

CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN LA ESTIMACIÓN DE
COSTOS DE PROYECTOS DE CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA PARA PROYECTOS
DE OBRA PÚBLICA EN COLOMBIA 1

Caracterización de las variables utilizadas en la estimación de costos de proyectos de consultoría
e interventoría para proyectos de obra pública en Colombia

Sergio Andrés Bayona Torres, Nicolás Santiago Rodríguez Chinchilla

Trabajo de Grado para Optar al Título de ingeniero civil

Director

Edward Vargas Quintero

Ingeniero Civil, MSc

Universidad Industrial de Santander

Facultad de ingenierías físico mecánicas

Escuela de ingeniería Civil

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres Magda Celena Torres Álvarez y Jorge Alfonso Bayona Chona por ser mi motor durante todo este proceso, por su amor incondicional, por creer en mí y por apoyarme siempre. A mis hermanos María Catalina Bayona Torres, Sebastián Bayona Torres y Yolanda Marcela Bayona Roperó, por impulsarme a ser una mejor persona cada día y estar siempre en todo momento para mí. También a mis abuelos y a toda mi familia por su amor incondicional.

Dedico este trabajo de grado a mis padres Daisy Janeth Chinchilla Reyes y Jorge Eliecer Rodríguez Suescun, por formar la persona que soy, inspirarme, apoyarme en todo momento, ser un ejemplo de resiliencia, por llenarme de amor y cariño, y a mi abuelita Victoria Isaura Reyes, que me cuida desde el cielo, sin ella nada de esto sería posible.

Dedicamos este trabajo a nuestro director Edward Vargas Quintero por su paciencia, su dedicación, su apoyo, ya que sin él, esto no hubiera sido posible. También, a todos y cada uno de los docentes que nos acompañaron en nuestro proceso de formación por su invaluable trabajo.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestros padres por su apoyo, amor, e interés en nuestra formación profesional como ingenieros civiles.

También estamos agradecidos de sobremanera con nuestro director Edward Vargas Quintero por su tiempo, paciencia, dedicación y apoyo en este proceso de culminación de nuestro programa de pregrado.

A nuestros amigos y colegas por su motivación, apoyo y acompañamiento en la carrera.

Finalmente agradecemos a la Universidad Industrial de Santander, nuestra alma mater, a todos los docentes que formaron parte de nuestro proceso de desarrollo académico, a la escuela de ingeniería civil y todo su personal.

CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN LA ESTIMACIÓN DE
COSTOS DE PROYECTOS DE CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA PARA PROYECTOS
DE OBRA PÚBLICA EN COLOMBIA 4

Tabla de Contenido

	Pág.
1. Introducción	11
1.1. Antecedentes y referentes normativos	12
1.1.1. Sobrecostos	12
1.1.2. Sistemas de costeo	13
1.1.3. Estimación del factor multiplicador.....	14
1.2. Referencias normativas.....	22
1.2.1. Contrato de consultoría y publicidad	22
1.2.2. Contenido del contrato.....	23
1.2.3. Referente para el ejercicio de las funciones de supervisión e interventoría	25
2. Objetivos.....	26
2.1. Objetivo General.....	26
2.2. Objetivos Específicos.....	26
3. Metodología de investigación.....	27
3.1. Indexación de precios	27
3.2. Definición de variables principales.....	27
3.3. Definición de variables complementarias	29
3.4. Registro de información.....	29
3.5. Definición del tamaño de muestra	30
4. Casos de estudio.....	31

CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN LA ESTIMACIÓN DE
COSTOS DE PROYECTOS DE CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA PARA PROYECTOS
DE OBRA PÚBLICA EN COLOMBIA 5

5.	Resultados	34
6.	Discusiones y recomendaciones	42
7.	Conclusiones	44
	Referencias Bibliográficas	47
	Apéndices.....	51

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Análisis comparativo de recomendaciones para la estimación del factor multiplicador.</i>	16
Tabla 2. <i>Contenido del contrato conforme al Art. 1501 del Código civil colombiano.</i>	24
Tabla 3. <i>Caracterización de actividades de interventoría propuestas por Colombia Compra Eficiente.</i>	28
Tabla 4. <i>Uso principal del objeto del contrato de obra pública.</i>	32
Tabla 5. <i>Modelo de estructura del presupuesto del contrato de obra pública.</i>	33

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Número de actividades vs presupuesto.</i>	34
Figura 2. <i>Factor multiplicador vs presupuesto.</i>	36
Figura 3. <i>Salario de director de obra vs número de actividades.</i>	37
Figura 4. <i>Salario de director de interventoría vs duración del contrato (interventoría integral).</i>	38
Figura 5. <i>Salario de residente de obra vs número de actividades.</i>	40
Figura 6. <i>Salario de residente de interventoría vs duración del contrato (interventoría integral).</i>	41
Figura 7. <i>Distribución del factor multiplicador a partir de los datos de la muestra.</i>	43
Figura 8. <i>Rangos valor para factor multiplicador.</i>	43

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Base de Datos.	51
Apéndice B. Tamaño de muestra.	51

Resumen

Título: Caracterización de las variables utilizadas en la estimación de costos de proyectos de consultoría e interventoría para proyectos de obra pública en Colombia*

Autor: Sergio Andrés Bayona Torres, Nicolás Santiago Rodríguez Chinchilla**

Palabras Clave: Cláusulas del contrato, Consultoría, Interventoría, Objeto, Plazo, Precio, Factor multiplicador, Sistemas de costeo.

Descripción: Este estudio tiene como objetivo caracterizar las variables utilizadas en la estimación de costos de proyectos de consultoría e interventoría para proyectos de obra pública en Colombia, mediante la recopilación de información en una base de datos extraídos de la plataforma web SECOP II, analizando el objeto, plazo, precio y factor multiplicador de dichos contratos, y comparando las variables entre sí con el propósito de observar su correlación. En los resultados obtenidos se pudo evidenciar la discordancia entre el factor multiplicador y el presupuesto de la obra, a su vez, que no hay una relación entre el número de actividades y el salario del director y el residente, tampoco se encontró una tendencia entre el salario del director y residente con respecto al plazo del contrato, finalmente se evidenció que las empresas del sector público siguen haciendo uso de los mismos factores multiplicadores sin un cambio notorio en su valor a través del tiempo.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ingenierías físico mecánicas. Escuela de ingeniería civil. Programa académico. Director: Edward Vargas Quintero. Magíster en Ingeniería Civil

Abstract

Title: Characterization of the variables used in the estimation of cost of consulting and auditing projects for public work projects in Colombia *

Author(s): Sergio Andrés Bayona Torres, Nicolás Santiago Rodríguez Chinchilla **

Key Words: Contract clauses, Consulting, Audit, Object, Term, Price, Multiplying factor, Costing systems.

Description: This study aims to characterize the variables used in estimating the costs of consulting and auditing projects for public work projects in Colombia, by compiling information in a database extracted from the web platform SECOP II, analyzing the object, term, price, and multiplying factor of said contracts, and comparing the variables with each other with the purpose of observing their correlation. In the results obtained, the discordance between the multiplying factor and the budget of the public work was evident, at the same time, that there is no relationship between the number of activities and the salary of the director and the resident, nor was a trend found between the salary of the director and resident with respect to the term of the contract, finally, it was evident that public sector companies continue to use the same multiplier factors without a noticeable change in its value over time.

* Degree Work

** Faculty of physical mechanical engineering. School of civil engineering. Academic program. Director: Edward Vargas Quintero. Magíster en Ingeniería Civil

1. Introducción

Uno de los principales factores que causan sobrecostos en los proyectos de construcción corresponde a la calidad de diseños, que son producto de proyectos de consultoría e interventoría. En Colombia, los diseños y la información de soporte de proyectos de construcción de obra pública deben proceder de consultorías contratadas a través de mecanismos de selección y cuya valoración económica debe provenir de factores objetivos con el fin de preservar el equilibrio económico del contrato. Por estos motivos analizar las causas de los sobrecostos en Colombia resulta una tarea bastante compleja. Por lo tanto, para la realización de un estudio relacionado, es necesario una caracterización previa de las variables implicadas en estas, las cuales se relacionan directamente con las cláusulas esenciales de un contrato (objeto, plazo y precio), ya que estas no varían respecto a la normativa vigente o a lo pactado por las partes, por tanto son las que se caracterizaron en este estudio. Esto se llevó a cabo, mediante la identificación, el análisis y la comparación (entre sí), de las diferentes variables que conforman dichas cláusulas. Por lo tanto, este estudio se desarrolló con el objetivo de caracterizar las variables asociadas a la estimación de costos de proyectos de consultoría e interventoría para proyectos de obra pública en Colombia. Adicional a esto, se realizó una caracterización de dichas variables frente a la complejidad del proyecto objeto de estudio, representado en los alcances del objeto y presupuesto de la obra, y una caracterización de la relación del Factor Multiplicador estimado frente a la complejidad del proyecto de estudio, representado en los alcances del objeto y presupuesto de la obra.

Cabe aclarar que este se limita a los contratos de consultoría e interventoría asociados a proyectos de obra pública que se adelantan bajo el régimen público establecido en la Ley 80 de 1993; que se encuentren disponibles en la plataforma Secop II, que hayan sido adjudicados y celebrados entre el lapso comprendido entre los años 2020 a 2023, adelantados mediante la modalidad de selección por concurso de méritos abierto, en el que se encuentra mayor cantidad de información disponible.

1.1. Antecedentes y referentes normativos

1.1.1. Sobrecostos

Los proyectos de construcción a menudo sufren diversas problemáticas con respecto al tiempo y costo, comprometiendo el desarrollo exitoso de éste. Varios autores al realizar un estudio determinaron que de cada 5 proyectos (obras), 3 sufren de sobrecosto (Mejía, 2017), este acontecimiento sucede cuando el monto final supera el planificado en las etapas tempranas, evidenciándose al momento de culminar la obra (Laura Vanessa Almanza-Castillo, 2021). A pesar de que hoy en día se normalice este hecho, es alarmante que más de la mitad de las obras de construcción sufran de este fenómeno, el cual afecta directamente a los inversores y constructores.

Según la encuesta desarrollada por los autores (Ammar, Abdel-Monem, & El-Dash, 2022), modificar el diseño y el alcance es el factor principal que perjudica la duración de los contratos y los cambios de cantidades en la construcción vial de Egipto. También en Tanzania (Mfinanga, Rwakarehe, & A, 2013), al estudiar 7 diferentes proyectos se llegó a la conclusión que el diseño inadecuado contribuye como porcentaje a la desviación total del presupuesto en un 61%.

Ahora bien, es importante resaltar el papel que desempeña una supervisión inadecuada o nula y que la falta de integración con los diferentes profesionales, son un factor crítico que retrasa la planificación de la obra (Sara Lozano Serna, 2018), produciendo divergencias al momento de agrupar documentos y diseños, sin buscar la opción más rentable (Álvaro Cuéllar-Reyes, 2023).

1.1.2. Sistemas de costeo

Existen varios sistemas de costeo utilizados en la contabilidad y gestión empresarial que se aplican conforme a la necesidad específica de cada empresa y la naturaleza de sus procesos de producción.

El costeo por órdenes de producción se utiliza en empresas que producen artículos o productos cuyo ensamblaje puede ser separado en diferentes partes, es decir se contabiliza por tareas y se conoce previamente las unidades que deben ser producidas y hace uso de tres elementos para la determinación de costos: materiales y mano de obra directa, y costos indirectos (Vaca López, 2012). Cabe mencionar que sobre este sistema de costeo se desarrollan los presupuestos de proyectos de construcción.

El costeo por procesos se utiliza cuando la empresa produce artículos o productos de manera continua o en masa, los cuales requieren distintas etapas productivas hasta llegar a su presentación final, se diferencia al costeo por órdenes de producción en que el proceso productivo no puede ser pausado ya que esto afectaría toda la cadena productiva. La unidad de costeo para este sistema son los procesos, los departamentos o cada una de las etapas de producción. Este sistema utiliza los mismos 3 elementos en la estimación de costos que el costeo por órdenes de producción con la diferencia que en este, la orden de producción es una parte muy pequeña a

comparación de los procesos o departamentos, por tanto, los materiales y la mano de obra que se utilizan en cada proceso son considerados como costos directos. Por otro lado los materiales y mano de obra utilizados en diversos procesos son considerados costos indirectos. (Vaca López, 2012)

El sistema ABC (activity based costing), a diferencia de los sistemas tradicionales de costeo, es considerado un sistema gerencial el cual se basa en 3 principios: i) los productos o servicios provistos por una empresa requieren de actividades para su fabricación, ii) las actividades productivas son a las que generan los costos y no al producto o el servicio en cuestión, y iii) dado que los recursos también generan costo, el presupuesto se debe realizar en torno a las actividades para poder determinar los recursos mínimos requeridos para el correcto funcionamiento del proceso productivo. El costeo basado en actividades permite una mayor facilidad en la toma de decisiones puesto que permite analizar: los costos en los procesos de la empresa; los diferentes niveles en la cadena de valor para así poder revisar que se debe comprar o que decisiones se deben tomar en cada nivel; la rentabilidad de los productos para así obtener una mejor optimización del presupuesto; cuales son las actividades que poseen valor añadido y cuales no, entre otros. (Caldera, Baujín Pérez, Ripoli Feliu, & Vega Falcón, 2007)

1.1.3. Estimación del factor multiplicador

No hay un método estándar por el cual se deba regir dicho cálculo, dado que no hay un reglamento o manual el cual dirija el ejercicio de la consultoría y la interventoría en Colombia. Las leyes existentes no describen que ítems deben ser incluidos en el cálculo de dicho factor, razón por la cual la mayoría de las empresas y entidades estatales optan por proponer sus propios

modelos, en el mejor de los escenarios, o simplemente asignan los valores de los porcentajes que componen este factor de manera arbitraria.

En este sentido destacan dos perspectivas de estimación del factor multiplicador, siendo la primera desde el punto de vista empresarial, y la segunda desde las entidades estatales quienes son las que se encuentran en la obligación de determinar el valor de los contratos.

En el primero de los casos, la empresa PricewaterhouseCoopers, con la colaboración de las empresas del sector de consultoría afiliadas a la Cámara Colombiana de la Infraestructura (PricewaterhouseCoopers, & La Cámara colombiana de la infraestructura, 2012), que con el fin de suministrar información del benchmarking a la entidad posterior de tarifas de consultoría y factor multiplicador, realizado en un grupo de empresas pertenecientes al sector de consultoría, identificando las tendencias del mercado con respecto a la resolución 0000747 de 1998 del Ministerio de Transporte que establecían en su momento “los topes máximos para sueldos y demás gastos que se pueden pagar en los contratos de Consultoría por el sistema de cobro de costos directos más sueldos afectados por un factor multiplicador”.

Desde la perspectiva institucional, existen referentes y documentos de recomendaciones que difieren en contenido e ítems a considerar para este cálculo. Un análisis preliminar, a partir de los parámetros descritos en el cuatro documentos de referencia, y provenientes de diferentes sectores, listados a continuación, permite evidenciar las diferencias de criterio existentes.

- Caso 1: Empresa nacional promotora del desarrollo territorial ENterritorio.
(ENterritorio.)

- Caso 2: Cámara Colombiana de la Infraestructura. (PricewaterhouseCoopers)
- Caso 3: Propuesta para el cálculo del factor multiplicador para contratos de consultoría de obras civiles. (Rojas, 2015)
- Caso 4: Cálculo del factor multiplicador y verificación del actual en los procesos de interventoría del municipio de Saravena. (JOSEF NORBEY FLOREZ, 2021)

Tabla 1.

Análisis comparativo de recomendaciones para la estimación del factor multiplicador.

Estudio de Referencia	Caso	Caso	Caso	Caso
	1	2	3	4
A) Salario Base	X	X	X	X
B) Prestaciones Sociales:	X	X	X	X
Cesantía	X	X	X	X
Intereses de Cesantía	X	X	X	X
Prima	X	X	X	X
Vacaciones	X	X	X	X
Seguridad social:	X	X	X	X
Seguridad Social (Salud)	X	X	X	X
Seguridad Social (Pensión)	X	X	X	X
ARP	X	X	X	X

CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN LA ESTIMACIÓN DE
 COSTOS DE PROYECTOS DE CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA PARA PROYECTOS
 DE OBRA PÚBLICA EN COLOMBIA

17

Estudio de Referencia	Caso	Caso	Caso	Caso
	1	2	3	4
Subsidio Familiar	X	X	X	
Otros:		X		
ICBF	X	X	X	X
SENA	X	X	X	X
Caja de Compensación		X		X
Fondo de Solidaridad P.		X		
Subsidio de Transporte		X		
Bonificaciones		X		
Dotación	X	X	X	X
Incapacidades no Cubiertas por EPS	X	X		X
Prima extralegal	X	X		
Indemnizaciones	X	X		
Auxilios varios	X	X		
Seguros de Ley	X	X		
Otros		X		
C) COSTOS OFICINA O GASTOS INDIRECTOS	X	X	X	

CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN LA ESTIMACIÓN DE
 COSTOS DE PROYECTOS DE CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA PARA PROYECTOS
 DE OBRA PÚBLICA EN COLOMBIA

18

Estudio de Referencia	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Arrendamiento de oficina	X	X	X	X
Servicios públicos	X	X	X	X
Mantenimiento y operación oficinas	X	X	X	X
Útiles, papelería oficina	X	X	X	X
Personal administrativo no facturado	X	X	X	X
Administración	X	X	X	
Personal profesional no facturado		X		X
Varios de aportes no reembolsable		X		
Personal técnico no facturable	X	X		
Sobresueldo de personal técnico		X		

CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN LA ESTIMACIÓN DE
 COSTOS DE PROYECTOS DE CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA PARA PROYECTOS
 DE OBRA PÚBLICA EN COLOMBIA

19

Estudio de Referencia	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Prestaciones sociales				
personal técnico por sobre sueldo y no utilización		X		
Personal técnico con salario por encima de topes	X	X		
Asesoría legal, tributaria y médica		X	X	
Gastos Generales de Operación		X		
Gastos de representación	X	X		X
Dotación de Operación y Mantenimiento		X		
Gastos e intereses bancarios por financiación		X		
Equipos y mantenimiento de oficina		X		X
Seguros de oficina del consultor	X	X		

CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN LA ESTIMACIÓN DE
 COSTOS DE PROYECTOS DE CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA PARA PROYECTOS
 DE OBRA PÚBLICA EN COLOMBIA

Estudio de Referencia	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Correos		X		
Documentación Técnica		X		X
Costos propuestas		X		
Aseguramiento de Calidad		X		
Gastos legales bancarios	X	X		
Capacitación del personal	X	X		
Vigilancia y aseo	X	X		
Jubilaciones	X	X		
Gastos de transporte	X	X		
Elaboración de informes y entregables		X		
Revistas publicaciones técnicas	X	X		
Equipos de cómputo		X		
Actualizaciones tecnológicas	X	X	X	X
Afiliación a asociaciones profesionales	X	X		

CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN LA ESTIMACIÓN DE
 COSTOS DE PROYECTOS DE CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA PARA PROYECTOS
 DE OBRA PÚBLICA EN COLOMBIA

Estudio de Referencia	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Sistematización admon	X	X		
Costos capital de trabajo	X	X		
Comunicaciones		X		
Pólizas de seguros		X		
Seguro de Vida		X		
Depreciación instalaciones y equipos de oficina	X	X		X
Asesorías legales permanente		X		
Honorarios		X		
D) COSTOS DE PERFECCIONAMIENTOS	X	X	X	X
Publicación en el Diario Oficial		X	X	
Retefuente		X	X	X
ReteICA		X		X
Estampilla		X	X	
Póliza de calidad		X	X	X

Estudio de Referencia	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Póliza de cumplimiento		X	X	X
Póliza de salarios y prest.		X	X	X
Otros descuentos		X		
Legalización contratos		X		
E) IMPREVISTOS		X	X	
F) Honorarios:	X	X	X	X
FM= A+B+C+D+E+F		X	X	X

Nota. Esta tabla muestra los diferentes ítems contenidos en la metodología del factor multiplicador propuesto por las 4 entidades mencionadas previamente. Fuente: elaboración propia.

1.2. Referencias normativas

1.2.1. Contrato de consultoría y publicidad

Los contratos de consultoría se definen en la Ley 80 de 1993 de la siguiente manera: “...los que celebren las entidades estatales referidos a los estudios necesarios para la ejecución de proyectos de inversión, estudios de diagnóstico, prefactibilidad o factibilidad para programas o proyectos específicos, así como a las asesorías técnicas de coordinación, control y supervisión.

Son también contratos de consultoría los que tienen por objeto la interventoría, asesoría, gerencia de obra o de proyectos, dirección, programación y la ejecución de diseños, planos, anteproyectos y proyectos...” por lo que se incluyen tanto las categorías de consultoría de diseño, como de interventorías relacionadas directamente con obras públicas.

Constitucionalmente, toda la información inherente a un contrato debe ser publicada y ser asequible para el público en general como lo expresa el artículo 209 de la Constitución Política de Colombia el cual establece que la función administrativa está al servicio de los intereses generales y se desarrolla con base en principios como la publicidad. Dentro del contexto de la contratación pública es obligación de las entidades la publicación de todos los documentos que hacen parte de los estudios previos que sustentan el proceso de selección y las condiciones de ejecución del futuro contrato.

1.2.2. Contenido del contrato.

Como referente principal se toma el ordenamiento jurídico colombiano; dentro del cual se entiende que un contrato existe y es perfecto cuando cumple con los requisitos esenciales (essentialia negotii) de orden legal establecidos para que produzca efectos jurídicos, la voluntad de los contratistas y la forma exigida; es decir, cuando recorre su definición legal, porque concurren sus elementos esenciales, esto es, sin los cuales no existe, conforme a lo señalado en el Art. 1501 del Código de Civil Colombiano y las formas y demás condiciones para la eficacia del acuerdo contractual, sin perjuicio de que puedan existir condiciones o plazos que suspendan su ejecución.

Tabla 2.

Contenido del contrato conforme al Art. 1501 del Código civil colombiano.

Clausulas	Definición	Ejemplo
Esenciales	“Son de la esencia de un contrato aquellas cosas sin las cuales, o no produce efecto alguno, o degeneran en otro contrato diferente”.	Objeto
		Plazo
		Precio
Naturales	“Las que no siendo esenciales en él, se entienden pertenecerle, sin necesidad de una cláusula especial”.	Garantías
		Intereses
		Mecanismos
		alternativos de solución de controversias
Accidentales	“ni esencialmente, ni naturalmente le pertenecen, y que se le agregan por medio de cláusulas especiales”	Clausula
		compromisoria
		Forma de pago
		Multas
		Clausula penal pecuniario

Nota. Esta tabla muestra los diferentes tipos de cláusula de un contrato, con su respectiva definición e ítems que los componen. Fuente: elaboración propia.

1.2.3. Referente para el ejercicio de las funciones de supervisión e interventoría

Colombia Compra Eficiente presentó en el año 2018, la segunda versión de la Guía para el ejercicio de las funciones de supervisión e interventoría de los contratos suscritos por las Entidades Estatales.

El documento se encuentra dirigido a los partícipes del Sistema de Compra Pública e incluye entre su esquema, la clasificación de actividades que deben ser ejecutadas por los supervisores e interventores, y se clasifican en actividades generales, actividades de seguimiento administrativo, actividades de seguimiento técnico, actividades de seguimiento financiero y contable y actividades de seguimiento jurídico.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Caracterizar las variables asociadas a la estimación de costos de proyectos de consultoría e interventoría para proyectos de obra pública en Colombia.

2.2. Objetivos Específicos

Caracterizar las variables de estimación de costos frente a la complejidad del proyecto objeto de estudio, representado en los alcances del objeto, presupuesto de la obra y actividades asociadas.

Caracterizar la relación del Factor Multiplicador estimado frente a la complejidad del proyecto de estudio, representado en los alcances del objeto y presupuesto de la obra.

3. Metodología de investigación

3.1. Indexación de precios

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística, publica periódicamente series de tiempo para la indexación de precios, incluyendo el Índice de Costos para la Construcción Pesada ICCP y el Índice de Precios para la Construcción de Vivienda ICCV, sin embargo la muestra incluye proyectos de construcción de los dos tipos así como proyectos de consultoría de diseño.

Para simplificar el análisis, se opta por la aplicación del Índice de Precios al Consumidor en su consolidado anual mediante la aplicación de la siguiente formula.

$$V_{2023} = V_i * \frac{IPC_{2023}}{IPC_i}$$

Donde:

- V_{2023} = Presupuesto año 2023.
- V_i = Presupuesto del contrato en el año de publicación.
- IPC_{2023} = IPC año 2023.
- IPC_i = IPC del año de publicación del contrato.

3.2. Definición de variables principales

Se toma como referente principal las cláusulas esenciales del contrato, al ser registro común para todos los casos se toman como variables principales para la caracterización y análisis de la estructuración financiera de los contratos. Las variables principales propuestas son:

- Objeto: Es el objetivo del contrato y el fin principal; para efectos del análisis cuantitativo, se asigna un numero especifico de tareas conforme al tipo de interventoría y la caracterización de funciones descrita por Colombia Compra eficiente, como se detalla en la siguiente tabla

Tabla 3.

Caracterización de actividades de interventoría propuestas por Colombia Compra Eficiente.

Tipo de actividad	No. actividades
Generales	13
Seguimiento administrativo	5
Seguimiento técnico	4
Seguimiento financiero y contable	6
Seguimiento jurídico	4

Nota. Esta tabla muestra los diferentes tipos de actividades presentadas en la guía de Colombia Compra Eficiente y su respectivo número de actividades. Fuente: elaboración propia.

- Plazo: Corresponde al periodo de tiempo (en meses), en el cual se desarrolló el contrato, según lo publicado en la plataforma SECOP II.
- Valor: Hace referencia al presupuesto total del contrato. Como información conexas se registra el parámetro principal de la estructura del presupuesto, tiempo de ejecución o entregables del proyecto, y los valores de cada caso.

- Factor Multiplicador: Corresponde al valor numérico del factor multiplicador usado en el presupuesto del proceso de selección.

3.3. Definición de variables complementarias

Con el fin de registrar información complementaria se definieron las siguiente variables:

- Tipo de interventoría: Se categoriza como interventoría integral, aquella que incluye todos los aspectos descritos en el manual de Colombia compra eficiente o aquella en cuyo objeto se encuentra especificado que se trata de interventoría integral; interventoría técnica categoriza aquella en cuyo objeto se determine específicamente como interventoría técnica.
- Desagregación del FM: Esta variable indica si los autores publicaron la desagregación del factor multiplicador usado en el contrato.

3.4. Registro de información

A partir de la información registrada en el portal Secop II para cada uno de los procesos de selección y los documentos de estudios previos que hacen parte de estos se registra de cada uno:

i) los datos necesarios para ubicar cada proceso de contratación en la plataforma Secop, ii) el registro de cláusulas esenciales o variables principales, iii) el registro de variables complementarias a partir de los documentos del proceso.

Un caso especial se presenta en cuanto a los procesos de selección estructurados por lotes, y aquellos con más de un factor multiplicador. En el primer caso se registró una fila por cada uno de los lotes del proceso de selección, lo anterior en razón a que cada lote cuenta con presupuesto

y plazo de ejecución independiente a pesar de que el factor multiplicador se mantenga similar en el proceso de selección. Para el segundo caso, de un mismo proceso se registra el máximo valor de factor multiplicador como referente.

3.5. Definición del tamaño de muestra

Para poder definir el tamaño de muestra se consultó en la plataforma Datos abiertos Colombia el número de procesos de consultoría e interventoría registrados en el Secop II en el periodo del 1 de Enero de 2020 al 31 de Marzo de 2023, adicionalmente estos procesos debían cumplir los siguiente criterios: estar en estado Adjudicado y celebrado y estar contratados por la modalidad de concurso de méritos abierto. Esto arrojó como resultado una población total $N = 3832$ procesos.

Con la población total definida se procedió a usar la siguiente fórmula para determinar el tamaño de muestra en una población finita:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

- n : Corresponde al tamaño de muestra.
- N : Corresponde al tamaño total de la población.
- Z : Es un parámetro estadístico que depende del nivel de confianza requerido.
- e : Es el error de estimación máximo aceptado.

- p: Es la probabilidad que ocurra el evento estudiado.
- q: Es la probabilidad que no ocurra el evento estudiado.

Para este estudio se fijó un nivel de confianza del 90% (para este $Z = 1.64$, el cual se obtuvo de tablas estandarizadas disponibles en la bibliografía), un error de estimación del 5%, y puesto que p y q se desconocen, se deben asumir valores de 0.5 para ambos (ya que estos deben sumar 1). Con estos datos se obtuvo un tamaño de muestra requerido de 251 procesos.

$$n = \frac{3832 * 1.64^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (3832 - 1) + 1.64^2 * 0.5 * 0.5} = 251 \text{ procesos}$$

4. Casos de estudio

Se registran para análisis 289 procesos de selección que derivan en 325 contratos de consultoría, lo anterior debido a que 25 de los procesos de selección se estructuraron bajo el esquema de lotes y cada uno corresponde a un proyecto de construcción diferente.

El uso o destinación principal de la obra pública asociada a los contratos registrados corresponde en su mayoría a infraestructura de transporte, seguido por infraestructura de servicios comunitarios y servicios públicos domiciliarios, que en conjunto corresponden al 75% de los contratos como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 4.

Uso principal del objeto del contrato de obra pública.

Tipo de uso	Contratos	%
Comercial	8	2.77
Comunitario	60	20.76
Deportivo	25	8.65
Educativo/Cultural	14	4.84
Dotacional	11	3.81
Obras de contención	8	2.77
Servicios p. domiciliarios	35	12.11
Transporte	121	41.87
Vivienda Multifamiliar	7	2.42
Total	289	100.00

Nota. Esta tabla muestra los diferentes tipos de usos registrados en la base de datos del estudio, el número de contratos a los que corresponde cada uso y el porcentaje que estos representan en el total de la muestra. Fuente: elaboración propia.

Con respecto a los alcances principales asociados al objeto del contrato, el 13.84% corresponde a Consultorías de diseño, y el 86.16% (249 casos) a interventorías. De estas últimas, 6 de los 249 contratos, o el 2.41%, corresponden a interventorías técnicas; 44 de los contratos corresponden a interventorías integrales (el 17.67% de la muestra), y 199 de los casos, correspondiente al 79.92%, son interventorías denominadas mixtas o explícitas, que son aquellas

en que el objeto del contrato incluye la descripción de los alcances sin embargo no se describen todos los componentes de una interventoría integral.

En cuanto al modelo de estructura del presupuesto, el 91.70% de los contratos fija como parámetro principal de valoración el tiempo de ejecución estimado de elaboración de los diseños o el tiempo de duración de la obra pública; mientras que el 6.57% de los contratos utilizan como parámetro la valoración a partir de actividades principales o productos entregables.

Tabla 5.

Modelo de estructura del presupuesto del contrato de obra pública.

Parámetro	Interventoría	Consultoría
Actividad o entregable	9 (3.64%)	10 (26.32%)
Tiempo de ejecución	237 (95.95%)	28 (73.68%)

Nota. Esta tabla muestra la distribución numérica y porcentual de los parámetros de estructuración de presupuestos usados en los contratos de la muestra para consultoría e interventoría. Fuente: elaboración propia.

En cuanto al cumplimiento del principio de publicidad se observan grandes deficiencias tanto en el acceso a la información técnica del proyecto de obra pública como en los criterios para la determinación del factor multiplicador.

Con relación a información técnica del proyecto de obra pública a diseñar o a construir, tan solo en 81 de 289 de los procesos de selección, que corresponde apenas a un 28% del total, se describe brevemente el alcance del proyecto a ejecutar; y en ninguno de los casos es posible rastrear el proceso de selección y/o contrato en la plataforma del Secop II con el fin de acceder a

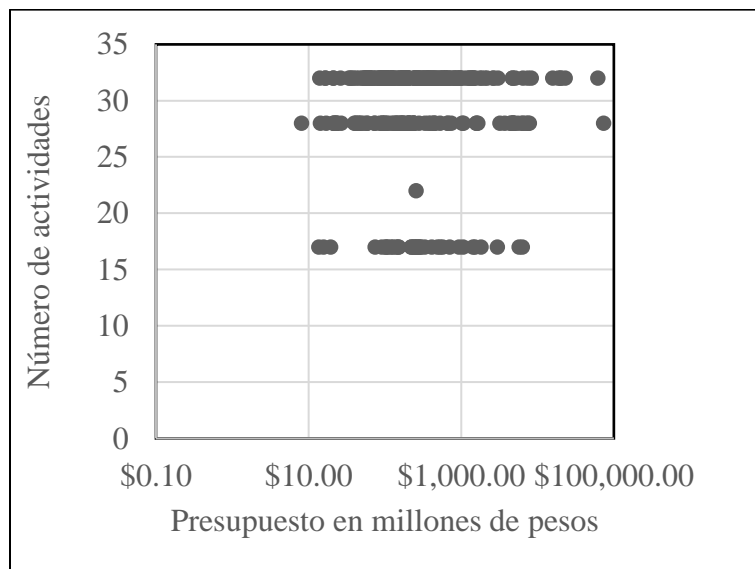
la información técnica del proyecto. Por otra parte, en 182 de 289 procesos de selección, correspondiente al 62.9% del total, no se incluye información sobre la desagregación, detalle o relación de los aspectos que incluye este factor; solamente en 88 de los procesos, que corresponde al 30% se publica información relacionada con la estimación del factor multiplicador; y finalmente en 19 procesos de selección cuyo parámetro de estimación del presupuesto es el de actividades o entregables no se requiere la estimación del factor multiplicador.

5. Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos mediante el procesamiento de datos de los contratos contenidos en la base de datos, previamente mencionada en la metodología.

Figura 1.

Número de actividades vs presupuesto.



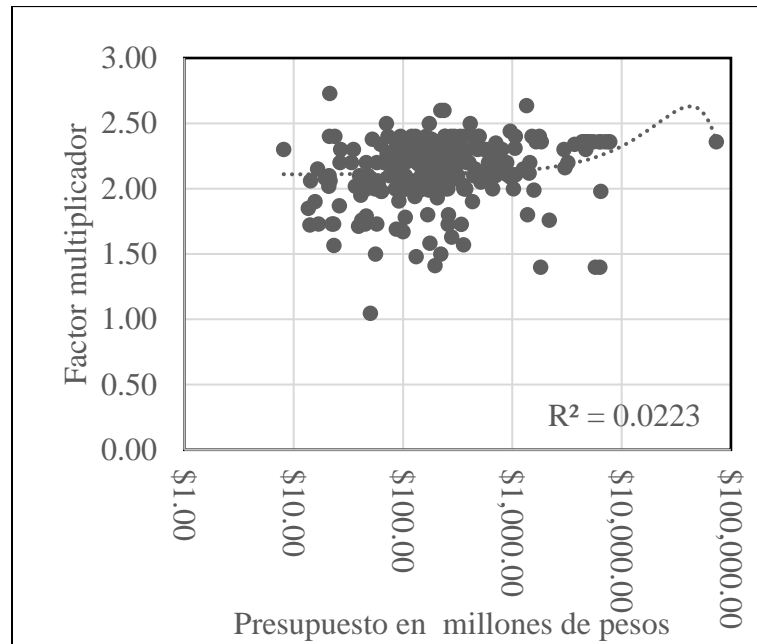
Nota. En esta figura se observa la distribución de valores obtenidos al graficar el valor de los contratos de consultoría e interventoría vs el número de actividades que este posee. Fuente: elaboración propia.

Se hace la aclaración de que los datos graficados en la figura 1 corresponden a contratos de interventoría (categorizados como técnicos, jurídicos, etc.), a los que se le asignaron las actividades que se deben realizar para un correcto desarrollo del contrato siguiendo lo indicado en la “Guía para el ejercicio de las funciones de supervisión e interventoría de los contratos suscritos por las entidades estatales” como se mencionó en la metodología. Adicionalmente, para los contratos de consultoría, al no tener actividades definidas como la interventoría, por propósitos de análisis, se asumió que esta posee las mismas actividades que una interventoría técnica.

Se puede evidenciar una tendencia de agrupación en los datos alrededor de los valores 17, 22, 28 y 32 de la categoría “Número de actividades”, lo que se explica por el tipo de interventoría al que pertenecen cada contrato (y consultoría). Los datos, a pesar de encontrarse agrupados no presentan ninguna tendencia, como se puede evidenciar en las barra de datos de actividades correspondiente al número 32, el valor de los contratos oscila de manera aleatoria a pesar de que sean el mismo tipo de interventoría. A pesar de esto, este comportamiento era el esperado dado que la complejidad de un proyecto de interventoría no solo está definida por el número de actividades que se deban desarrollar en este, sino que involucra factores como la duración del contrato, el personal requerido, la particularidades del contrato, entre otros.

Figura 2.

Factor multiplicador vs presupuesto.



Nota. En esta figura muestra la distribución de valores obtenidos al graficar los factores multiplicadores en los distintos contratos de consultoría e interventoría, frente al presupuesto de dicho contrato. Fuente: elaboración propia.

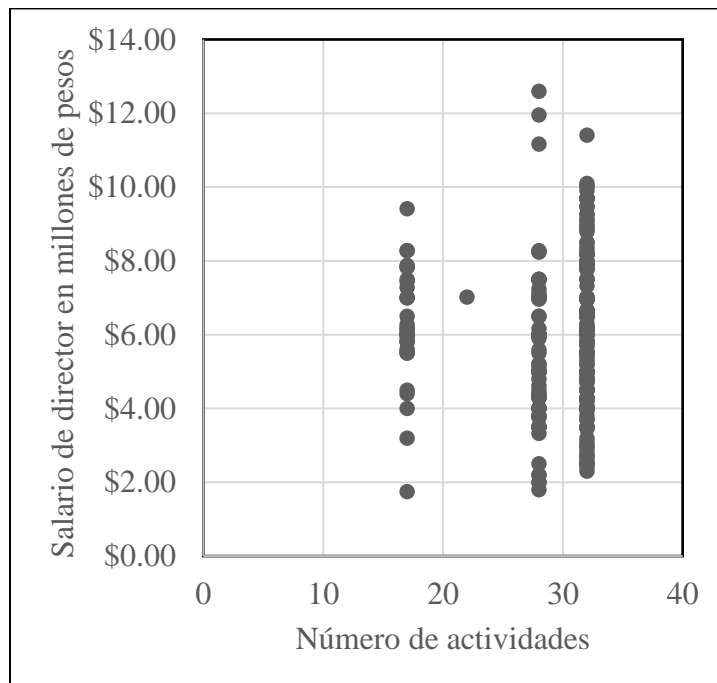
Como se puede visualizar en esta figura, los valores de factor multiplicador oscilan entre 1.0 y 3.0 (aproximadamente), sin embargo estos no siguen algún patrón o tendencia. El comportamiento esperado era una distribución medianamente uniforme con tendencia creciente, entre mayor sea el presupuesto, mayor debería ser el factor multiplicador, pero lo que se obtuvo fue una distribución aleatoria de valores. Cabe aclarar que se habla de una distribución medianamente uniforme puesto que dicho factor debe variar teniendo en cuenta las particularidades de cada proyecto y por ende no puede presentar un comportamiento

completamente lineal, sin embargo, la distribución obtenida es totalmente aleatoria, lo cual carece de sentido al tener en cuenta la diferencia numérica que hay entre cada una de las categorías del eje del presupuesto, siendo bastante considerable al estar en escala logarítmica.

Este comportamiento puede ser ocasionado por un cálculo erróneo de dicho factor, ya sea en: la mala asignación de valores a los ítems que componen el factor multiplicador, la consideración de distintos ítems en el cálculo (puesto que la metodología de cálculo no es estándar), entre otros. Otro motivo, el cual es más preocupante, es que la mayoría de las entidades no sepan realmente calcularlo y asuman valores completamente aleatorios o tomen el de “proyectos similares” o proyectos previos.

Figura 3.

Salario de director de obra vs número de actividades.



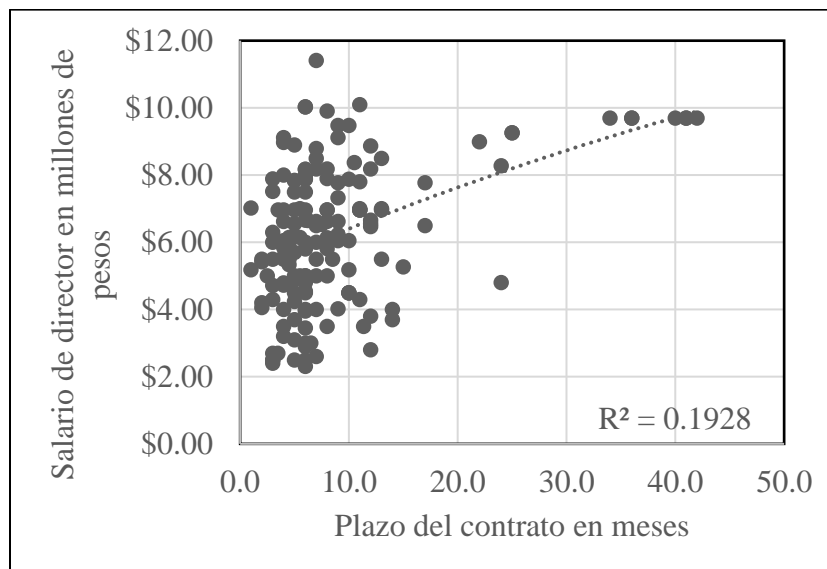
Nota. En esta figura se evidencian los valores obtenidos al comparar los salarios de director de obra vs el número de actividades de esta. Fuente: elaboración propia.

Cabe aclarar que para esta figura se consideraron los contratos de consultoría de diseño como si fueran una interventoría técnica (al igual que para la figura 1).

Como se puede observar, los datos se agrupan como líneas puesto que el número de actividades es un parámetro que se asoció con lo que se encuentra en la guía de Colombia compra eficiente. Puesto que la información expuesta en la gráfica no enseña ninguna correlación (para un mismo número de actividades, los salarios presentan una alta variación), se propuso un análisis para la franja de valores de la derecha, la cual representa a las interventorías integrales puesto que son las que más actividades tienen en la cartilla de Colombia compra eficiente (32 actividades), contra la duración del contrato para observar cómo se comporta.

Figura 4.

Salario de director de interventoría vs duración del contrato (interventoría integral).

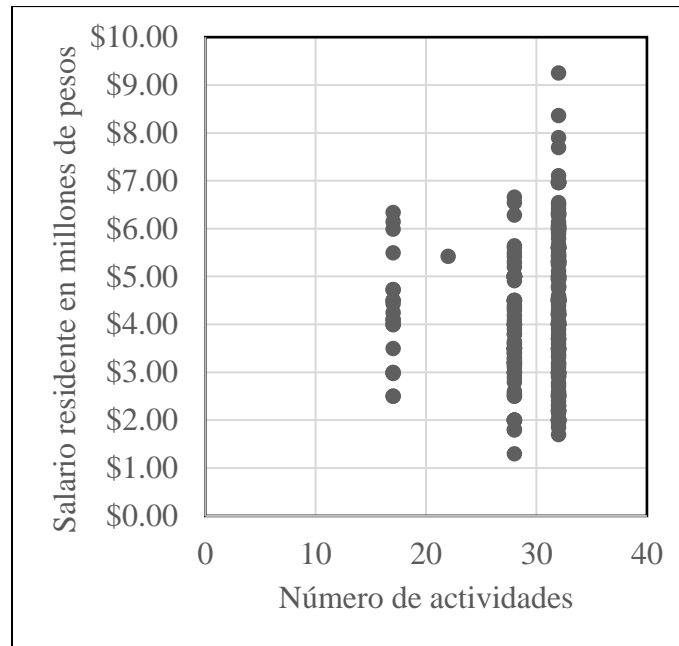


Nota. Esta figura presenta la distribución de valores de salario de director de interventoría vs el plazo del contrato en meses para interventorías integrales. Fuente: elaboración propia.

Para la figura 4 se esperaría un comportamiento decreciente puesto que las actividades que debe realizar el director son las mismas, por tanto, si la interventoría tiene una menor duración este tiene una carga mayor que en la de un contrato a largo plazo, sin embargo, se puede evidenciar que no hay una relación directa entre el presupuesto asignado para salarios de directores y la duración del contrato, pero esto no significa que no exista ninguna relación entre estos dos parámetros. A pesar de lo dicho anteriormente, sigue siendo extraño que entre los valores máximos y mínimos de salario no haya una diferencia significativa en la duración del contrato. El comportamiento tomado por esta figura puede ser ocasionado porque las empresas tienen en cuenta factores más complejos para la asignación de dicho valor, o a que simplemente asignan valores arbitrarios, aunque la información recolectada no es suficiente para determinar cuál de estas dos opciones explicaría esto.

Figura 5.

Salario de residente de obra vs número de actividades.

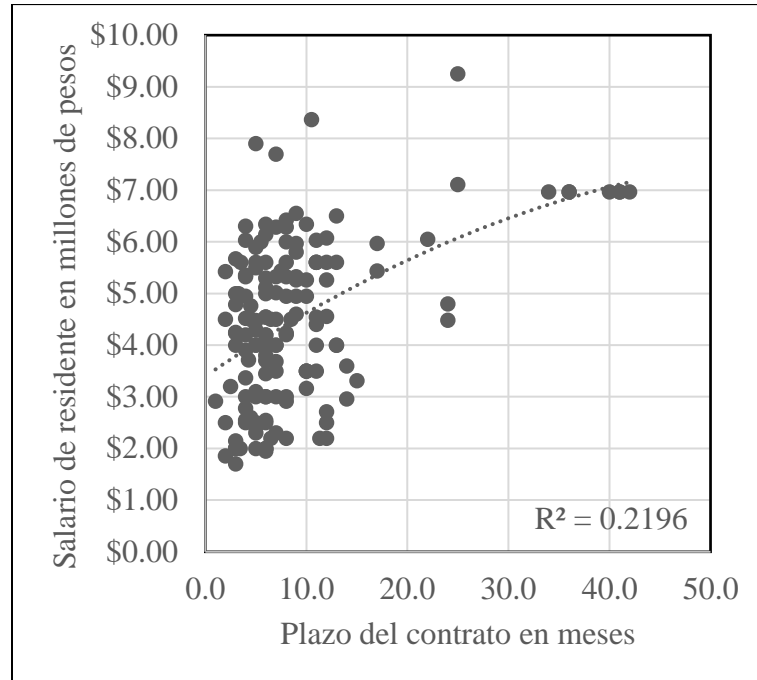


Nota. Esta figura se evidencian los valores obtenidos al comparar los salarios de residente de interventoría vs el número de actividades de consultoría e interventoría. Fuente: elaboración propia.

Para la figura 5 se tuvieron en cuenta las mismas consideraciones tomadas para la figura 3, y al igual que en esta, se evidencia que no hay una relación directa entre el número de actividades y el salario del director puesto que para un mismo número de actividades, los salarios presentan una alta variación, por este motivo se propuso el mismo análisis para la franja de valores de la derecha contra la duración del contrato para observar cómo se comporta.

Figura 6.

Salario de residente de interventoría vs duración del contrato (interventoría integral).



Nota. Esta figura presenta la distribución de valores de salario de residente de interventoría vs el plazo del contrato en meses para interventorías integrales. Fuente: elaboración propia.

Al igual que para la figura 4, se esperaría un comportamiento decreciente, sin embargo, se puede evidenciar que nuevamente, no hay una relación directa entre el presupuesto asignado para salarios de directores y la duración del contrato, pero esto no significa que no exista ninguna relación entre estos dos parámetros.

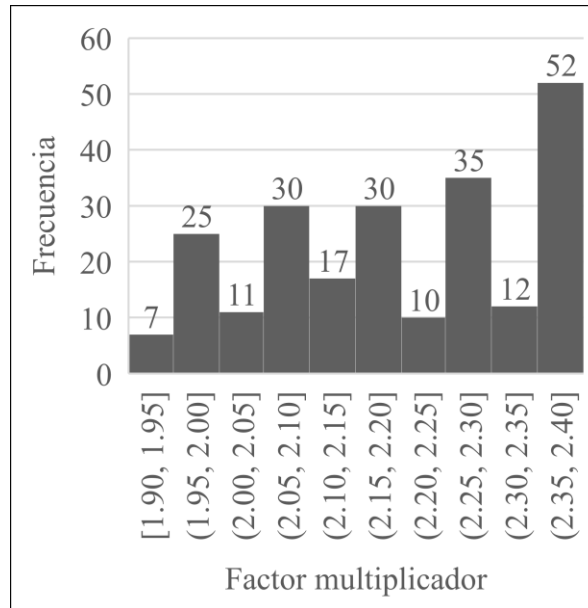
6. Discusiones y recomendaciones

Comparativamente, se identifica plenamente el sistema de costeo por órdenes de servicio en la estructura general del presupuesto de obras de construcción, sin embargo, para el caso de consultorías el modelo general de estimación de presupuesto parece no corresponder con ninguno de los sistemas de costeo. Adicional a lo anterior, tanto para empresas de construcción, como para empresas de consultoría los proyectos mantienen su característica de ser únicos así como lo son las ordenes de servicio, por lo que en el sistema de costeo para todos los casos debería ser el mismo y vale la pena una revisión sobre el tema.

Se evidencia a partir de la información de la muestra que la distribución del valor de factor multiplicador que utilizan las entidades contratantes, como se ilustra en la figura 8, se ajusta a las conclusiones del estudio de la Cámara Colombiana de Infraestructura que señala que las entidades contratantes utilizan un factor multiplicador de mínimo 1.9 y máximo 2.4, como se ilustra en la figura 8; Si bien se observa una aparente consistencia por parte de las entidades estatales, también se observa la falta de sustento riguroso de los valores utilizados por lo que resulta pertinente reevaluar el uso o los métodos de cálculo del factor multiplicador.

Figura 7.

Distribución del factor multiplicador a partir de los datos de la muestra.



Nota. Esta figura presenta la distribución de frecuencia de uso de factores multiplicadores comprendidos entre 1.90 y 2.40 en los casos registrados en la base de datos del estudio. Fuente: elaboración propia.

Figura 8.

Rangos valor para factor multiplicador.



Nota. Esta figura presenta los intervalos de factores multiplicadores propuestos por las entidades contratantes y por las empresas del sector. Tomado de *Tarifas de consultoría y cálculo - Factor multiplicador del sector* (p. 50), por: PricewaterhouseCoopers & la cámara colombiana de la infraestructura,

Se recomienda ampliar el alcance de este estudio con la información de los contratos de obra pública a construir o diseñar para lo cual se hace necesario la consulta directa con cada entidad estatal, a través de derecho de petición, de la información correspondiente al proceso de selección y contrato asociado al proyecto de construcción o copia de los estudios y diseños resultante del contrato.

7. Conclusiones

Al hacer la revisión de los casos de estudio se pudo evidenciar lo siguiente: Para la indexación de precios fue necesario hacer una conversión de los presupuestos al año 2023 para esto se utilizó el IPC puesto que como quedo evidenciado en los resultados, existe una variación en el uso de los contratos consultados, por tanto sería una tarea bastante dispendiosa utilizar cualquier otro índice propuesto por el DANE, además de que no se podrían comparar datos entre categorías; Para la distribución del uso principal de los contratos de interventoría la tendencia fue la esperada (237 de los 247 casos se presupuestaron por tiempo de ejecución), puesto que este tipo de contratos hacen acompañamiento a la obra durante su fase de desarrollo y por tanto la manera óptima de realizar el presupuesto es teniendo el tiempo como factor determinante y como lo

muestra la estadística, esta es la manera predilecta de hacerlo; Adicionalmente, cabe resaltar la falta de cumplimiento del principio de publicidad puesto que, como se indicó antes, la mayoría de entidades no publican el proceso de selección y/o contrato, ni tampoco del detalle del cálculo del factor multiplicador.

Como se mencionó previamente, en el estudio realizado por PricewaterhouseCoopers y la cámara colombiana de la infraestructura, los autores explican que el factor multiplicador utilizado por las entidades contratantes se ubica entre 1.9 y 2.4. Al hacer una revisión de todos los contratos revisados se encontró que, de los 325 casos presentados revisados, 229 se encuentran en los rangos nombrados anteriormente, lo cual representa un 70.46% de la muestra. Esta última estadística es alarmante, puesto que indica que la mayoría de las empresas están empleando los mismos factores y cálculos que se han usado en el pasado, o que de plano no los calculan y lo asumen. Cabe resaltar que el estudio se realizó en el año 2012 y dicho intervalo debió haber variado, pero como lo muestran los datos, no es el caso.

Al caracterizar las variables asociadas a la estimación de costos con base en lo mostrado las figuras 3 y 5, se evidenció que no hay una relación directa entre el número de actividades y el salario del director y residente puesto que para un mismo número de actividades, los salarios presentan una alta variación, lo cual dificulta identificar cual es la importancia de cada una en el presupuesto general. Adicionalmente se planteó un análisis en las figuras 4 y 6, tampoco se evidenció ninguna tendencia entre el salario de dichos cargos y el plazo del contrato (como se evidencia en los coeficientes de correlación). Sin embargo, este comportamiento obtenido al comparar las variables entres sí, permite visualizar la necesidad de una estandarización de la

metodología de cálculo de los presupuestos mediante la implementación de un manual o normativa, dado que es complicado analizar a gran escala de qué manera las entidades públicas están realizando este procedimiento. Por tanto, no se puede identificar con total certeza que los contratos analizados en este estudio están presupuestados de manera correcta o no, no obstante se identificaron contratos en los cuales el personal contratado no correspondía con el requerido en el alcance del contrato y esto evidencia que hay falencias en la manera en que las entidades están realizando este procedimiento. Por otra parte, en diversos presupuestos se utilizaron más de un factor multiplicador, lo cual carece de sentido puesto que este debe ser calculado teniendo en cuenta factores generales del contrato como los salarios básicos, los costos indirectos, honorarios, etc. Como lo muestra el estudio de PricewaterhouseCoopers y Enterritorio, confirmando la necesidad de implementar una normativa.

Referencias Bibliográficas

- A. Chandragiri, S. Hanim, S. Akthar, N. Lingeshwaran, "A study and identification of the time and cost overrun in the construction project". Department of civil Engineering, Koneru Lakshmaiah Education foundation. 2021
- A. Cuellar-Reyes, L. Montalbán-Domingo, A. Domingo-Cabo, "Causas de retraso y sobrecoste en contratos de obras y metodologías utilizadas para su mitigación". 2023. doi: <https://doi.org/10.61547/3361>
- A. Sarria, "Crisis y realidades de la ingeniería civil colombiana". *Revista de Ingeniería de los Andes*, Vol 1, no 17, pp 4-10. <https://doi.org/10.16924/revinge.17.1>. 2003
- A. Vaca López, "Los sistemas de costeo: Bases y metodologías". Corporación Universitaria Empresarial Alexander von Humboldt. Vol 1, no 1, 2012. doi: <https://revistas.ugca.edu.co/index.php/contexto/article/view/34>
- C. P. Rojas, "Propuesta para el cálculo del factor multiplicador para contratos de consultoría de obras civiles", tesis de maestría, departamento de ingeniería civil y ambiental, Universidad de los Andes. 2015.

C.Romero, "La interventoría como forma de supervisión de proyectos: La experiencia colombiana". Technische Universität Berlin. 2015

Enterritorio. "Metodología del factor multiplicador", Enterritorio, INA-007-2021, Anexo 6. 2020

E. Rwakarehe, D Mfinanga, "Effect of Inadequate Design on Cost and Time Overrun of Road Construction Projects in Tanzania", *Journal of Construction Engineering and Project Management*, Vol 4, no 1, pp 15–28.2013. DOI:10.6106/JCEPM.2014.4.1.015

G.Silva Fajardo, "Efectos derivados del cambio del factor calidad por el factor precio en la contratación de ingeniería de consulta". doi:10.16924/riua.v0i27.283. 2008

J. Bohórquez Castellanos, & G. Mejia-Aguilar, "Los Sobrecostos en Proyectos de Infraestructura Vial: Una Revisión Actual", *Desarrollo e Inovación en ingeniería*, Editorial instituto Antioqueño de investigación, 3era edición, pp 152-158. 2018. doi: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8717372>

J. Caldera, P. Baujín Pérez, v. Ripoli Feliu, & V. Vega Falcón, "Evolución en la configuración de los sistemas de costeo en las actividades". *Actualidad contable FACES*, 17. Vol 10, no 14, pp 13-28. 2007. doi: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25701403>

J. Norbey Florez, S. Garcia Montañez. "cálculo del factor multiplicador y verificación del actual en los procesos de interventoria del municipio de saravena", Especialización en gerencia e interventoría de obras civiles, Facultad de ingeniería civil, Universidad pontificia Bolivariana. 2021

J. Norbey Florez, S. Garcia Montañez. "Propuesta técnico económica para el manejo de interventorías de proyectos de obras civiles enmarcados en el plan de emergencias de Colombia humanitaria", Especialización en gerencia e interventoría de obras civiles, Facultad de ingeniería, Universidad pontificia Bolivariana. 2011

O. Gómez Bravo, "Contabilidad de costos", Bogotá, Colombia: McGRAW-HILL INTERAMERICANA, S. A, 2005.

PricewaterhouseCoopers, & La Cámara colombiana de la infraestructura. "Tarifas de consultoría y cálculo - Factor multiplicador del sector".2012

R. Rojas, L. Almanza, "Principales factores causales del sobrecosto en proyectos de construcción colombianos: una consulta a profesionales del sector", escuela de ingeniería civil, Universidad católica de Colombia. 2021

S. Lozano, I. Patiño, A. Gómez, A. Torres. "Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia", ingeniería y ciencia, Vol 14, no 27, pp 117-151. 2018. doi:10.17230/ingciencia.14.27.6

T. Ammar, M. Abdel-Monem, K. Dash, "Risk factors causing cost overruns in road networks", Ain Shams Engineering Journal, vol 13, n.º 14, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101720>.

Y. Gorbaneff, Gonzáles, J. González, & L. Barón. "¿Para qué sirve la interventoría de las obras públicas en Colombia?". Revista de Economía Institucional - Universidad Externado de Colombia. vol. 13, n.º 24, 2011. doi: <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/ecoins/article/view/2857>.

Apéndices

Apéndice A. Base de Datos.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mGDdYGeM3f8XeOX4WsvlpR2pMx9HsqXZ/edit?usp=sharing&oid=117452599294364045695&rtpof=true&sd=true>

Apéndice B. Tamaño de muestra.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1j4k-4XU2IzzxdtmSFujlkeg4S3V4Cz9e/edit?usp=sharing&oid=117452599294364045695&rtpof=true&sd=true>