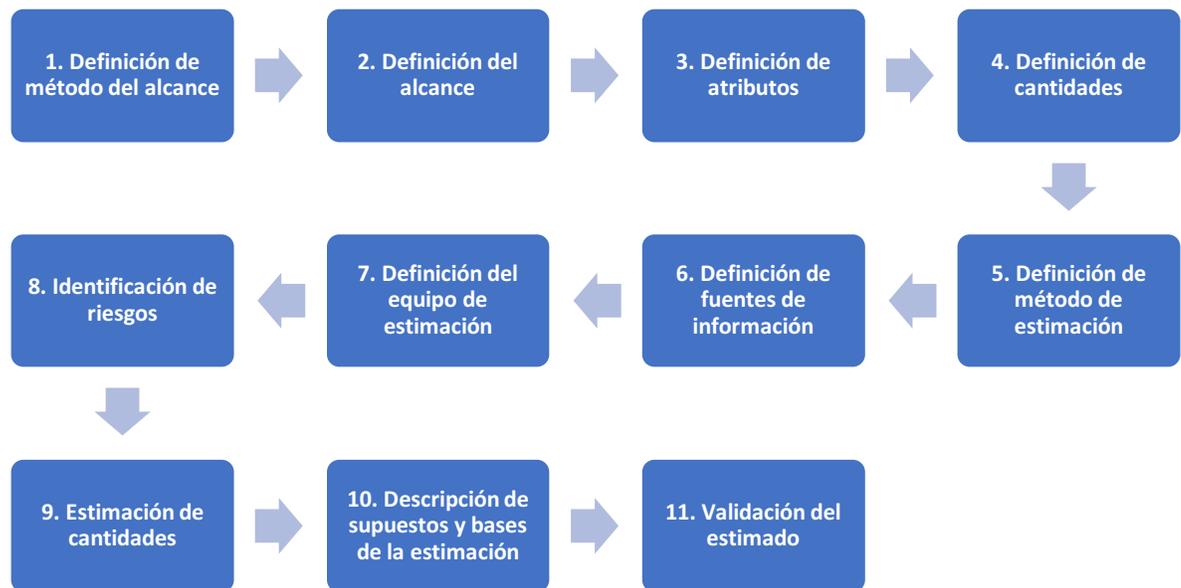
LINEAMIENTO	MODELO				
	Archer & Lesczynski (2012)	Meyer (2016)	De Marco (2008)	Doloi (2010)	PMI (2017)
Definición de método del alcance (para definir WBS)	Cómo será entregado el producto				
Definición del alcance	Desarrollo del alcance	Definición del objeto	Definición de la medida del alcance	Definición de elementos claves	Línea base del alcance (WBS)
Definición de atributos	Determinar duraciones según cronograma	Duración, esfuerzo y recursos requeridos	Definición de la productividad, suposición de disponibilidad de recursos, factores diferenciadores		Cronograma y recursos requeridos
Definición de cantidades a ser estimadas		Cantidades a ser estimadas	Definición de la medida del alcance		
Definición de método de estimación	Estimación paramétrica				Definición de método de estimación
Definición de fuentes de información	Uso de datos históricos			Identificación de interesados	

	MODELO				
LINEAMIENTO	Archer & Lesczynski (2012)	Meyer (2016)	De Marco (2008)	Doloi (2010)	PMI (2017)
Definición del equipo de estimación	Equipo senior dedicado	Definición del perfil del estimador		Identificación de interesados	
Identificación de riesgos		Factores internos y externos	Incertidumbre de parámetros y riesgos de la estimación		Identificación de riesgos, activos de los procesos de la organización (buenas prácticas, lecciones aprendidas) y factores ambientales
Estimación de cantidades	Estimación de cantidades	Estimación de cantidades	Estimación de cantidades	Estimación de cantidades	
Descripción de supuestos y bases de la estimación		Supuestos de la estimación y bases			Supuestos y bases de estimación
Validación del estimado	Validación por parte de especialistas			Validación en fases posteriores de maduración	Validación en fases posteriores del ciclo de vida

Fuente: Autor

Como resultado de lo anterior, y en pro de no obviar ninguna de las contribuciones realizadas por los autores, los 11 lineamientos identificados (Ver Ilustración 20) serán considerados para la propuesta de la presente investigación. A continuación, se realiza una descripción de cada uno de ellos con base en las definiciones originales de sus autores.

Ilustración 20. Lineamientos para la estimación de costos



Fuente: Autor

### 8.1. DEFINICIÓN DE MÉTODO DEL ALCANCE (PARA DEFINIR WBS)

Este lineamiento citado por Archer & Lesczynski (2012), hace referencia a la definición del método de entrega y control del alcance que manejará el proyecto a fin de convertirlo en el principal insumo para la estructuración de la WBS y posteriormente la CBS.

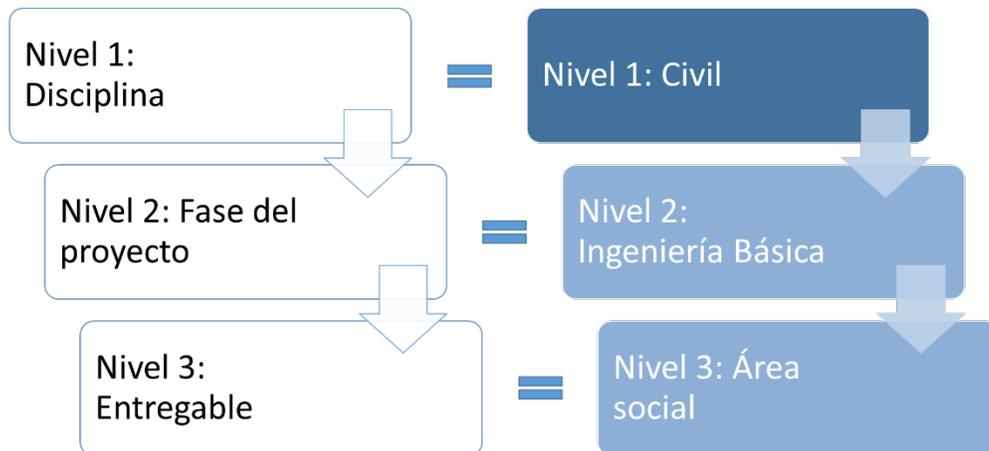
La misma metodología utilizada para entregar el trabajo también se debe usar para estimar el esfuerzo. Todos los proyectos deben definir las tareas y los productos de

trabajo asociados que estructuran cómo se entregará el proyecto. La selección del equipo del proyecto de las fases a realizar y las tareas y los productos de trabajo asociados en esas fases definen el alcance del método (Archer & Lesczynski, 2012, pág. 7).

Algunas de las formas planeados por los autores para hacerlo son: por disciplina, por fase, o por localización física, sin embargo, cualquier otro puede ser contemplado según sea la necesidad de cada iniciativa.

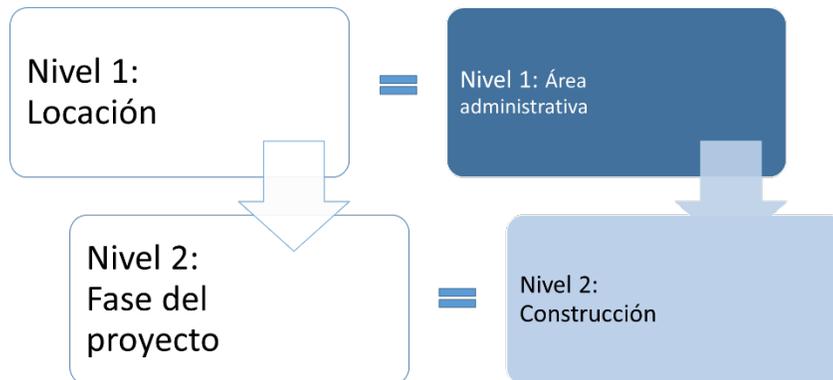
Para el caso de la presente investigación, la estructura correspondiente al alcance del producto, se definió en función de las disciplinas y el alcance de cada disciplina (Ingeniería, demolición, construcción) (Ver TABLA 4), sin embargo, esto solo representa una guía y puede ser adaptado en función de la necesidad de cada usuario. Adicionalmente, para cada proyecto será necesario desglosar el trabajo al nivel de control más bajo posible (paquete de trabajo), como es la recomendación del PMI (PMI, 2017), por lo que será preciso que debajo del nivel de organización por disciplinas, el trabajo se agrupe usando otro método. Algunos ejemplos a continuación.

Ilustración 21. Ejemplo 1 método de entrega



Fuente: Autor

Ilustración 22. Ejemplo 2 método de entrega



Fuente: Autor

## 8.2. DEFINICIÓN DEL ALCANCE

Este lineamiento es obligatorio, la definición del alcance es el input principal para el desarrollo de una estimación de costos y lo demuestra su inclusión como lineamiento principal en cada uno de los modelos estudiados. Sobre la forma en cómo se define el alcance las buenas prácticas determinadas por el PMI establece un procedimiento para tales fines como se indicó con anterioridad y se enseña en la Ilustración 5.

En este lineamiento solo se hace referencia a los procesos comprendidos desde la recopilación de requisitos, hasta la creación de la EDT. No debe perderse de vista que la gestión del alcance es un proceso diferente al estudiado.

Las técnicas y herramientas recomendadas para cada proceso también se describen en el capítulo 5, y serán analizadas con más detalle para cada clase de proyecto en el capítulo siguiente.

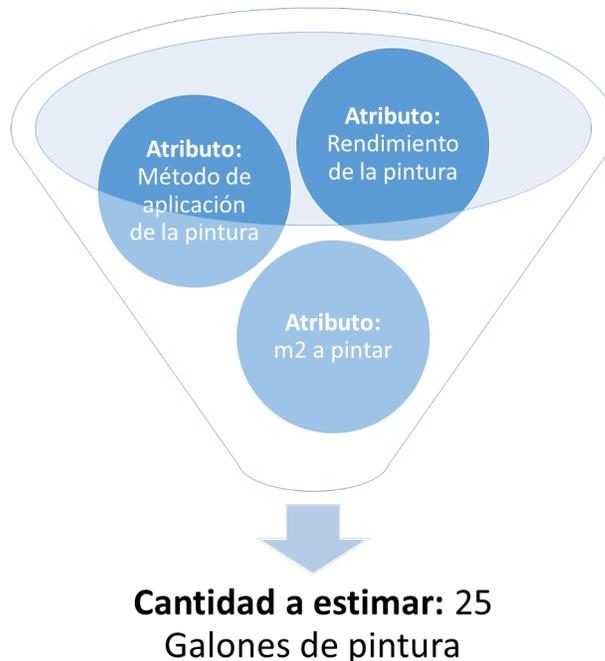
Para efectos de la presente investigación fue definida una EDT para cada clase de proyecto (TABLA 5) en función de la fundamentación teórica y el juicio de expertos. No obstante, se aclara que la propuesta realizada debe desarrollarse al menos dos niveles más para cada proyecto específico, con el fin de obtener el mayor detalle y claridad posible en la definición del alcance.

La definición del alcance debe ser incremental en la misma medida en que incrementa el nivel de madurez de las ingenierías, siendo la ingeniería conceptual el nivel de menor detalle, y la ingeniería para construcción el de mayor detalle. El despliegue de la WBS debe ser proporcional en el mismo sentido.

### 8.3. DEFINICIÓN DE ATRIBUTOS

Este lineamiento mencionado por cuatro de los cinco autores analizados, aunque más claramente sugerido por De Marco (2008), hace referencia como su nombre lo indica, a la definición de los atributos de cada uno de los componentes del alcance (EDT/WBS). Los atributos también pueden ser identificados como aquellas variables que influyen sobre la estimación de una partida, estas pueden ser: la duración de las actividades, los recursos disponibles y requeridos, el rendimiento o productividad, y los factores diferenciadores críticos de una partida que pueden afectar los valores normales estimados. En la ilustración a continuación se presenta un ejemplo de la definición de los atributos para una partida.

Ilustración 23. Ejemplo de atributos por partida



Fuente: Autor

#### **8.4. DEFINICIÓN DE CANTIDADES A SER ESTIMADAS**

Una vez definidos los componentes del alcance (EDT/WBS), este lineamiento pretende identificar para cada una de las partidas las unidades a ser estimadas en función de sus atributos. Usando el mismo ejemplo del lineamiento anterior, las cantidades a ser estimadas son 25 galones de pintura (Ilustración 23). Para efectos del presente trabajo, y con el fin de minimizar los errores humanos por omisión, la plantilla diseñada para la estimación de costos contempla para cada partida la definición de las cantidades y costos asociados por: mano de obra, materiales, equipos y herramientas y servicios.

#### **8.5. DEFINICIÓN DE MÉTODO DE ESTIMACIÓN**

Este lineamiento principalmente definido por el PMI, también se trata en el marco teórico del presente trabajo, donde se listan y describen los siguientes:

- Juicio de expertos.
- Estimación análoga.
- Estimación paramétrica.
- Estimación ascendente.
- Estimación por tres valores.
- Análisis de datos.
- Sistema de información (PMIS).

El uso de un método en específico para cada proyecto dependerá de las capacidades de cada organización, la información de entrada disponible y los

requerimientos del nivel de exactitud. Para cada clase de proyecto se estudiarán en el capítulo a continuación.

## **8.6. DEFINICIÓN DE FUENTES DE INFORMACIÓN**

Dos autores hacen referencia a este lineamiento desde puntos de vista diferentes, pero que se complementan. Archer & Lesczynski (2012) citan que en su herramienta la fuente de información de los datos utilizados para la estimación de costos, son los datos históricos que se van almacenando en la misma a medida que se le da uso; es decir, una fuente de información a modo de documento. Doloi (2010) por su parte, hace referencia a las fuentes como los interesados principales en la estructuración del estimado y que aportan información sobre los componentes más importantes del mismo.

Ambas consideraciones son válidas, por lo que para el presente lineamiento se tendrá en cuenta la identificación de los principales interesados como uno de los inputs principales para el proceso de estimación, así como definir y/o validar para cada uno de ellos que las fuentes de información sean las apropiadas según el método de estimación definido, estas podrían ser, entre otras:

- Información histórica de otros proyectos
- Parámetros o indicadores de la compañía
- Valores típicos definidos por revistas de construcción
- Cotizaciones presupuestales

## **8.7. DEFINICIÓN DEL EQUIPO DE ESTIMACIÓN**

Este lineamiento, citado por tres de los autores estudiados, hace referencia a la definición de los perfiles de los participantes que harán parte del ejercicio de estimación de los costos (líder del ejercicio e interesados).

## **8.8. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

De acuerdo con las definiciones realizadas por el PMI en la última versión del PMBOK (2017), el proceso de gestión de riesgos que incluye los procesos de:

- Planificar la gestión de los riesgos
- Identificar los riesgos
- Realizar el análisis cualitativo de riesgos
- Realizar el análisis cuantitativo de riesgos
- Planificar la respuesta a los riesgos
- Implementar la respuesta a los riesgos
- Monitorear los riesgos

Comprende entre sus salidas más importantes para el proceso de estimación, la definición de nuevos alcances determinados como planes de respuesta a los riesgos, que implican la actualización de todas las líneas bases, y la cantidad de reserva para contingencias necesaria para proporcionar un determinado nivel de confianza (PMI, 2017, pág. 436).

## **8.9. ESTIMACIÓN DE CANTIDADES**

Consiste en asignar los valores finales a cada una de las partidas. Estos valores serán el resultado de multiplicar las cantidades a ser estimadas, por los valores provenientes de las fuentes de información definidas.

Se aclara que a pesar de que con anterioridad se definen las fuentes de información, es durante esta etapa que se buscan los valores como tal.

## 8.10. DESCRIPCIÓN DE SUPUESTOS Y BASES DE LA ESTIMACIÓN

Las bases de estimación y el registro de los supuestos son salidas del proceso de estimación de costos como está definido por el PMI.

Las bases de estimación son la cantidad y el tipo de detalles adicionales que respaldan la estimación de costos. Varían en función del área de aplicación.

Independientemente del nivel de detalle, la documentación de apoyo debería proporcionar una comprensión clara y completa de la forma en que se obtuvo la estimación de costos (PMI, 2017, pág. 240).

Los detalles de apoyo para las estimaciones de costos pueden incluir según el PMI:

- Documentación de los fundamentos de las estimaciones (es decir, cómo fueron desarrolladas),
- Documentación de todos los supuestos realizados.
- Documentación de todas las restricciones conocidas.
- Documentación de los riesgos identificados incluidos al estimar los costos.
- Indicación del rango de las estimaciones posibles (p.ej., US\$ 10,000 ( $\pm 10\%$ ) para indicar que se espera que el costo del elemento se encuentre dentro de este rango de valores).
- Indicación del nivel de confianza de la estimación final.

Por otra parte, las restricciones y los supuestos estratégicos y operativos de alto nivel normalmente se identifican en el caso de negocio antes de que el proyecto se inicie y se reflejan luego en el acta de constitución del proyecto. Los supuestos sobre actividades y tareas de menor nivel se generan a lo largo del proyecto, tal como definir las especificaciones técnicas, las estimaciones, el cronograma, los riesgos, etc. El registro de supuestos se utiliza para registrar todos los supuestos y restricciones a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

## 8.11. VALIDACIÓN DEL ESTIMADO

En este lineamiento, Archer & Lesczynski (2012) basados en que su herramienta de estimación funciona mediante un software, con poca intervención del factor humano, proponen que una vez se finalice el proceso, la información sea validada y ajustada de ser necesario por las personas a cargo. Por su parte Doloi (2010) y el PMI (2017), coinciden en que las estimaciones deben ser validadas para cada etapa del proyecto, es así como el proceso de estimación debe revisarse y de ser necesario, repetirse, a medida que se avanza en el ciclo de vida del proyecto, tal como se muestra en el ejemplo a continuación.

Se deberían revisar y refinar las estimaciones de costos a lo largo del proyecto para ir reflejando los detalles adicionales a medida que éstos se van conociendo y que se van probando los supuestos de partida. La exactitud de la estimación del costo de un proyecto aumenta conforme el proyecto avanza a través de su ciclo de vida. Un proyecto en su fase de inicio, por ejemplo, puede tener una estimación aproximada por orden de magnitud (ROM) en el rango de  $-25\%$  a  $+75\%$ . En una etapa posterior del proyecto, conforme se va contando con más información, el rango de exactitud de las estimaciones puede reducirse a  $-5\%$  a  $+10\%$ . En algunas organizaciones existen pautas sobre cuándo pueden efectuarse esos refinamientos y cuál es el grado de confianza o exactitud esperado (PMI, 2017, pág. 241).

Ilustración 24. Ejemplo de validación de estimación por fases del ciclo de vida del proyecto



Fuente: Autor

## 9. LINEAMIENTOS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA CLASES DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS

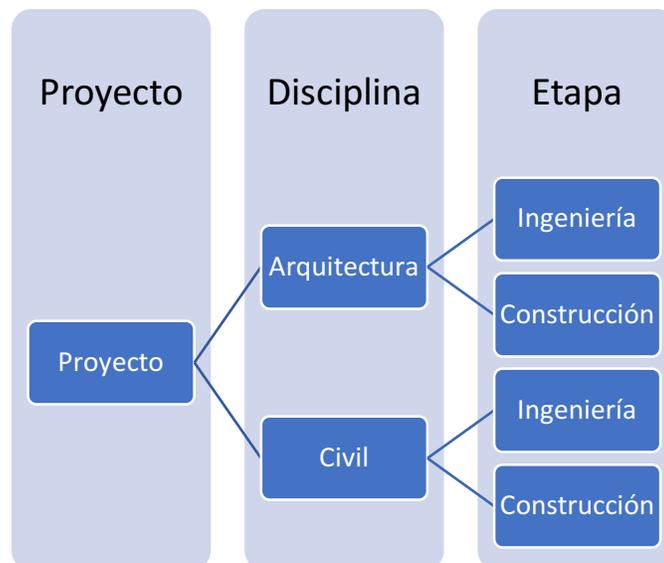
Una vez definido en el capítulo anterior los lineamientos generales que se deben seguir para un correcto proceso de estimación de costos, en esta sección se realizan las precisiones, para las clases que apliquen, de las particularidades de cada lineamiento según sea el caso.

### 9.1. DEFINICIÓN DE MÉTODO DEL ALCANCE (PARA DEFINIR WBS)

#### 9.1.1. Proyectos 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, aplicando para este caso únicamente Ingeniería y Construcción.

Ilustración 25. Definición de método del alcance para proyectos de construcción

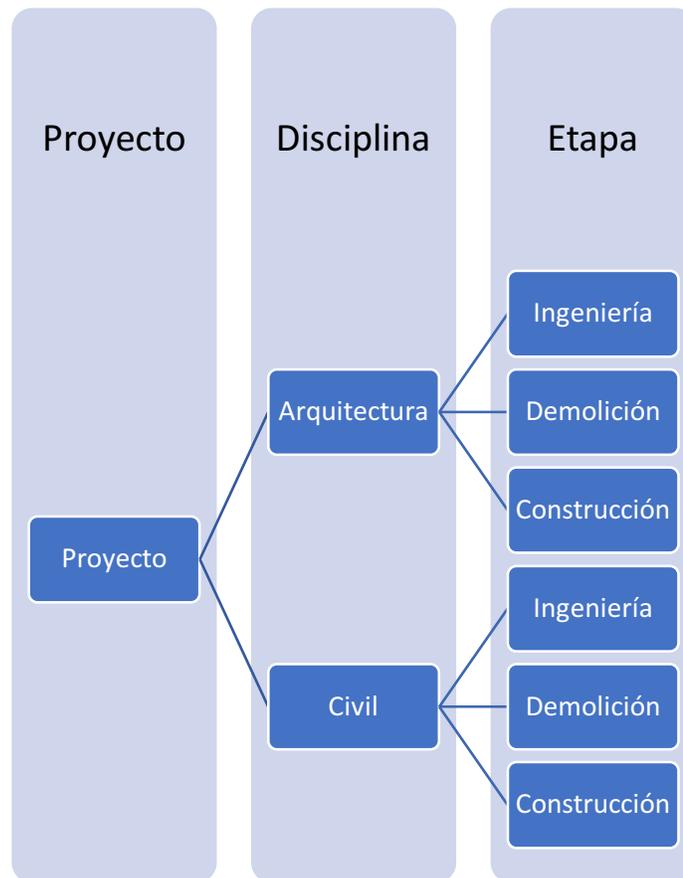


Fuente: Autor

### 9.1.2. 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.

Ilustración 26. Definición de método del alcance para proyectos de remodelación



Fuente: Autor

### 9.1.3. Proyectos de restauración

Para el caso de los proyectos de restauración, aplica la misma propuesta realizada para los proyectos de remodelación (Ver Ilustración 26)

## 9.2. DEFINICIÓN DEL ALCANCE

Los procesos asociados a este lineamiento aplican para cada una de las clases de proyecto definidas sin ninguna distinción: planificar la gestión del alcance, recopilar requisitos y definir el alcance. No existe variación con respecto a las entradas y salidas que estos puedan tener, considerando que pertenecen a un proceso distinto al que se estudia (gestión del alcance). Sin embargo, los resultados que aquí se generan, haciendo referencia al detalle del alcance como tal, y que influyen directamente sobre el proceso de estimación, dependen del uso de las técnicas y herramientas adecuadas.

En la tabla #7 se resumen las técnicas y herramientas recomendadas por el PMI para cada uno de los tres procesos.

TABLA 7. Técnicas y herramientas para la definición del alcance

Planificar la gestión del alcance	Recopilar requisitos	Definir el alcance
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juicio de expertos</li> <li>• Análisis de datos</li> <li>• Reuniones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juicio de expertos</li> <li>• Análisis de datos</li> <li>• Recopilación de datos</li> <li>• Toma de decisiones</li> <li>• Representación de datos</li> <li>• Habilidades interpersonales y de equipo</li> <li>• Diagramas de contexto</li> <li>• Prototipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juicio de expertos</li> <li>• Análisis de datos</li> <li>• Toma de decisiones</li> <li>• Habilidades interpersonales y de equipo</li> <li>• Análisis del producto</li> </ul>

Fuente: Autor

Sin embargo, en cuanto a éstas también se reconoce que cualquiera de ellas pudiera ser utilizada sin ninguna clase de restricción para cualquier clase de proyecto, a excepción de los prototipos, herramienta que no sería aplicable a los procesos de restauración, teniendo en cuenta que no se pretende cambiar el diseño del producto existente.

### **9.3. 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.

#### **9.3.1. Proyectos 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 (CONSTRUDATA, 2018).

#### **9.3.2. 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 (CONSTRUDATA, 2018).

#### **9.3.3. Proyectos 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 (CONSTRUDATA, 2018).

#### **9.4. 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.

#### **9.5. 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 del autor, la experiencia realizada y el juicio de experto, podemos sugerir 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 la 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 diferencien 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 (PMI, 2017, pág. 243). Por lo anterior, es el método más recomendado para las estimaciones finales que requieren el mayor nivel de exactitud.

## **9.6. DEFINICIÓN DE FUENTES DE INFORMACIÓN**

Al igual que en el lineamiento anterior, 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 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 esta soportada por cotizaciones de cada componente al nivel más bajo.

## **9.7. 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, éste 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.

## **9.8. 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 la CBS como RBS, de tal forma que se evalúen todos los aspectos que componen el alcance de la estimación.

### **9.8.1. Proyectos 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.** Comprende riesgos críticos como:
  - Negación de permisos y/o licencias.
  - Retrasos en aprobación de permisos y/o licencias.
  - Vedas en áreas estipuladas para construcción.
  - Otros.
  
- **Gestión social.** Comprende riesgos críticos como:
  - Negativa de comunidades sobre construcción.
  - Costos adicionales para gestión de comunidades.
  - Otros.

### **9.8.2. 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.

### **9.8.3. Proyectos 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.

## **9.9. 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.

## **9.10. 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.

### **9.11. VALIDACIÓN DEL ESTIMADO**

Al igual que en los dos casos anteriores, para este lineamiento no existe una distinción según la clase de proyecto. La validación del estimado debe ser llevada a cabo para cualquier proyecto por parte de todo el equipo, y en cada fase del ciclo de vida a medida que se avanza en el nivel de madurez.

## **10. MANUAL INSTRUCTIVO PARA LA ESTIMACION DE COSTOS**

Como resultado de todo el trabajo investigativo, y con el fin de facilitar la implementación y uso de los lineamientos definidos, como producto de la investigación se entrega un manual instructivo para la estimación de costos en proyectos arquitectónicos teniendo en cuenta su clasificación (construcción, remodelación y restauración).

Como aporte para la elaboración del manual, se tuvo en cuenta la experiencia profesional del juicio de expertos utilizada en el capítulo 6.8 y la experiencia profesional del autor también descrita en el capítulo 6.8

Como complemento a este capítulo, se toma un ejemplo de la vida real un proyecto arquitectónico, clasificado en el área de la construcción y así incluirlo dentro de su respectivo manual.

## 10.1 MANUAL INSTRUCTIVO PARA ESTIMACION DE COSTOS PARA PROYECTOS ARQUITECTONICOS. CLASIFICACION TIPO CONSTRUCCION

DESCRIPCION GENERAL		
PASO 1	Nombre Proyecto	Se colocará el nombre del proyecto arquitectónico
PASO 2	Tipo Proyecto	Se debe colocar el tipo de proyecto arquitectónico. Ejemplo: Vivienda, Hotel, Centro comercial, etc.
PASO 3	Clasificación Proyecto	Se ubicará el proyecto dentro de las 3 clasificaciones establecidas.
		CONSTRUCCIÓN: si el proyecto es nuevo
		REMODELACIÓN: modificación de proyectos existentes
LINEAMIENTOS		
PASO 4	Definición de método del alcance	Definición del método de entrega y control del alcance que manejará el proyecto a fin de convertirlo en el principal insumo para la estructuración de la WBS y posteriormente la CBS. En la estructura del alcance del producto se propone por disciplina y por etapa. Ejemplo: INGENIERIA-OBRA NEGRA-ACABADOS
PASO 5	Definición del alcance	Se deberá tener en cuenta factores, insumos o actividades representativas que se deban tener en cuenta desde la etapa de la planeación. Ejemplo 1: Apartamentos entregados según especificaciones técnicas aprobadas por el cliente. Ejemplo 2: Planta eléctrica cobertura total
PASO 6	Definición de atributos	Aquellas variables que influyen sobre la estimación de una partida, estas pueden ser: la duración de las actividades, los recursos disponibles y requeridos, el rendimiento o productividad
PASO 7	Definición de cantidades a ser estimadas	Se identifica para cada uno del alcance los atributos definidos. Ejemplo: rendimiento en las entregas de apartamentos.
PASO 8	Definición de método de estimación	Dependiendo del grado de estimación, se escogerá el método adecuado. Ejemplo: Estimación Análoga en caso que haya base de datos de proyectos similares ejecutados se tomara en cuenta los costos. Juicio de expertos: asesoría externa a profesionales para temas puntuales. Estimación ascendente: se le dará un valor a cada paquete de trabajo dentro de la WBS.
PASO 9	Definición de fuentes de información	De donde se sacara la información para le estimación. Cotizaciones?, datos históricos?
PASO 10	Definición del equipo de estimación	Para este paso, se recomienda incluir a asesores externos para temas puntuales donde no haya información clara de costos.

PASO 11	Identificación de riesgos	Identificación de factores claves que podrían afectar directamente al costo del proyecto si no se tienen en cuenta desde la fase de la planeación. Ejemplo: Ubicación proveedores, calidad mano de obra, Flujo de caja
PASO 12	Estimación de cantidades	Consiste en asignar los valores finales a cada una de las partidas. Estos valores serán el resultado de multiplicar las cantidades a ser estimadas, por los valores provenientes de las fuentes de información definidas.
PASO 13	Descripción de supuestos y bases de la estimación	Datos asumidos como cierto a efectos de la planificación del proyecto. Ejemplo: todos los insumos deberán estar en la obra en el momento que se requieran para cada actividad.
PASO 14	Validación del estimado	Una vez terminados todos los pasos, la información será validada y ajustada de ser necesario por los directivos y el cliente.

## 10.2 MANUAL INSTRUCTIVO PARA ESTIMACION DE COSTOS PARA PROYECTOS ARQUITECTONICOS. CLASIFICACION TIPO REMODELACION

DESCRIPCION GENERAL		
PASO 1	Nombre Proyecto	Se colocara el nombre del proyecto arquitectónico
PASO 2	Tipo Proyecto	Se debe colocar el tipo de proyecto arquitectónico. Ejemplo: Vivienda, Hotel, Centro comercial, etc.
PASO 3	Clasificación Proyecto	Se ubicara el proyecto dentro de las 3 clasificaciones establecidas.
		CONSTRUCCION: si el proyecto es nuevo
		REMODELACION: modificación de proyectos existentes
LINEAMIENTOS		
PASO 4	Definición de método del alcance	Definición del método de entrega y control del alcance que manejará el proyecto a fin de convertirlo en el principal insumo para la estructuración de la WBS y posteriormente la CBS. En la estructura del alcance del producto se propone por disciplina y por etapa. Ejemplo: INGENIERIA-OBRA NEGRA-ACABADOS
PASO 5	Definición del alcance	Se deberá tener en cuenta factores, insumos o actividades representativas que se deban tener en cuenta desde la etapa de la planeación. Ejemplo: Se entregara planos de detalle con especificaciones técnicas aprobadas por el cliente.

PASO 6	Definición de atributos	Aquellas variables que influyen sobre la estimación de una partida, estas pueden ser: la duración de las actividades, los recursos disponibles y requeridos, el rendimiento o productividad
PASO 7	Definición de cantidades a ser estimadas	Se identifica para cada uno del alcance los atributos definidos. Ejemplo: rendimiento en las entregas de apartamentos.
PASO 8	Definición de método de estimación	Dependiendo del grado de estimación, se escogerá el método adecuado. Ejemplo: Estimación Análoga en caso que haya base de datos de proyectos similares ejecutados se tomara en cuenta los costos. Juicio de expertos: asesoría externa a profesionales para temas puntuales. Estimación ascendente: se le dará un valor a cada paquete de trabajo dentro de la WBS.
PASO 9	Definición de fuentes de información	De donde se sacara la información para la estimación. Cotizaciones?, datos históricos?
PASO 10	Definición del equipo de estimación	Para este paso, se recomienda incluir a asesores externos para temas puntuales donde no haya información clara de costos.
PASO 11	Identificación de riesgos	Identificación de factores claves que podrían afectar directamente al costo del proyecto si no se tienen en cuenta desde la fase de la planeación. Ejemplo: Ubicación proyecto, Ubicación proveedores, calidad mano de obra, Flujo de caja
PASO 12	Estimación de cantidades	Consiste en asignar los valores finales a cada una de las partidas. Estos valores serán el resultado de multiplicar las cantidades a ser estimadas, por los valores provenientes de las fuentes de información definidas.
PASO 13	Descripción de supuestos y bases de la estimación	Datos asumidos como cierto a efectos de la planificación del proyecto. Ejemplo: todos los insumos deberán estar en la obra en el momento que se requieran para cada actividad. Ejemplo 2: Para remodelaciones dentro del centro histórico, los insumos se recibirán en las noches.
PASO 14	Validación del estimado	Una vez terminados todos los pasos, la información será validada y ajustada de ser necesario por los directivos y el cliente.

### 10.3 MANUAL INSTRUCTIVO PARA ESTIMACION DE COSTOS PARA PROYECTOS ARQUITECTONICOS. CLASIFICACION TIPO RESTAURACION

DESCRIPCION GENERAL		
PASO 1	Nombre Proyecto	Se colocara el nombre del proyecto arquitectónico

PASO 2	Tipo Proyecto	Se debe colocar el tipo de proyecto arquitectónico. Ejemplo: Vivienda, Hotel, Centro comercial, etc.
PASO 3	Clasificación Proyecto	Se ubicara el proyecto dentro de las 3 clasificaciones establecidas.
		CONSTRUCCION: si el proyecto es nuevo
		REMODELACION: modificación de proyectos existentes
RESTAURACION: mantenimiento o mejora de proyectos existentes		
<b>LINEAMIENTOS</b>		
PASO 4	Definición de método del alcance	Definición del método de entrega y control del alcance que manejará el proyecto a fin de convertirlo en el principal insumo para la estructuración de la WBS y posteriormente la CBS. En la estructura del alcance del producto se propone por disciplina y por etapa. Ejemplo: INGENIERIA-OBRA NEGRA-ACABADOS
PASO 5	Definición del alcance	Se deberá tener en cuenta factores, insumos o actividades representativas que se deban tener en cuenta desde la etapa de la planeación. Ejemplo: Se entregara planos de detalle con especificaciones técnicas aprobadas por el cliente.
PASO 6	Definición de atributos	Aquellas variables que influyen sobre la estimación de una partida, estas pueden ser: la duración de las actividades, los recursos disponibles y requeridos, el rendimiento o productividad
PASO 7	Definición de cantidades a ser estimadas	Se identifica para cada uno del alcance los atributos definidos. Ejemplo: rendimiento en las entregas de apartamentos.
PASO 8	Definición de método de estimación	Dependiendo del grado de estimación, se escogerá el método adecuado. Ejemplo: Estimación Análoga en caso que haya base de datos de proyectos similares ejecutados se tomara en cuenta los costos. Juicio de expertos: asesoría externa a profesionales para temas puntuales. Estimación ascendente: se le dará un valor a cada paquete de trabajo dentro de la WBS.
PASO 9	Definición de fuentes de información	De donde se sacara la información para le estimación. Cotizaciones?, datos históricos?
PASO 10	Definición del equipo de estimación	Para este paso, se recomienda incluir a asesores externos para temas puntuales donde no haya información clara de costos.
PASO 11	Identificación de riesgos	Identificación de factores claves que podrían afectar directamente al costo del proyecto si no se tienen en cuenta desde la fase de la planeación. Ejemplo: Ubicación proyecto, Ubicación proveedores, calidad mano de obra, Flujo de caja

PASO 12	Estimación de cantidades	Consiste en asignar los valores finales a cada una de las partidas. Estos valores serán el resultado de multiplicar las cantidades a ser estimadas, por los valores provenientes de las fuentes de información definidas.
PASO 13	Descripción de supuestos y bases de la estimación	Datos asumidos como cierto a efectos de la planificación del proyecto. Ejemplo: todos los insumos deberán estar en la obra en el momento que se requieran para cada actividad. Ejemplo 2: Para remodelaciones dentro del centro histórico, los insumos se recibirán en las noches.
PASO 14	Validación del estimado	Una vez terminados todos los pasos, la información será validada y ajustada de ser necesario por los directivos y el cliente.

## 10.4 EJEMPLO PARA APLICAR A MANUAL INSTRUCTIVO PARA ESTIMACION DE COSTOS PARA PROYECTOS ARQUITECTONICOS. CLASIFICACION TIPO **CONSTRUCCION**

### 10.4.1 MODELO BASE

#### MANUAL INSTRUCTIVO PARA ESTIMACION DE COSTOS

##### LISTA DE CHEQUEO

1	Nombre Proyecto			
2	Tipo del Proyecto		Construcción	Remodelación
				Restauración
3	CLASIFICACION			

	LINEAMIENTOS	DESCRIPCION
4	Definición de método del alcance (para definir WBS)	
5	Definición del alcance	

6	Definición de atributos	
7	Definición de cantidades a ser estimadas	
8	Definición de método de estimación	
9	Definición de fuentes de información	
10	Definición del equipo de estimación	
11	Identificación de riesgos	
12	Estimación de costos	
13	Descripción de supuestos y bases de la estimación	
14	Validación del estimado	

## 10.4.2 EJEMPLO

### MANUAL INSTRUCTIVO PARA ESTIMACION DE COSTOS

#### LISTA DE CHEQUEO

1	Nombre Proyecto	EDIFICIO AQUA			
2	Tipo del Proyecto	VIVIENDA ESTRATO 6	Construcción	Remodelación	Restauración
3	CLASIFICACION				

	LINEAMIENTOS	DESCRIPCION
4	Definición de método del alcance (para definir WBS)	1. Ingeniería: Obra civil + instalaciones 2. Arquitectura: Obra gris  3. Acabados
5	Definición del alcance	<ul style="list-style-type: none"> <li>•150 aptos entregados según especificaciones arquitectónicas aprobadas por el cliente</li> <li>•1 piscina semi-olímpica con calefacción</li> <li>•1 jacuzzi</li> <li>•1 salón de eventos con A.A</li> <li>•1 Gimnasio con A.A</li> <li>•1 Helipuerto</li> <li>•Planta eléctrica cobertura total</li> <li>•Tanque elevado</li> </ul>
6	Definición de atributos	Cantidades insumos por aptos y zonas Rendimiento mano de obra
		Estructura: cimentación, columnas y placas

7	Definición de cantidades a ser estimadas	Obra gris: mampostería, pañete, impermeabilización, plantillas, instalaciones Acabados: piso, enchape, cielo raso, pintura, aparatos sanitario, accesorios Equipos especiales: cuarto de bombas, planta eléctrica, tanque elevado
8	Definición de método de estimación	Estimación análoga Juicio de expertos Estimación ascendente
9	Definición de fuentes de información	Datos históricos clave Experiencia de los profesionales del equipo de trabajo Cotizaciones puntuales
10	Definición del equipo de estimación	Asesor externo para estimación capacidad equipos especiales
11	Identificación de riesgos	Ubicación proveedores Trazabilidad calidad mano de obra Flujo de caja
12	Estimación de costos	Se tendrá en cuenta toda la información de los anteriores lineamientos para generar la estimación.
13	Descripción de supuestos y bases de la estimación	Recursos: todos los insumos deben estar en obra en el momento establecido por la programación. Entregable: se cumplirá con el alcance establecido entre el cliente y el constructor. Mano de obra: se tiene estimado que del 23 de Diciembre AL 10 de enero de cada año el rendimiento de producción disminuye a una tercera parte.
14	Validación del estimado	La validación de la estimación será revisada y aprobada por los directivos de la constructora y el cliente.

## 11. CONCLUSIONES

El estudio de los fundamentos teóricos, la participación activa 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, y que se sintetizan en el Anexo 2 e Ilustración 20, 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 sus 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 03 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, su definición, 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 obvian 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.

## 12. RECOMENDACIONES

Luego de las conclusiones planteadas, se recomienda para futuras investigaciones:

- 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 desarrollaron los objetivos específicos dos y tres, 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.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- AACE. (5 de Abril de 2018). *AACE International*. Obtenido de What Are Cost Engineering & Total Cost Management?: <http://web.aacei.org/about-aace/what-is-cost-engineering>
- Archer, S., & Lesczynski, M. (2012). Estimation: go parametric to reduce the "hectic". *Project Management Institute*.
- 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>
- Chou, J.-S. (2010). Cost simulation in an item-based project involving construction engineering and management. *International Journal of Project Management*, 706-717.
- CONSTRUDATA. (2018). *Informe especial mano de obra*. Bogotá: Legis.
- Crawford, L., Hobbs, J. B., & Turner, J. R. (2002). Investigation of potential classification systems for projects. *Project Management Institute*.
- 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): <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/puerto-bahia-iniciaria-operaciones-final-de-ano-170163>
- DeMarco, A. A. (2008). Five questions a project manager should ask about every estimate. *Project Management Institute*.
- Doloi, H. (2010). Understanding stakeholders' perspective of cost estimation in. *International Journal of project management*, 622-636.
- Evaristo, R., & Van Fenema, P. C. (1999). A typology of project management: emergence and evolution of new forms. *International Journal of Project Management*, 275-281.
- Figuroa Alcázar, H. (08 de Septiembre de 2010). *Despega Puerto Bahía*. Obtenido de [www.eluniversal.com.co](http://www.eluniversal.com.co): <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/economica/despega-puerto-bahia>
- Hillson, D. (2007). Understanding risk exposure using multiple hierarchies. *Project Management Institute*.
- LEGIS. (2018). Informe especial. *CONSTRUDATA EDICIÓN 186*, 233.
- López Suárez, A. (14 de Marzo de 2017). *'Error en cálculo inicial encareció obras en Reficar'*. Obtenido de [www.portafolio.co](http://www.portafolio.co): <http://www.portafolio.co/economia/gobierno/implicados-en-reficar-hablan-sobre-los-millonarios-sobrecostos-504151>

- Matin, P., & Tate, K. (1999). What's your type? *PM Network*, 13(4), 27.
- Meyer, W. G. (2016). Estimating: the science of uncertainty. *Project Management Institute*.
- PMI. (2013). *Guía del PMBOK* (Quinta ed.). Newton Square, Pensilvania: Project Management Institute.
- PMI. (2017). *PMBOK Guía De Los Fundamentos Para La Dirección De Proyectos*. Newtown square: PMI.
- Portafolio. (7 de Junio de 2010). *Presupuesto de Ruta del Sol sube 17,6%; pasó de \$2,04 billones en la licitación fallida a \$2,4 billones*. Obtenido de [www.portafolio.co: http://www.portafolio.co/economia/finanzas/presupuesto-ruta-sol-sube-17-paso-04-billones-licitacion-fallida-billones-421530](http://www.portafolio.co/economia/finanzas/presupuesto-ruta-sol-sube-17-paso-04-billones-licitacion-fallida-billones-421530)
- Portafolio. (13 de Marzo de 2012). *Con regalías se construyó colegio para solo 33 estudiantes*. Obtenido de [www.portafolio.co: http://www.portafolio.co/economia/finanzas/regalias-construyo-colegio-33-estudiantes-115282](http://www.portafolio.co/economia/finanzas/regalias-construyo-colegio-33-estudiantes-115282)
- RCN. (16 de Enero de 2017). *La Ruta del Sol II, adjudicada a Odebrechet, tuvo un valor total de 3.2 billones de pesos*. Obtenido de [www.noticiasrcn.com: http://www.noticiasrcn.com/nacional-pais/ruta-del-sol-ii-adjudicada-odebrechet-tuvo-un-valor-total-32-billones-pesos](http://www.noticiasrcn.com/nacional-pais/ruta-del-sol-ii-adjudicada-odebrechet-tuvo-un-valor-total-32-billones-pesos)
- Santana, G. (1990). Classification of construction projects by scales of complexity. *Project Management*, 102-104.
- Shenhar, A., Dvir, D., Lechler, T., & Poli, M. (2002). One size does not fit all—true for projects, true for frameworks. *Project Management Institute*.
- Software advice. (5 de Junio de 2018). */www.softwareadvice.com*. Obtenido de [Construction Project Management Software UserView | 2013: https://www.softwareadvice.com/construction/userview/project-management-report-2013/](https://www.softwareadvice.com/construction/userview/project-management-report-2013/)
- Turner, J. R., & Cochrane, R. A. (1993). Goals-and-methods matrix: coping with projects with ill defined goals and/or methods of achieving them. *International Journal of Project Management*, 93-102.
- 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](http://www.utadeo.edu.co/es/link/arquitectura/41/layout-3/perfiles)
- Youker, R. (1999). The difference between different types of projects. *Project Management Institute*.

## 14. ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta – Muestra de las diligenciadas por los participantes

15/3/2018

ENCUESTA: ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS EN COLOMBIA

#### ENCUESTA: ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS EN COLOMBIA

Agradezco de antemano tu apoyo diligenciando esta encuesta que comparto, será un insumo importante para una investigación relacionada con la estimación de costos de proyectos arquitectónicos en Colombia.

##### 0 PERFIL PROFESIONAL

Esta sección de la encuesta esta orientada a conocer su perfil profesional en relación con la gestión de proyectos arquitectónicos en Colombia.

##### 0.1 Nombre completo \*

Karol Moreno López

##### 0.2 Profesión \*

ingeniera civil

##### 0.3 Cargo desempeñado y empresa para la que labora \*

directora administrativa y financiera - Via Grupo S.A.S.

##### 0.4 Meses de experiencia trabajando en proyectos \*

168

<https://docs.google.com/forms/d/1bnNczD9vvJAQY3jcUnAmhkgF-FKqKgfweILcpS2tQywUed9#responses>

**0.5 Ciudad colombiana en la que mayormente ha adquirido la experiencia \***Cartagena  
-----**0.6 En que porcentaje los proyectos para los que ha trabajado pertenecen al sector privado \***100  
-----**0.7 Indique los estudios desarrollados sobre gestión de proyectos \***

- Cursos en enfoques específicos para la de Dirección de proyectos (PMI, Prince2, Scrum, IPMA, MGA)
- Diplomado en Dirección de proyectos
- Especialización en Dirección de proyectos
- Maestría en Dirección de proyectos
- Ninguno
- Otro: -----
- 
- 

**1 Consideraciones sobre proyectos arquitectónicos**

Esta sección de la encuesta busca conocer su punto de vista en cuanto a la definición y alcance de proyectos arquitectónicos.

1.1 En su concepto, que diferencia un proyecto arquitectónico de otro tipo de proyectos? \*

el proyecto arquitectónico esta enfocado en desarrollo, fomenta el crecimiento o expansión a nivel rural y urbano, otros tipos de proyectos son más específicos en su uso

---

1.2 En función del alcance de un proyecto arquitectónico, indique que clases de proyecto de este tipo pueden existir (Ej: Vivienda, viales, otros)? \*

vivienda, hotelero, comercial, vial, urbanístico, institucional

---

1.3 Cuales considera usted como los componentes principales del alcance de un proyecto arquitectónico (Ej: Ingeniería, permisos)? \*

legal (diseños, permisos y licencias), económico (gestión de los recursos para su desarrollo), comercial (punto de equilibrio en ventas) y financiero (factibilidad y presupuesto)

---

1.4 Según su experiencia, cual considera usted que son los elementos de los proyectos arquitectónicos que usualmente no son considerados en la planificación/estimación, pero finalmente deben ejecutarse y resultan generando desviaciones? \*

proyecciones de costos administrativos con sus incrementos, determinación de % de imprevistos basados en obras anteriores o similares y diseños completamente terminados antes de inicio de los proyectos

---

1.5 Que aspectos del alcance de un proyecto arquitectónico conoce que puedan variar en función de la ciudad colombiana en la que se desarrolle el proyecto? \*

transporte de materiales, diseño de fachadas

---

## 2. Consideraciones sobre estimación de costos

Esta sección de la encuesta busca conocer su punto de vista sobre el proceso de estimación de costos de proyectos arquitectónicos Colombianos.

### 2.1 En las organizaciones privadas que ha laborado, existen lineamientos claramente definidos para la estimación de costos? \*

- Si, existe un procedimiento estándar y todas las estimaciones se estructuran de la misma forma
- No, cada profesional estima los costos a su forma

### 2.2 En los proyectos que ha participado las estimaciones usualmente son desarrolladas por: \*

- Una persona en encargada de las estimaciones y que pertenece a un área distinta a proyectos
- Un equipo inter-disciplinario especializado en estimaciones y que pertenece a un área distinta a proyectos
- El gerente del proyecto
- El equipo del proyecto
- El equipo del proyecto y los interesados
- Otro: \_\_\_\_\_

### 2.3 En los proyectos que ha participado, se desarrollaron estimaciones de diferentes niveles en función del nivel de definición del alcance? \*

- Si, el presupuesto se ajustó a medida que se definió el alcance
- No, solo tuvimos una etapa para definirlo

**2.4 En los proyectos que ha participado, se utilizan distintos métodos de estimación en función del nivel de madurez de la estimación requerida? \***

- Sí, utilizamos un método diferente dependiendo para cada etapa de definición del alcance (conceptual, básica, detallada)
- No, utilizamos el mismo método para todas las etapas (montecarlo, ascendente, análoga, paramétrica)

**2.5 Mencione los pasos que según su experiencia, considera necesarios para lograr una buena estimación \***

análisis de resultados de proyectos anteriores o similares, proyecciones de incremento de acuerdo a elementos nacionales o importados

---

---

---

Muchas gracias por tu tiempo y aporte!

---

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Anexo 2. Consolidación de resultados

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	Construcción	Remodelación	Restauración	COMPONENTE			
						Mano de obra	Materiales	Equipos herramientas y	Servicios
1	ALCANCE DEL PRODUCTO	Componentes del producto relativos a cada disciplina que se verán materializados al finalizar el proyecto (tangibles a la finalización del proyecto).	X	X	X				
1,1	ARQUITECTURA	Ejemplo: Estructuras artísticas, acabados especiales.	X	X	X				
1,1,1	Ingeniería		X	X	X				
1,1,2	Demolición			X	X				
1,1,3	Construcción		X	X	X				
1,2	CIVIL	Ejemplo: Edificaciones en concreto, canalizaciones, lozas.	X	X	X				
1,2,1	Ingeniería		X	X	X				
1,2,2	Demolición			X	X				
1,2,3	Construcción		X	X	X				

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	Construcción	Remodelación	Restauración	COMPONENTE			
						Mano de obra	Materiales	Equipos herramientas y	Servicios
1,3	MECÁNICA	Ejemplo: Estructuras metálicas, equipos del sistemas de agua potable, equipos del sistemas de aguas residuales.	X	X	X				
1,3,1	Ingeniería		X	X	X				
1,3,2	Demolición			X	X				
1,3,3	Construcción		X	X	X				
1,4	TUBERÍA	Ejemplo: sistemas de tubería para agua potable, sistemas de tubería para aguas residuales.	X	X	X				
1,4,1	Ingeniería		X	X	X				
1,4,2	Demolición			X	X				
1,4,3	Construcción		X	X	X				
1,5	HVAC	Ejemplo: sistemas de aire acondicionado, sistemas de ventilación forzada, sistemas de aire seco.	X	X	X				
1,5,1	Ingeniería		X	X	X				
1,5,2	Demolición			X	X				

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	Construcción	Remodelación	Restauración	COMPONENTE			
						Mano de obra	Materiales	Equipos herramientas y	Servicios
1,5,3	Construcción		X	X	X				
1,6	ELECTRICIDAD	Ejemplo: Cableado de alta, media y baja tensión, iluminación.	X	X	X				
1,6,1	Ingeniería		X	X	X				
1,6,2	Demolición			X	X				
1,6,3	Construcción		X	X	X				
1,7	INSTRUMENTACIÓN	Ejemplo: Sistemas de domótica.	X	X	X				
1,7,1	Ingeniería		X	X	X				
1,7,2	Demolición			X	X				
1,7,3	Construcción		X	X	X				
1,8	PINTURA	Ejemplo: Pintura de interiores y exteriores, pintura de cerramiento.	X	X	X				
1,8,1	Ingeniería		X	X	X				
1,8,2	Demolición			X	X				
1,8,3	Construcción		X	X	X				

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	Construcción	Remodelación	Restauración	COMPONENTE			
						Mano de obra	Materiales	Equipos herramientas y	Servicios
1,9	ACOMODACIONES	Ejemplo: Instalación de muebles de cocina, construcción de closets, Construcción de estanterías.	X	X	X				
1,9,1	Ingeniería		X	X	X				
1,9,2	Demolición			X	X				
1,9,93	Construcción		X	X	X				
1,10	SEGURIDAD INDUSTRIAL	Ejemplo: Señalización, equipos de primeros auxilios, extintores.	X	X	X				
1,10,1	Ingeniería		X	X	X				
1,10,2	Demolición			X	X				
1,10,3	Construcción		X	X	X				
2	<b>ALCANCE PROYECTO DEL</b>	<b>Costos necesarios para llevar a cabo el producto del proyecto (intangibles a la finalización del proyecto).</b>	X	X	X				
2,1	SEGURIDAD INDUSTRIAL	Ejemplo: Dotación, equipo de trabajo en altura, exámenes para trabajo en altura, rescatistas, coordinadores de trabajo en altura.	X	X	X				

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	Construcción	Remodelación	Restauración	COMPONENTE			
						Mano de obra	Materiales	Equipos herramientas y	Servicios
2,2	SEGURIDAD FÍSICA	Ejemplo: Vigilancia.	X	X	X				
2,3	SALUD EN EL TRABAJO	Ejemplo: Programas de vigilancia epidemiológica, adquisición de sillas ergonómicas.	X	X	X				
2,4	AMBIENTAL	Ejemplo: Tala de árboles, reposición de árboles según indicaciones de entidad ambiental.	X	X					
2,5	SOCIAL	Ejemplo: Reuniones con comunidades, reubicación de comunidades, negociaciones.	X						
2,6	CALIDAD	Ejemplo: Pruebas RX, costo de técnicos para pruebas.	X	X	X				
2,7	ALQUILER DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Ejemplo: Andamios, manlift, grúas.	X	X	X				
2,8	APROVISIONAMIENTO	Ejemplo: transporte.	X	X	X				
2,9	PRE OPERATIVOS E INSTALACIONES TEMPORALES	Ejemplo: Almacenamiento de materiales, campamentos	X	X	X				

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	Construcción	Remodelación	Restauración	COMPONENTE			
						Mano de obra	Materiales	Equipos herramientas y	Servicios
3	GESTIÓN DEL PROYECTO	Costos necesarios para la gestión del proyecto.	X	X	X				
3,1	NÓMINA	Ejemplo: Nómina del equipo del proyecto con prestaciones, costos de ingreso, exámenes periódicos y de egreso.	X	X	X				
3,2	REUNIONES	Ejemplo: Alquiler de salones, refrigerios, equipos audiovisuales.	X	X	X				
3,3	EVENTOS	Ejemplo: Tarimas, presentadores, medios, invitaciones, equipos audiovisuales.	X	X	X				
3,4	VIAJES Y VIÁTICOS	Ejemplo: Tiquetes, hospedales, viáticos.	X	X	X				
3,5	CAPACITACIONES, CERTIFICACIONES Y ENTRENAMIENTOS	Ejemplo: Entrenamiento de trabajo en alturas, capacitaciones HES, certificaciones de soldadores.	X	X	X				
3,6	PAPELERÍA	Ejemplo: Rollos de papel para planos, resmas de papel, lapiceros, marcadores. Sellos.	X	X	X				
3,7	EQUIPOS IT Y SOFTWARES	Ejemplo: Adquisición de computadores, impresoras, GPS, licencias de Autocad.	X	X	X				

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	Construcción	Remodelación	Restauración	COMPONENTE			
						Mano de obra	Materiales	Equipos herramientas y	Servicios
3,8	ASESORÍAS CONSULTORÍAS	Y Ejemplo: Costos de apoyo de PMO, asesoría especializada en geotecnia.	X	X	X				
4	<b>COSTOS AMBIENTALES</b>	<b>Costos asociados a los factores ambientales de la empresa y resultan del análisis de los activos de los procesos de la organización.</b>	X	X	X				
4,1	BENEFICIOS NÓMINA	DE Ejemplo: Bonificaciones, auxilios extralegales.	X	X	X				
4,2	POLÍTICAS HESQ	Ejemplo: jornadas de salud, jornadas ambientales.	X	X	X				
4,3	OTROS	De acuerdo con las directrices de cada compañía y/o contrato.	X	X	X				
5	<b>COSTOS LEGALES</b>	<b>Corresponden a los incurridos por requerimientos de la Ley nacional.</b>	X	X	X				
5,1	PERMISOS, LICENCIAS Y ESTUDIOS	Ejemplo: EIA, licencias, permisos de captación, levantamiento de vedas, actualizaciones, trabajos en horas no ordinarias.	X	X	X				

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	Construcción	Remodelación	Restauración	COMPONENTE			
						Mano de obra	Materiales	Equipos herramientas y	Servicios
5,2	IMPUESTOS	Ejemplo: IVA, Aranceles.	X	X	X				
5,3	INCREMENTO SALARIAL	Incremento salario mínimo	X	X	X				
<b>6</b>	<b>COSTOS FINANCIEROS</b>	<b>Costos financieros necesarios para llevar a cabo el proyecto.</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>				
6,1	FINANCIACIÓN	Costo de intereses por préstamos a bancos. Para ciertas organizaciones también se establece un interés por el uso de los recursos de la organización.	X	X	X				
6,2	INFLACIÓN	Porcentaje de crecimiento anual de los valores estimados, definido por la nación.	X	X	X				
6,3	ESCALACIÓN	Porcentaje de crecimiento anual de los valores estimados, definido por el mercado. Ejemplo: incremento del costo del acero o concreto.	X	X	X				
<b>7</b>	<b>RESERVA PARA CONTINGENCIA</b>	<b>Resultante del análisis de riesgo. Corresponde al porcentaje definido para la gestión de los riesgos conocidos o variación del alcance definido.</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>				

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	Construcción	Remodelación	Restauración	COMPONENTE			
						Mano de obra	Materiales	Equipos herramientas y	Servicios
8	RESERVA DE GESTIÓN	Resultante del análisis de riesgo. Corresponde al porcentaje definido para la gestión de los riesgos no conocidos o cambios del alcance definido.	X	X	X				