RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Osman Jhonnayker Orozco Ortiz Yuli Paola Serrano Vergel
FACULTAD	Facultad de ingeniería
PLAN DE ESTUDIOS	Especialización en Interventoría de Obras Civiles
DIRECTOR	Esp. Diego Armando Ríos Padilla
TÍTULO DE LA TESIS	Análisis de los factores críticos y su impacto en el cumplimiento del cronograma de ejecución en proyectos de obra pública en Colombia
TITULO EN INGLES	Analysis of critical factors and their impact on compliance with the execution schedule in public works projects in Colombia

RESUMEN
(70 palabras)

Dentro de la interventoría, no solo se incluye el control técnico y normativo, sino que también se incluye la vigilancia del cumplimiento del cronograma, presupuestos y la calidad de las obras, esto hace parte de la ejecución de los proyectos y como parte de la interventoría administrativa, como rol fundamental del profesional a cargo.

RESUMEN EN INGLES

Supervision not only includes technical and regulatory oversight, but also monitoring compliance with schedules, budgets, and the quality of the works. This is part of project execution and administrative supervision, a fundamental role of the professional in charge.

PALABRAS CLAVES	Factores críticos, interventoría, técnica, obra pública.
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Critical factors, supervision, technique, public works.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 72	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:

Análisis de los factores críticos y su impacto en el cumplimiento del cronograma de ejecución en proyectos de obra pública en Colombia

Osman Jhonnayker Orozco Ortiz

Yuli Paola Serrano Vergel

Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Especialización en Interventoría de Obras Civiles

Esp. Diego Armando Ríos Padilla

Agosto, 2025

Índice

Capítulo 1. Generalidades de la monografía 5

1.1 Elección del tema 6

1.2 Delimitación del tema 7

1.2.1 Delimitación conceptual 7

1.2.2 Delimitación operativa 7

1.2.3 Delimitación geográfica 8

1.3 Desarrollo del argumento 8

Capítulo 2. Normatividad 11

2.1 Marco normativo de la interventoría en Colombia 11

2.1.1 Ley 80 de 1993 11

2.1.2 Ley 1150 de 2007 12

2.1.3 Decreto 1082 de 2015 13

2.1.4 Ley 2195 de 2022 13

2.1.5 Manual de supervisión e interventoría 14

2.1.6 Manual de interventoría obra pública 15

2.1.7 Manual de seguimiento a proyectos de interventoría y supervisión contraactual 15

2.1.8 Documentos tipo de Colombia Compra Eficiente 16

2.2 Estándares internacionales para las buenas prácticas 16

2.2.1 Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK) 17

2.2.2 Construction Contract Second Edition 17

2.2.3 Norma ISO 21500 sobre gestión de proyectos 18

2.3 Conceptos fundamentales 18

2.3.1 Interventoría de obras civiles 19

2.3.2 Gestión del tiempo 20

2.3.3 Gestión del riesgo 20

Capítulo 3. Casos de estudio documentados en Colombia 22

3.1 Caso del programa Vamos a la Obra en Bogotá 22

3.2 Caso de la Ruta del Sol, tramo II y III 24

3.3 Caso Hospital de primer nivel Pitalito Huila 26

Capítulo 4. Análisis de los factores críticos que afectan el cumplimiento de los proyectos 29

4.1 Factores técnicos 29

4.1.1 Falta de información en diseños o documentos 29

4.1.2 Control deficiente de calidad 32

4.1.3 Fallas o averías en maquinaria 33

4.1.4 Retraso por suministro de materiales críticos 36

4.1.5 Condiciones del sitio o imprevistos 38

4.2 Factores administrativos 40

4.2.1 Retrasos en pagos del propietario o entidad 40

4.2.2 Incremento de precios en los materiales 42

4.2.3 Proceso lento de trámites y licencias 43

4.2.4 Corrupción 45

Capítulo 5. Estrategias para la mejora y el control por parte del interventor 47

5.1 Estrategias frente a los factores técnicos 47

5.1.1 Lista de chequeos y modelo colaborativo en BIM 47

5.1.2 Plan de calidad (PAC) 50

5.1.3 Mantenimiento basado en confiabilidad RCM 52

5.1.4 Gestión colaborativa 54

5.2 Estrategias frente a los aspectos administrativos 55

5.2.1 Fondo rotatorio de pagos 55

5.2.2 Blindaje del contrato con cláusula de ajuste 56

5.2.3 Tramitología ágil 56

5.2.4 Transparencia integral 57

6. Conclusiones 59

Referencias 61

Lista de Tablas

Tabla 1. Formato de lista de chequeo de documentos etapa previa 48

Tabla 2. Etapas prácticas previas 50

Tabla 3. Plan de calidad en las diferentes fases del proyecto 52

Capítulo 1. Generalidades de la monografía

1.1 Elección del tema

Dentro de la interventoría, no solo se incluye el control técnico y normativo, sino que también se incluye la vigilancia del cumplimiento del cronograma, presupuestos y la calidad de las obras, esto hace parte de la ejecución de los proyectos y como parte de la interventoría administrativa, como rol fundamental del profesional a cargo. Uno de los aspectos críticos de estos proyectos, es el incumplimiento de estos factores administrativos, lo que incurre en impactos económicos, contractuales y sociales (Álvarez & Arapa, 2018).

Es por ello, que la interventoría, como ente encargado de supervisar y controlar que los contratos se ejecuten de manera óptima y adecuada, conforme a lo establecido, debe reportar e identificar oportunamente factores que pongan en riesgo la continuidad del proyecto. Al identificar de forma eficaz estos aspectos, ya sean retrasos, sobrecostos y demás, se pueden implementar acciones correctivas durante un seguimiento detallado del cronograma, las cuales son funciones que están relacionadas directamente con el interventor (Chamorro, 2022).

Por lo anterior, esta temática toma relevancia en Colombia, ya que estos inconvenientes se presentan de manera frecuente, los cuales van de diferentes causas, ya sea desde deficiencias en la planeación, falta de recursos, irregularidades contractuales,

problemas administrativos o técnicos (Gómez, et. Al, 2024). Es por ello que se propone a través de esta monografía, analizar desde el papel del interventor, cuáles son esos factores críticos que afectan el cumplimiento de los cronogramas y como se puede mejorar su control.

1.2 Delimitación del tema

1.2.1 Delimitación conceptual

Desde la parte conceptual, la temática a desarrollar requiere de un estudio de diferentes conceptos, los cuales serán necesarios para entender y analizar cómo se tiene propuesto. En el caso más importante, es comprender el concepto de interventoría de obras, siendo la raíz de donde debe partir y enfocarse para abordar como se puede mejorar y controlar los factores que se vayan a identificar a lo largo del desarrollo de la monografía. También es fundamental, entender el concepto de cronogramas, siendo una herramienta de planificación que debe ser de igual la forma, la manera en que se puedan corregir, ciertos problemas. Así mismo, habrá conceptos de manera técnica y administrativa que se deberán tomar para el cumplimiento de este trabajo.

1.2.2 Delimitación operativa

Este trabajo se basará en un análisis documental y bibliográfico, el cual debe comprender normas en la parte técnica, de interventoría y relacionadas con la contratación pública. También se deben recopilar estudios de casos donde se pueda analizar cómo se abordaron las problemáticas, así como artículos que enriquezcan el trabajo de esta monografía. Se dispondrá de igual forma, de bases de datos como Scopus, Google Académico y entre otras.

1.2.3 Delimitación geográfica

El tema está centrado en Colombia, en particular en proyectos de infraestructura del sector público, los cuales pueden comprender, vías, edificaciones institucionales, hospitales, colegios, acueductos, entre otros. Aunque no se centrará en obras específicas, se tendrá en cuenta como base de la información oficial, estudios de casos de entidades nacionales como DNP y la contraloría general de la república, donde se cuenta con casos de obras públicas en incumplimientos.

1.3 Desarrollo del argumento

El desarrollo urbanístico, de infraestructura y social, ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de Colombia, ya que es pionero en el crecimiento económico y el bienestar social de los colombianos. Sin embargo, parte de este desarrollo se ha visto afectado por las diferentes problemáticas que afectan los proyectos de obra pública, lo que ha afectado a

comunidades por no disponer de estructuras diseñadas para prestas un servicio a la comunidad o para impulsar el crecimiento de una región. Estos problemas generan, sobrecostos, retraso en las entregas o sanciones contractuales (Lozano et. al, 2018)

Dentro de este panorama, el cual nos afecta como ciudadanos, el rol de la interventoría cobra una especial importancia, ya que es el ente encargado de hacer cumplir, de realizar el seguimiento y control del objeto del contrato, haciendo lograr las condiciones iniciales del proyecto. No obstante, a través de los entes reguladores del país como la contraloría, se ha encontrado que la labor del profesional que ejerce como interventor, no logra prevenir ni corregir de manera efectivas los factores que ponen el riesgo el proyecto (Departamento Nacional de Planeación, 2021).

Estos diferentes factores, se pueden encontrar de diferentes tipos, errores en la fase de planeación, deficiencias técnicas, falta de comunicación entre los actores del proyecto, suspensión de las actividades por irregularidades, ausencia de disponibilidad presupuesta o decisiones administrativas que afectan la continuidad de la obra. Lo que genera preocupación, es que muchos de estos elementos pueden ser detectables, pero no siempre se actúa a tiempo o de la forma adecuada (Arrieta & O. L, 2025).

Es por ello que esta monografía, pretende analizar estos factores críticos y estudiar cómo se puede fortalecer la interventoría en sus procesos de control y seguimiento. Analizar, permitirá establecer estrategias que optimicen los tiempos y calidad de los

proyectos, mejorando la capacidad de respuesta ante las causas y fortaleciendo la acciones preventivas y correctivas. Esto también mejora académicamente las buenas prácticas del profesional en formación, brindando una herramienta educativa.

Capítulo 2. Normatividad

En este capítulo se expone el marco jurídico que regula la interventoría y el control de los cronogramas de las obras en Colombia, presentando los conceptos claves de la gestión del riesgo y del tiempo que sustentan el análisis de los capítulos siguientes. A través de las leyes y manuales más relevantes, se identifica la forma en que estas asignan responsabilidades al profesional de la interventoría frente a las diferentes problemáticas. También como desde algunos lineamientos internacionales se puede complementar el uso de las buenas prácticas en el ejercicio profesional y conceptos claves que se abordan para comprender e identificar los factores críticos que tiene importancia en la generación de retrasos de los proyectos de construcción en Colombia.

2.1 Marco normativo de la interventoría en Colombia

En la primera sección de este capítulo, se expondrán las leyes, decretos, manuales y lineamientos de la interventoría en Colombia como primer paso para abordar la temática, siendo importante conocer las responsabilidades que deben tenerse en cuenta en el desarrollo de los proyectos de construcción.

2.1.1 Ley 80 de 1993

Conformando el estatuto general de la contratación pública, existen tres leyes que conforman este cuerpo mas grande, comenzando por la ley 80 que inicia fijando los principios y la figura de la interventoría. Específicamente nos vamos al artículo 14 que asigna la dirección del control y vigilancia de la ejecución de los contratos, el cual se delega a la interventoría quien cumplirá esta labor, siendo la designación de la principal responsabilidad (Congreso de la República de Colombia, 1993).

En el artículo 32, queda claro sobre el contrato de consultoría que define como queda estipulada la interventoría. Además, prohíbe que las ordenes se den de forma verbal, permitiendo así una mejor trazabilidad de los ajustes de plazo, puesto que en el artículo 14, obliga a la entidad a vigilar estos plazos. En la misma ley, artículo 53, el cual fue modificado, queda establecido la responsabilidad fiscal, penal y disciplinaria del interventor, para casos donde por omisión, existan inconvenientes que perjudiquen a la entidad, como retrasos (Matallana, 2015).

2.1.2 Ley 1150 de 2007

Por la cual reforma a ley 80, cambiando los mecanismos de selección y exige cronogramas, pasado a ser un anexo operativo en el documento contractual, siendo motivo para generar alertas a través de este nuevo mecanismo de vigilancia, que permitan aplicar cláusulas de caducidad o multas. Es por ello que, se introduce el principio de planeación

detallada, donde la interventoría vigila el cumplimiento de los cronogramas y la matriz de riesgos (Congreso de la República de Colombia, 2007).

En la modificación que se hace al artículo 12, se deja claro que no se exonera al ordenador del gasto al deber del control, lo que refuerza la obligación de la interventoría a alertar sobre los retrasos. También se impulsa el uso de la plataforma SECOP para una trazabilidad en la gestión del tiempo (Congreso de la República de Colombia, 2007).

2.1.3 Decreto 1082 de 2015

Este decreto compila y actualiza los reglamentos de contratación, manteniendo a día de hoy la versión del 5 de febrero del 2024. Ahora entre las responsabilidades que quedan definidas, este decreto permite la exigencia de reportes mensuales sobre el cronograma base y los hitos de control, comparativos con la línea base y la curva S, así como el cargue de la información al SECOP para una mejor auditoria (Presidencia de la República de Colombia, 2015).

2.1.4 Ley 2195 de 2022

Ya se había mencionado en la ley 80, el artículo 53, el cual fue reformado, sobre las sanciones que hacían responsable al interventor por perjuicios a la entidad. Pues bien, ahora

esta ley enlaza nuevas sanciones anticorrupción, aumentando el riesgo disciplinario en caso tal. Por ello, se refuerza el articulo 14 de la ley 80, con la exigencia de clausulas de terminación y modificación unilateral, siendo una herramienta jurídica que permite evitar retrasos graves (Congreso de la República de Colombia, 2022).

2.1.5 Manual de supervisión e interventoría

Como complemento a las leyes y decretos antes mencionados, diferentes organismos de control han expedido manuales de interventoría y documentos tipo que traducen la normas con procedimientos operativos.

En primer lugar, el manual de supervisión e interventoría expedido por el departamento nacional de planeación en el año 2023, aplicado a todos los proyectos que son financiados con recursos del DNP. Se encuentra detallado diferentes formatos que se pueden usar para la gestión de la línea base, la curva S, matriz de riesgo, informe mensual de avance con índice SPI, lo cual es necesario para generar alertas que haya identificado el interventor para proponer o un plan de aceleración y evitar posibles retrasos o sobrecostos, medidas que permiten tomar mejores decisiones. Esto se hace bajo un protocolo de alertas naranja y rojo. (Departamento Nacional de Planeación, 2023)

2.1.6 Manual de interventoría obra pública

Este manual en su versión del 2022, hace parte de los expedidos por el instituto nacional de vías INVIAS, poniendo un control exigente en cuanto a los reportes semanales como hitos críticos, panoramas look-ahead de tres semanas y una semaforización de verde, amarillo y rojo, donde cualquier retraso puede incurrir en penalidades contractuales. En este manual también se indica que, en el caso de reprogramaciones, las decisiones deben quedar reflejadas en las actas de obra. También se incluyen formatos necesarios para el desarrollo de la interventoría en la ejecución de obras públicas (Instituto Nacional de Vías, 2022).

2.1.7 Manual de seguimiento a proyectos de interventoría y supervisión contraactual

En el caso de las concesiones y de las APP, la Agencia Nacional de Infraestructura aplica el Manual de seguimiento a proyectos e interventoría y supervisión contractual (GCSP-M-002, act. 2021) en el que se determina el Consolidado de Avance Físico (CAF) como una matriz de comparación entre el avance físico y plazo, calculándose mensualmente el SPI y CPI. Si se concluye un retraso que sobrepase el 5 %, se forma un Comité Técnico que establece las correcciones en la revisión y si es necesario modificar oficialmente el cronograma (Agencia Nacional de Infraestructura, 2018).

2.1.8 Documentos tipo de Colombia Compra Eficiente

En el caso de Colombia Compra Eficiente, la entidad también ha importado las buenas prácticas expuestas en los documentos tipo de infraestructura de transporte: los pliegos obligan a los proponentes a presentar un cronograma detallado y un plan de mitigación de retrasos; ya en la fase de ejecución, se le exige al interventor la publicación en SECOP de los informes de avance y de alertas sobre las desviaciones que superen el 10 %, lo que permite dar trazabilidad pública al cumplimiento del plazo contractual. También están incluidos documentos tipos para infraestructura de agua potable y saneamiento básico y licitación de obra pública.

2.2 Estándares internacionales para las buenas prácticas

El numeral anterior muestra las responsabilidades que tiene la interventoría en los proyectos de infraestructura en obra pública. Esto requiere el ejercicio de buenas prácticas en el papel de los profesionales que ejercen su rol. Por ello, existen algunos estándares internacionales que sirven como herramientas para las buenas prácticas profesionales que garanticen la calidad y confiabilidad de los resultados, los cuales se expondrán a continuación.

2.2.1 Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK)

El estándar PMBOK-6 del Project Management Institute, también tiene un capítulo específico para la Gestión del Cronograma y que en el proceso de Control Schedule prescribe la comparación continua entre la línea base y el avance real con técnicas de valor ganado, como son los índices SPI (Schedule Performance Index) y CPI (Cost Performance Index) que se calculan mensualmente para medir la eficiencia y proyectar el tiempo de terminación (Moslehabadi, 2020). Cuando en casos que, el proyecto se encuentra ante una desviación suficiente, que hará que el director de proyectos deba reprogramar y comunicar el impacto a los interesados, esta guía muestra el protocolo para la ejecución adecuada de esta reprogramación. Esta fórmula de abordaje cuantitativa va a ser interesante para la interventoría debido a que proporciona parámetros o registros que permiten emitir alarmas tempranas o proporcionar evidencias técnicas para el soporte de multas o la ejecución de planes de aceleración (Santamaría, 2020).

2.2.2 Construction Contract Second Edition

En el ámbito contractual, la FIDIC Red Book 2017 obliga al contratista a presentar un work programme en el plazo de 28 días desde la orden de inicio a la obra (cláusula 8.3). Seguido de dicha presentación, el Ingeniero (equivalente al interventor) tiene 21 días para aceptarlo o devolverlo a su autor con las observaciones que el contratista debe corregir. Cualquier actualización el programa tiene que mostrar la ruta crítica, incluir los recursos y

hacer constar los atrasos debidamente justificados o no; si el programa “deja de cumplir el Contrato”, el Ingeniero puede rechazarlo y pedir una nueva versión, manteniendo plenamente operativo el control del tiempo , y la alternancia aceptación-rechazo del programa es a su vez ventajosa porque transforma al cronograma en un documento contractual vivo, e igualmente la falta de un programa actualizado puede limitar las posibilidades de reclamo de plazo del contratista (Sørensen, 2024).

2.2.3 Norma ISO 21500 sobre gestión de proyectos

En el aspecto normativo, surge la serie ISO 21500-21506 (2022) y en los marcos teóricos, el marco de gestión de portafolios, de programas y de proyectos, se determina la forma en la que debe operar el comportamiento de cualquier programa o proyecto: esta norma ISO solicita de una forma expresa a toda organización definir indicadores de desempeño de carácter temporal, los tableros de control y los mecanismos de escalamiento para los riesgos de plazo; por el contrario, está encaminada a la integración del cronograma, de los costes y de los riesgos en un sistema único de información iso.org iso.org tensix.com . Al final, acoger estos lineamientos permitiría a la interventoría colombiana ir de formatos independientes de tenderlos a tableros unificados, que tendrían como resultado priorizar demoras con el impacto que éstas suponen. (Zandhuis & Stellingwerf, 2015).

2.3 Conceptos fundamentales

Como parte de una sección de importancia en este capítulo, se incluye los conceptos fundamentales para abordar el desarrollo de la monografía, permitiendo comprender los fundamentos teóricos para el desempeño de los capítulos finales, donde se analizarán los factores críticos y se propusieron estrategias para mitigarlos.

2.3.1 Interventoría de obras civiles

La interventoría en la legislación colombiana, aplica como una función externa o delegada que vigila la ejecución técnica, administrativa, financiera, y jurídica de un contrato, lo que garantiza que el proyecto cumpla las especificaciones convenidas en plazo, costo y de calidad. Diversos autores la definen como "el conjunto de acciones de control, seguimiento y asesoramiento" que apoya al propietario de la obra en referencia a dónde va la propuesta (es decir, la construcción), es decir por toda la duración del ciclo contractual (Moreno & Gáfaro, 2024). Su alcance establece la revisión de los diseños de la obra, la aprobación (o devolución) de los programas de trabajo, la medición periódica del avance físico-temporal en la construcción, y la emisión de ofertas tempranas cada vez que el cronograma se desvía (Sánchez, 2010). En el ámbito internacional, esta figura viene a ser el ingeniero representante (Reino Unido) o el ingeniero contratado por el propietario (EE. UU.), pese a que a estos actores se les exige independencia técnica, así como la responsabilidad solidaria entre ellos para el caso que haya incumplimientos, características que el Estatuto General de Contratación de Colombia refuerza (Ley 80/1993, art. 53).

2.3.2 Gestión del tiempo

La gestión del tiempo abarca todos los procesos desde la descomposición del trabajo hasta la supervisión del desempeño temporal. El PMBOK-6 segrega esta área de conocimiento en seis procesos: Plan Schedule Management, Define Activities, Sequence Activities, Estimate Durations, Develop Schedule y Control Schedule (Chang, 2001). La planificación comienza por la WBS (Work Breakdown Structure) y culmina en un cronograma, que prácticamente siempre se genera mediante Ruta Crítica (CPM) o PERT. Para control del cronograma durante la ejecución, se utilizan técnicas de Valor Ganado, que se resumen a través de un par de métricas clave:

- SV (Schedule Variance) = EV – PV
- SPI (Schedule Performance Index) = EV / PV

Un valor de SPI < 1 denota retraso; uno de SPI > 1 denota adelanto (Fleming & Koppelman, 1995). Con esas métricas se puede calcular la fecha más probable a la que terminará el proyecto y empezar a hacer las correcciones necesarias (re-secuenciar actividades, contratar turnos adicionales, etc.) antes de una desviación crítica.

2.3.3 Gestión del riesgo

La gestión del riesgo consiste en medir el desempeño y detectar posibles retrasos que generen un riesgo o amenaza a corto o largo plazo, de manera que se pueda cuantificar. El proceso habitual de análisis consiste en determinar primero el riesgo de tiempo: trámites, clima, disponibilidad de insumos, conflicto social. Luego en segunda instancia, realizar el análisis cualitativo que determina la función de probabilidad y el impacto de fallar: tercero, el análisis cuantitativo, frecuentemente, utilizando la simulación Monte Carlo (Rodríguez, 2011) y, finalmente, el plan de respuesta y el seguimiento. La agencia federal de carreteras de los Estados Unidos (Federal Highway Administration – FHWA), pues, exige que, en todo gran proyecto de la FHWA, existe la necesidad de realizar la simulación de Monte Carlo, para poder valorar el rango de impacto que se espera cubrir en la duración y los costes, y así determinar el riesgo o determinar las reservas bajo diferentes niveles de confianza (Nguyen, Garvin & Gonzalez, 2018). La propia simulación permite determinar distribuciones de los tiempos posibles y, también, para la dirección del proyecto (y el interventor) puede, con los calendarios del proyecto, establecer umbrales de alerta y, además, determinar explícitamente las reservas de tiempo.

prórrogas y suspensiones durante las que se registró un desfase medio entre el cronograma y la línea base (la media se encuentra entre el 18 % y el 35 %) (Andrés, 2025).

La auditoría del cumplimiento del contrato también halló deficiencias en el rol interventor. Aunque los manuales distritales exigen activar alertas cuando el SPI desciende por debajo del valor de 0,9, los informes mensuales comunicaban desviaciones superiores al 20 % sin que se hubiesen convocaron los comités de obra y ni se cumplían las exigencias de un plan de aceleración. En un mínimo de seis contratos, las interventorías visaron actas de avance sin acompañar la proyección del plazo final, conductas que la CGR califica como "ejecuciones de seguimientos insuficientes" (Contraloría de Bogotá, 2025).

Entre los casos que se destacan, se encuentra el de la troncal de la Avenida 68 del sistema de Transmilenio, en el cual, el IDU reportó atrasos en la entrega por diseños estructurales y traslados de redes. En una visita del actual alcalde, Carlos Galán, indicó que se recibió con serios retrasos y desfinanciada. Por el contrario, el tramo 6 llevaba un 66% ejecutado frente a un 80% programada, lo que incurrió en pensar en adiciones presupuestales y reprogramaciones (Redacción Portal Bogotá, 2024).

Un nuevo contrato revisado, la valorización de la zona industrial de Puente Aranda, que dio inicio en enero de 2024 por un monto de $65,000 millones (la interventoría también estaba incluida), desarrolló un avance físico de tan solo un 34 % cuando ya había

trascurrido el año de ejecución, lo que pone de manifiesto una sobrestimación de los rendimientos y retrasos en actas de pago (Gina, 2025).

La Contraloría general de la república concluyó que la raíz del retraso no reside en la no existencia de procedimientos (pues la del distrito cuenta con un protocolo de alertas naranja/roja, similar al DNP) sino en la falta de una aplicación disciplinada: las interventorías no calcularon ni reportaron de forma sistemática el SPI/CPI, no convocaron en plazos de tiempo los comités de decisión y no documentaron planes de mitigación, lo cual dejó a la entidad contratante desprovista de las herramientas para determinar la imposición de multas y/o activar a tiempo las cláusulas de aceleración. Y es que estas conclusiones reverberan la tesis de que la brecha está en la implementación y no en la regulación, cuestión que será abordada de manera transversal en los siguientes casos de este capítulo (Contraloría de Bogotá, 2025).

3.2 Caso de la Ruta del Sol, tramo II y III

El corredor vial conocido como la Ruta del Sol, proyectado para conectar el centro del país con la costa Caribe, constituye el caso más paradigmático de incumplimiento de cronograma en infraestructura vial. En 2024, la agencia nacional de infraestructura ANI, emitió un informe de gestión que indicaba que, tras la terminación anticipada del contrato con Odebecht, los nuevos convenios para los tramos II y III, requerían una línea base de 56 meses, pero al cerrar el 2024, había un desfase del 28%, los cuales varios ítems de obra

civil, puentes y variantes, aun no llegaban al 70% (Agencia Nacional de Infraestructura, 2024).

Los retrasos acarrean efectos macroeconómicos. Un estudio de la Universidad Militar Nueva Granada calculó que la extensión en el tiempo de las actividades en el tramo II, supone pérdidas potenciales de 808 000 millones de pesos anuales en beneficios de comercio exterior y aumento de costos logísticos a causa del sobretiempo en el transporte. Además, se suma la incertidumbre jurídica: en junio de 2025 el Estado salió vencedor en una demanda por el tramo III, evitó pagar $460 000 millones y determinó la reversión al Estado, pero a su vez suspendió las obras en medio del litigio, así es que la fecha proyectada de culminación se desvió aún más (Amaya, 2022). Los informes técnicos internos de la ANI identifican tres detonantes principales:

Predios y licencias ambientales, el 17% de los predios necesarios para las variantes San Roque–Bosconia y Valledupar–Carmen de Bolívar no estaban liberados para 2024; los rediseños requeridos por la ANLA para pasos de fauna dilataron la obtención de nuevas licencias hasta 14 meses (Kevin, 2024).

Iliquidez del concesionario, la crisis de algunos socios como Conalvías y la necesidad de buscar financiamiento adicional por $400 000 millones generaron suspensión de frentes y pagos tardíos a proveedores, situaciones que fueron admitidas por MinTransporte en los otros sí firmados en 2023.

Programas de obra desactualizados, la interventoría le comunicó a la ANI que el último programa “aceptado” era de 2021 y no contenía los nuevos desvíos ni la ruta crítica actual; sin un cronograma vivo el control SPI/CPI se volvió improcedente (Agencia Nacional de Infraestructura, 2024).

3.3 Caso Hospital de primer nivel Pitalito Huila

Continuando con los casos de estudio, pasamos al proyecto de construcción del Hospital en Pitalito, obra que es prioridad del plan departamental de salud de Huila. Adjudicado en junio de 2023 por 64.500 millones de pesos, con fecha de entrega para este año 2025. La inspección realizada por el ministerio de salud en abril del mismo año, reveló que se han ejecutado apenas el 32% del 55% que debería llevar, estando por debajo de lo programado (Silla, 2025)

Las razones del retraso son diversas. Por un lado, el ministro Guillermo Jaramillo notificó irregularidades en los contratos: el consorcio constructor recibió más de $ 13 000 millones de anticipo, aunque no acreditó pólizas vigentes y porque el programa de la obra no tenía fecha de actualización, lo que hizo que la interventoría tuviera que suspender varios frentes a la espera de inspeccionar compromisos de salud y balances financieros. Podría decirse, por otro lado, que el contralor departamental notificó que el contratista habría tenido (el operador registraba 3 actas de pago en mora y problemas de liquidez), lo

que habría generado retrasos en la nómina, desmovilización de personal y retraso en la cadena de suministro de materiales (Diario del Huila, 2025).

Desde el punto de vista técnico, un informe de seguimiento elevado al Ministerio de Salud en marzo de 2025 (el seguimiento lo acompañó un rediseño arquitectónico para acatar exigencias de habilitación hospitalaria –área de esterilización y comunicaciones médicas– y la necesidad de hacer reforzamiento de la cimentación por capacidad portante menor a la prevista en los estudios de suelo), ampliando un plazo más a lo proyectado en aproximadamente seis meses adicionales (Silla, 2025).

Lo fundamental para el control de los plazos se sitúa en que, de acuerdo a la Auditoría de Seguimiento del proyecto (dentro de la cual, se toma como base la fecha de abril de 2025), el cronograma aprobado data de septiembre de 2023 y no fue reprogramado de forma oficial a pesar de los rediseños y paralizaciones. La interventoría sí consignó las desviaciones en la bitácora, pero no activó el procedimiento de "alarma naranja", tal como se preveía en el manual sectorial y tampoco exigió formalmente la presentación de un nuevo programa con el diagrama de ruta de la red crítica. En consecuencia, a la entidad contratante no le fue posible determinar a tiempo el impacto del plazo, ni exigir la presentación de un plan de aceleración, y la obra continuó adelante sin la línea base de referencia (Diario del Huila, 2025).

Capítulo 4. Análisis de los factores críticos que afectan el cumplimiento de los proyectos

Una vez abordado la parte normativa de esta monografía y los casos de estudio que muestran patrones de factores que pueden catalogarse como críticos, pasamos a la identificación de esos aspectos que afectan el cumplimiento de los proyectos, basados en las responsabilidades de la interventoría, donde generan retrasos y sobrecostos. Aun así, existen mecanismos desde la parte normativa que permiten mitigar estas problemáticas, pero siguen presentándose casos como los vistos en el capítulo anterior, es por ello que, es importante conocer estos factores, que son y como frecuentan. De esa forma, en este capítulo se materializan para posteriormente formular estrategias de mejora.

4.1 Factores técnicos

Estos aspectos componen la primera fuente de desviaciones del cronograma en los proyectos, apareciendo en la mayoría de los casos expuestos en el capítulo anterior, explicando los desfases que se generan en estas obras. Esto concuerda en tres causas recurrentes:

4.1.1 Falta de información en diseños o documentos

Este tipo de aspectos claves que hacen parte de que un proyecto genere atrasos son frecuentes cuando un diseño está incompleto o falta información, ya sea por errores, detalles insuficientes en documentos como planos, memorias de cálculo o especificaciones técnicas. Estas falencias desde la fase de planificación se presentan y llegan a la fase de ejecución, donde no se alcanza el nivel de desarrollo esperado. Esto evidentemente, genera todo tipo de problemáticas al proyecto, como retrasos, sobrecostos y baja calidad. Dentro del grupo de factores que afectan, se categoriza este aspecto como el de mayor peso a la hora de evaluar cada uno de estos, por encima de aspectos financieros. (Camargo, 2015).

Para analizar las diferentes causas, se tiene en cuenta la raíz del problema, está claro que se mencionarán las más frecuentes. En primer lugar, se habla de planeación acelerada, conocida como fast-tracking y la falta de estudios previos por querer ahorrar tiempo, provocando que se omitan estudios geotécnicos, siendo estos lo más comunes en evadir, incluso los topográficos, lo que genera vacíos de información (Tovar, 2020).

Otra causa muy frecuente, es la falta de coordinación interdisciplinaria, ya que existen incompatibilidades entre áreas como la arquitectura, la estructural, sanitaria, construcción, etc. A veces la información no llega a todas las partes y se generan mal entendidos, incurriendo falta de detalles e información en los diferentes documentos, planos y demás (Tovar, 2020).

Otra posible causa tiene que ver con los procesos de licitación, ya que muchas veces los entes contratantes exigen entrar al mercado antes de tener detalles, lo que el contratista incurre en diseños de factibilidad y comprometiéndolo al riego de aspectos técnicos a la falta información. También se incluye como otra causa la ausencia de revisión, lista de chequeos y herramientas BIM, como parte de l proceso de calidad del proyecto. Así mismo, también se puede encontrar limitaciones en capacidad técnica del personal o incluso, en el equipo de diseño. La falta de experiencia o conocimientos, incurre a que no se incluya información relevante en las memorias de cálculo, planos o especificaciones técnicas (Tovar, 2020).

Como ejemplo, se tiene dos casos polémicos en Colombia. Primero, el caso de ka central Hidroituango, muestra las indagaciones emprendidas por la reaseguradora de la obra, así como por los expertos peritos de alcance internacional, demostraron que la galería de desviación presentaba sub-excavaciones y anclajes insuficientes (25 % menos pernos de roca) con respecto al diseño. En ese sentido los posteriores rediseños y reforzamientos, junto con el cambio de tipo de anclajes, introdujeron un retraso acumulado de más de cuatro años, sin mencionar que la sobrecarga tenía un costo aproximado en US $1 200 millones (Catalina, 2020).

El colapso de la pila B del puente Chirajara en enero de 2018 surge de un problema de diseño vinculado a la disposición de tensores y a la geometría del mástil, lo cual se vio agravado por la falta de revisión independiente. La reconstrucción de la pila B requirió la

demolición de la pila opuesta y el rediseño del tablero para adaptarlo a una colapsante pila B que se encontraba fuera de diseño y fuera de la especificación. La ampliación del contrato implicaba 32 meses adicionales, sin mencionar que las reclamaciones por omisiones de diseño superaban los COP $300 000 millones (Cárdenas, 2022).

4.1.2 Control deficiente de calidad

Cuando no se trabajan con el rigor que estipulan la NSR-10 y las normas ICONTEC los procedimientos de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) tales como los ensayos de los materiales y las inspecciones de obra, las bitácoras, la aprobación de los protocolos, etc., puede presentarse. La Asociación Colombiana de Productores de Concreto advierte que menos del 30 % de las obras que ensayan los materiales correspondientes y que en la mitad de las edificaciones no se realizan verificaciones de calidad formal, es decir, que no se cumplen ni los requisitos del código concreto y los establecidos para las edificaciones del sismo (Valencia, 2011).

Las diferentes causas que afectan la raíz principal, consisten en primer lugar en la ausencia de laboratorios acreditados y poca supervisión que regule estos sitios, ya que se observan falencias en cuanto a los concretos que se colocan en obra, no poseen la resistencia adecuada, más bien se reciben por carta de garantías. Además de que no se cuenta con laboratorios acreditados, los plazos y costos ejercen presión en el cronograma y se omiten procesos como el curado, se reduce la inspección de los materiales y se aceptan

actividades con tolerancias fuera de la especificación técnica. También es posible que la mano de obra no este capacitada para llevar a cabo estos ensayos o son mal ejecutados (Rivera & Gracia, 2021).

En el caso de que, si se ejecuten procesos de inspección de calidad, se presentan que estos detectan deficiencias una vez ejecutada gran parte de la actividad o incluso cuando ya se ha terminado, causando claramente retrabajos o esperas innecesarias. Esta implicación requiere ciertamente de demoliciones en casos graves, lo que también genera un sobrecosto. En esto también influye la calidad de los materiales, ya que es importante tener en cuenta que es aquí donde se producen los sobrecostos, por reemplazar elementos deficientes y hacer nuevos elementos para corregir errores en las obras (Rivera & Gracia, 2021).

Un caso polémico que caracteriza este aspecto crítico, es el del puente de Hisgaura, Santander. Fisuras y ondulaciones detectadas tras la entrega motivaron la negativa de la Sociedad Colombiana de Ingenieros a recibir la obra y obligaron al contratista a ejecutar reparaciones suplementarias. El costo subió de COP $80 000 a $107 663 millones y el plazo se extendió al menos 9 meses (Gómez, 2021).

4.1.3 Fallas o averías en maquinaria

Este factor hace referencia a puntos clave de la obra, es decir, cuando hay esperas o se para la obra porque un equipo o una maquinaria no funciona, tiene averías o falla, en pocas palabras, no se cuenta con la disponibilidad de la herramienta. En un estudio que se realizo en la universidad católica de Colombia, se demostró la incidencia del mantenimiento de la maquinaria, siendo clave para evitar y prevenir que los cronogramas no se vean afectados, en tal caso, alrededor de 12 obras bajaron su porcentaje de avance por falta de mantenimiento a su maquinaria (Bonilla & Luque, 2018).

Las causas frecuentemente, se deben a un mantenimiento preventivo deficiente: si las revisiones programadas se desplazan a la categoría de "cuando haya tiempo", las flotas pasan a funcionar en un modo, podríamos decir, casi reactivo. Un estudio de grado de la Universidad Católica evidenció que, en 12 obras de infraestructura pública, el programa de mantenimiento solo alcanzaba para el 30% de los ítems recomendados por el fabricante; como consecuencia, la disponibilidad efectiva de las máquinas de obra pasaba a estar por debajo del 70%, y cada jornada de paro técnico comprometía entre el 10 y el 15% de la duración contractual de la obra (Bonilla & Luque, 2018).

Este déficit se ve incrementado por la sobrecarga y el uso continuo sin rotación. A falta de máquinas de respaldo, la misma excavadora o grúa torre suele trabajar turnos extendidos para "recuperar cronograma". Los ciclos térmicos continuos agravan el desgaste de sellos hidráulicos y rodamientos; el primer síntoma es la pérdida de la velocidad de ciclo y en cuestión de semanas la detención total. Reportes de productividad en obras civiles

advierten que una máquina fatigada duplica la posibilidad de fallo inesperado y incrementa los costos indirectos hasta un 40% por los menores rendimientos y el combustible desperdiciado (Bonilla & Luque, 2018).

Aparece también la obsolescencia tecnológica. Varias constructoras siguen en operación con retroexcavadoras o con vibrocompactadores de más de 20 años de antigüedad por falta de flujo de caja, de modo que no se pueden renovar. Un plan de reposición propuesto por la EIA nos contó que el abuso de equipos “ya amortizados” incrementa la frecuencia de las paradas y encarece los repuestos (algunos deben traerse por encargo), generando un “costo oculto” equivalente al costo de un nuevo en menos de cinco años (Bonilla & Luque, 2018).

A ello hay que sumar el tema logístico de repuestos: la mayoría de las máquinas pesadas que operan en Colombia son importadas por lo que un simple retén o bomba hidráulica puede tardar semanas en la zona de aduanas para ingresar al país. Las empresas que mantienen un mínimo inventario recurren al “canibalismo” de equipos fuera de servicio, de modo que una segunda máquina queda sin operar y de esta forma se genera un círculo vicioso de indisponibilidad. El mismo estudio que menciona la Universidad Católica también pone de manifiesto que los tiempos de espera para conseguir un repuesto explican casi la tercera parte del tiempo de muerto (Bonilla & Luque, 2018).

Por último, el desfase formativo para operadores y personal de inspección diaria finaliza lo que llama la atención. Al carecer de formación formal en diagnósticos de base (vibraciones, ruidos raros, alarmas de tablero), resulta común que los operarios sigan funcionando hasta el error fatal. Diferentes guías de productividad apuntan que dejar de lado las competencias técnicas finita la vida de los componentes críticos a la vez que multiplica los incidentes de seguridad, con impacto directo en el plan de trabajo por investigaciones y paradas forzadas (Abad, et al. 2004).

Casos críticos en este factor como el de dos tuneladoras, al ser incapaces de avanzar, incluso tras ser ajustadas sus velocidades, a 63–69 m de profundidad, dos tuneladoras de la línea 1 del metro quedaron abandonadas, tras atascarse en el año 2011. La extracción de estas tuneladoras tardó más de 7 años. Fue necesario reformular el contrato, pero la nueva previsión tuvo sobrecostos estimados en COP $120 000 millones y un plazo de prórroga de más de 90 meses (Cuevas, 2018).

4.1.4 Retraso por suministro de materiales críticos

Este factor aparece cuando los materiales esenciales, como acero de refuerzo, cemento, agregados, tubería, equipos y demás, no se encuentran en la obra a la fecha de la ejecución de actividades que lo requieren y gran parte de estas, son las más críticas, como lo son, cimentaciones, vaciados continuos, estructuras metálicas, instalaciones en obra, obligando a modificar la programación de frentes completos. Los trabajos comparativos

realizados en universidades de Colombia sitúan a la “disrupción de la cadena de suministros” (o de abastecimiento) dentro de las tres principales causas técnicas de retraso en las obras de vivienda, infraestructuras viales y construcciones en general (Trujillo, 2022).

Para hablar de las causas, en la práctica, los retrasos emanan de un entramado de agentes logísticos locales y choques exógenos, el primero de los cuales es la interdependencia de transporte terrestre: más del 80% de los flujos de cemento, acero y agregados viajan en tractomulas y cuando esta forma de transporte es interrumpida - bloqueos, paros, falta de diésel- en cuestión de días la obra no tiene suministros. Tal ocurrió en setiembre de 2024, cuando un paro camionero bloqueó accesos a Bogotá y Camacol reportó que el 80% de los proyectos de vivienda de ese momento en la región no tenía ingredientes, pérdidas diarias: COP 62.000 millones (Correa, 2024).

El segundo nudo es la vulnerabilidad a la oferta interna. La producción de cemento gris nacional se cayó en un 5,7% en 2024, según el DANE, mientras que la demanda de obras 4G/5G continuó al alza; finalmente en el mercado tensionado se produjeron entregas racionadas que obligaron a reprogramar vaciados en puentes y edificaciones de altura. Algo similar ocurrió con el acero: la imposición en 2024 de un arancel del 35% a las barras importadas subió precios y dilató órdenes de compra, los contratistas se quedaron esperando definiciones de costos antes de firmar contratos de suministros (Sánchez, 2024).

A nivel mundial, las congestiones de los puertos y la crisis post-pandemia de los contenedores están impactando también a Colombia: los lead-times de los accesorios MEP han pasado de 8 semanas a 14 semanas y las oscilaciones del dólar están complicando la capacidad de la caja para anticipar los pagos a los proveedores extranjeros (Sánchez & Mayo, 2022).

Una planificación just-in-time del inventario que no ha funcionado tampoco; las constructoras no tienen bodegas climatizadas y prefieren 'traer justo cuando se instala', de forma que cualquier demora logística paraliza a la cuadrilla. Finalmente, la cadena no se encuentra digitalmente integrada —los ERP del contratista, el proveedor y el transportista funcionan como islas— de forma que los posibles cuellos de botella no son detectados en una fase temprana; las alarmas sonaron cuando el camión no se presentaba en la portería (Sánchez & Mayo, 2022).

4.1.5 Condiciones del sitio o imprevistos

Este tipo de aspecto aparece cuando se enfrenta a las condiciones reales del terreno donde se va a ejecutar la obra que no estaban contempladas en el alcance, como fallas geológicas, suelos inestables, servicios públicos enterrados, restricciones ambientales, conflicto social, situaciones del clima por épocas del año, en fin, imprevistos que resultan difícil de medir o que, en peores casos, no se tuvieron en cuenta. Un análisis de una tesis sobre retrasos de obra confirma que "la información insuficiente del terreno y de las redes

internas” se encuentra entre las tres causas técnicas de mayor peso estadístico en la prolongación de cronogramas (Jiménez & Méndez, 2022). La revista de Ingeniería y Desarrollo de la Uninorte, señala que los proyectos que prescinden de estudios geotécnicas de detalle corren el riesgo de tener sobrecostos de hasta el 15 % sobre el presupuesto inicial, ya que no se percibe con detalle la situación real del suelo donde se inician las obras (Polo, 1999).

En la práctica, dicho factor se origina en una cadena de omisiones y presiones de tiempo que se inicia en el ámbito del anteproyecto. Para acelerar los pliegos o para disminuir costos iniciales, muchos de los contratantes se convierten en un mero desarrollo de sondajes puntuales y en la renuncia a modelar el subsuelo en 3D, lo que implica que en cuanto la excavación descubre, por ejemplo, una zona de lutitas blandas o bien una falla tectónica, se ve alterado el diseño de todo el esquema de sostenimiento. La complejidad es incluso mayor en corredores urbanos donde la densidad de tuberías, de cables y de colectores suele ser subestimada: en el inventario preliminar del Metro de Bogotá, hubo que incrementar el número de puntos de interferencia a 120 (28 hidrosanitarias, 40 telecomunicaciones, 11 de gas, etcétera) en cuanto se llegó al trabajo de campo y se verificó la verdadera ubicación de las redes. La combinación de estudios parciales, de cartografía desactualizada y de cronogramas “fast-track” convierte al subsuelo en una caja de sorpresas que raudamente estalla justo cuando la ruta crítica pisa obra (Jiménez & Méndez, 2022).

4.2 Factores administrativos

En el ejercicio de la interventoría, fundamentalmente la administrativa, involucra aspectos de gran importancia para que un proyecto sea exitoso. Esto tiene que ver con lo financiero y la documentación del mismo, es por ello que, en este sector de la interventoría, ocurren factores críticos que pueden llevar a retrasos o sobre costos.

4.2.1 Retrasos en pagos del propietario o entidad

El flujo de cada de los contratos en Colombia, depende de la aprobación de las actas que se realizan por parte del contratista. En ciertos casos se presenta que, si se retrasan estos pagos, por parte de la entidad estatal o propietario privado, el constructor pierde liquidez y la obra entra en mora. Esto ocasiona varios temas que ralentizan el avance de la obra.

Casi siempre, en el presupuesto del Estado. Cuando el Ministerio de Hacienda deja de lado un PAC o aplaza un PAC, pues los giros que tienen un contrato ya aprobado no tienen disponibilidad presupuestaria; les consta que, a finales de 2024, nueve entidades públicas, entre ellas el DANE y el Congreso, comunicaron a sus contratistas que en cumplimiento a esta regla sus facturas pasarían a 2025 (Colombiano, 2024). La situación se agrava en los organismos que tienen baja ejecución; el INVÍAS finalizó 2024 con apenas un 37 % de ejecución presupuestaria, lo que supuso dejar de pagar más de un billón de

pesos a partir de 5 700 actas de 57 proyectos viales. En este marco fiscal conviene sumar la extensión de los trámites administrativos: cada acta pasa por la interventoría, tesorería, control interno y, sí, por el visto bueno de la Contraloría, un circuito que puede añadir hasta treinta días por cada dependencia administrativa (Economía, 2024).

En el sector privado el fenómeno presenta otra cara. Promotores con ventas lentas o con acceso limitado al crédito prefieren diferir los pagos hacia el constructor con el objetivo de sostener su servicio de deuda, produciendo una transferencia del estrés hacia el contratista; además, las órdenes de cambio sin financiación -que son frecuentes cuando un proyecto se desarrolla- detienen los giros hasta que se firma un otrosí y se le asignan recursos, ampliando la cadena de morosidad (Rivera & Gracia, 2021).

Uno de los primeros efectos directos evidentes es la paralización de frentes críticos: ante la falta de liquidez para combustible, nómina o subcontratas, el constructor desacelera o interrumpe los trabajos. Cuando finalmente los pagos llegan, la ruta crítica ya se ha dilatado porque los hitos asociados a esas actas han ido cediendo en cadena, encadenando de manera automática a instaladores, acabados o controles del servicio (Rivera & Gracia, 2021).

Simultáneamente, se ponen de manifiesto los sobrecostes financieros: para no morir en el arte de la obra, muchos contratistas llegan a recurrir a créditos puente, con intereses que superan a la inflación en más de ocho puntos porcentuales; luego esos intereses pasan a

reclamar como costes adicionales del contrato o se ven retratados como márgenes negativos (Rivera & Gracia, 2021).

4.2.2 Incremento de precios en los materiales

Para comprender este factor crítico, se toman en cuenta algunos aspectos externos que tienen que ver con el alza de los precios de los materiales, los cuales es importante conocer para realizar una planificación adecuada y no generar sobrecostos mas adelante. Por ejemplo, para empezar en un periodo de dieciocho meses, el presupuesto de las obras en Colombia se ha visto obligado a afrontar unas alzas sin precedentes en bienes y en productos básicos. De acuerdo con el DANE, el Índice de Costos de la Construcción de Obras Civiles (ICOCIV) acumula, a noviembre de 2024, un incremento del 3,76% en el costo total de las obras, y picos de hasta un 7,36% para los capítulos de "otras obras de ingeniería civil", capítulo que queda dominado por materiales metálicos y ciertos tipos de concretos especiales. El gremio de los constructores (Camacol) pone de manifiesto la alerta de que estas diferencias pueden poner en riesgo de inviabilidad a 250.000 viviendas de interés social (VIS) que ya estaban vendidas en preventa, pero cuya fase de cimentación aún no había tenido lugar (DANE, 2024).

Las causas que han desencadenado el incremento de precios se han combinado para dar lugar a una tormenta perfecta, dado que el Gobierno en octubre de 2024 fijó un arancel ad valorem del 35 % a las barras y al alambrón de acero extraído de países sin acuerdo

comercial—medida que buscaba poner freno a la llegada de productos asiáticos que eran objeto de dumping, pero el resultado fue trasladar el sobrecoste directamente a las estructuras de hormigón armado. El efecto de la presión arancelaria se enriqueció con la inflación sectorial persistente: mientras el IPC general se moderaba, los insumos de obra civil, que cerraron 2024 con incrementos interanuales del 106 %, duplicaron el promedio agregado de aumentos interanuales del mismo periodo, con mallas, alambres y asfaltos a la cabeza. La oferta interna tampoco fue panacea: las cementeras informaron en mayo de 2025 un incremento del 7.9 sólo frente a una demanda que fue alimentada por una doble agenda de 5G y vivienda, lo que obligó a implementar cupos racionados, listas de espera para vaciados continuos (Sánchez, 2024).

En conclusión, el incremento drástico de los insumos, ocasionado por los aranceles, la inflación del sector, la limitada capacidad, la inestabilidad del tipo de cambio y unas estrategias logísticas excesivamente ajustadas. no solo incrementa los costos, sino que también hace inviable la ruta crítica, pone en peligro el cierre financiero de los proyectos e incluso la continuidad de la propia obra. Solo entender esta cadena causal permite elaborar cláusulas de actualización de precios de manera correcta, coberturas del precio, o esquemas de stock de seguridad para poder salvaguardar el cronograma del proyecto en un entorno de costos volátiles.

4.2.3 Proceso lento de trámites y licencias

En Colombia, el inicio de las actividades de una obra depende de tres permisos importantes, uno es la licencia ambiental que es emitida por la ANLA. Se tiene la licencia de construcción, quien se otorga por la secretaría de planeación de la región. Por último, se tiene la viabilidad de los servicios públicos, es decir, su conexión. Cada uno de estos permisos tiene plazos, pero en la práctica, se alargan con situaciones imprevistas, lo que podría convertirse en una espera crítica para el cronograma (Sandoval, 2024).

El retraso puede iniciarse desde la sobrecarga de las autoridades. En efecto, ANLA recibió en 2024 más de 300 nuevas solicitudes; la aceptación de la ANLA, de un “98 % de resoluciones dentro del término”, es verdad, pero buena parte de ese porcentaje corresponde a una inadmisión que reinicia el período y obliga al proponente a subsanar documentos, lo que extiende el ciclo varios meses (Sandoval, 2024).

A la congestión se suma entonces la calidad irregular de los estudios: expedientes incompletos, modelaciones hidrológicas carentes de vigencia o diagnósticos de redes que no se corresponden con la realidad que generan observaciones e idas y vueltas que duplican la burocracia. El problema se ve agudizado, también, cuando en medio de la tramitación cambian los requisitos normativos o los aranceles de estudio; el Decreto 2061/2023, por ejemplo, contiene medidas transitorias para licencias urbanísticas en Nariño y Cauca que obligan a modificar expedientes aprobados.

El tercer nudo está en el exceso de ventanillas, cada empresa de servicios públicos exige su propio estudio de capacidad; el concepto 434/2024 de la Superintendencia de Servicios propugna, en ese sentido, que la constructora tiene que financiar redes secundarias para conectar el proyecto, lo que agrega cotizaciones y revisiones técnicas adicionales.

Por último, los proyectos de alto impacto son objeto de los conflictos socioambientales que dan lugar a consultas populares, tutelas o medidas cautelares. El Canal del Dique y la doble calzada Ciénaga-Barranquilla llevan casi un año detenidos porque precisamente la licencia ambiental no ha logrado superar las oposiciones ciudadanas a pesar de ser obras declaradas de interés nacional (Cifuentes, 2024).

4.2.4 Corrupción

Este factor ha resultado ser polémico y crítico por las causas que lo preceden. Aquí se reúnen una serie de conductas como adiciones presupuestales injustificadas, licitaciones amañadas, desviación de anticipos que afectan el cronograma. A pesar de que las normas de contratación (Ley 80/1993 y Ley 1474/2011) prevén etapas de estudio previo, selección objetiva y supervisión, en la práctica existen “zonas grises” donde se generan sobrecostos, se toleran retrasos crónicos y se dejan sin poder sancionar proyectos abandonados.

La acción de la corrupción en obra pública se suscita casi siempre de tres engranajes que retroalimentan su funcionamiento. El primero de ellos es la captura de la regulación: personas públicas que aprueban modificaciones contractuales, reconocen mayores cantidades de obra o avalan interventorías laxas porque están en conexión con redes clientelistas. El segundo engranaje es la asimetría de la información: la entidad contratante depende de los informes del mismo constructor o de un interventor cooptado. Cuando ello aparece el presupuesto ya está agotado y la obra suspendida. El tercer engranaje es la debilidad de los mecanismos de control concurrente: la Contraloría y la Procuraduría, además de tener que actuar cuando el daño ya ha sido causado, también saben que los procesos sancionadores, aun cuando se salden con inhabilidades de las personas públicas responsables, rara vez logran recuperar el dinero público o reactivar la obra (Gorbaneff, et. al, 2011).

Resumiendo, la corrupción y la colusión no sólo drenan hasta el último céntimo del presupuesto, sino que rompen con la secuencialidad lógica del proyecto, obligan al contratista (o su reemplazo) a empezar de cero y hacen que el cronograma sea sólo una referencia teórica. El prevenirlas requiere dificultar que eso pase; se trata de aumentar la transparencia de la licitación (contestando a los que se rechazan); se trata de cernir la interventoría con la aplicación de auditorías externas y se trata de recurrir a las herramientas digitales (BIM 5D, tableros de control abiertos) que permiten hacer imposible mentir sobre la desviación de recursos antes de que la obra se pare.

Capítulo 5. Estrategias para la mejora y el control por parte del interventor

La interventoría representa el organismo que vigila, supervisa, controla, corrige y reporta riesgos antes de afecten los tiempos y el presupuesto. En el capitulo anterior, se han identificado aspectos críticos que podrían generar este tipo de deficiencias. Es por eso que, se han encontrado diferentes estrategias que ayudarían a mitigar estos factores, siendo una herramienta para el profesional de interventoría a manera de consulta en este documento.

5.1 Estrategias frente a los factores técnicos

En primer lugar, se abordarán los diferentes factores técnicos y proponer estrategias que mejoren y prevengan las causas de cada uno. A continuación, se presentan cada una de estas:

5.1.1 Lista de chequeos y modelo colaborativo en BIM

Como se ha identificado en el capitulo anterior, las causas del primer factor se deben a que falta información en los documentos de inicio o no existe una coordinación entre las partes para la consolidación de esta información, además, aquí se incluye el factor de condiciones del sitio, ya que la falta de información de los suelos y estudios geotécnicos, se incluye entre la información faltante. Teniendo en cuenta esto, se propone inicialmente

una lista de chequeo adecuada para corroborar que tipo de documentos tiene determinado proyecto y cuales hacen falta, así como, la información que contiene y la que hace falta. Esto deja en evidencia que el interventor ha revisado cada documento y deja en observaciones si la información que le es entregada esta completa, parcialmente o incompleta. En la tabla 1, se propone un modelo de esta lista de chequeo como estrategia importante ante la falta de información en la etapa previa de los proyectos.

Tabla 1

Formato de lista de chequeo de documentos etapa previa

Documento requerido	Entregado (Sí/No)	Completitud (C/P/I)	Observaciones
Acta de inicio			
Licencia de construcción			
Licencia ambiental			
Estudios previos			
Plano arquitectónico			
Plano estructural			
Plano hidrosanitario			
Plano eléctrico			
Memorias de cálculo			
Especificaciones técnicas			
Cronograma base			
Programación Presupuestal			
Plan de calidad PAC			
Matriz de riesgos			
Plan SST			
Plan de manejo ambiental PAM			

Pólizas vigentes
Contrato de interventoría
Permisos especiales
Otros documentos

Para la causa de falta de comunicación interdisciplinaria, el modelo colaborativo BIM plantea un nuevo modo de entender y gestionar la información del proyecto: todos los participantes, diseñador, contratista, interventor y propietario, trabajan sobre un gemelo digital único que vive en una plataforma de datos comunes (CDE) actualizado en tiempo real. En lugar de intercambiar planos records a través del correo, cada especialidad modela su disciplina, arquitectura, estructural, sanitario, eléctrico, en un entorno compartido; cuando el diseñador de estructuras introduce un cambio, la interferencia con una tubería se detecta de inmediato y se soluciona antes de que llegue a obra (Viñan, et. al, 2025).

La columna vertebral del sistema es el BIM Execution Plan (BEP), documento contractual donde se establecen las reglas del juego: la forma en la que se nombran los archivos, el nivel de detalle exigido en cada fase, quién publica versiones y en qué plazos se producen las reuniones de coordinación. Cada dos semanas, los modelos federados pasan por un proceso de clash detection automático; las colisiones críticas se documentan en la CDE con fecha, responsable y plazo de cierre de manera que se genere un historial transparente de las decisiones (Ramírez et. al, 2018).

En la tabla 2, se expone el plan práctico de las fases de la etapa previa, incluyendo donde se ubicaría la intervención del modelo colaborativo

Tabla 2

Etapas prácticas previas

Fase	Actor principal
Cargue de modelos BEP	Diseñadores
Clash report y minutas CDE	Coordinador BIM
Revisión de información y digitalización documentos	Contratista
Lista de chequeo documental	Interventoría
Comité de técnico-contractual	Contratista-Interventoría
Firma acta de inicio	Contratista-Interventoría

5.1.2 Plan de calidad (PAC)

Para dar solución a la causa de una deficiente calidad, se proponer un plan de aseguramiento de la calidad o PAC. El control de calidad en una obra de construcción se entiende como un conjunto sistemático de actividades que aseguran que los materiales, los procesos y los productos de la obra cumplan con las especificaciones técnicas y las normas (NSR-10, ICONTEC, ASTM) y con los requisitos contractuales acordados con el propietario. El control de la calidad de una actividad o producto con el fin de detectar errores no es suficiente: hay que prevenirlos, es por eso que existen ciertos aspectos que involucra un plan de calidad (Diez, 2013).

- Planificación y prevención antes de que llegue a obra la primera varilla, el equipo define qué se va a medir, con qué frecuencia, con qué métodos y quién será responsable de cada registro.
- Verificaciones continuas en el proceso de ejecución de la obra, inspectores y laboratoristas recogen datos (ensayos, fotografías geo-referenciadas, checklists) y los contrastan con los valores de referencia.
- Documentación trazable en cada resultado se documenta indicando fecha, lugar y responsable, y así cualquier anomalía se puede rastrear hasta su causa raíz.
- Acción correctiva inmediata si un parámetro no está dentro de la tolerancia, se activa una ruta de escalamiento que define si procede reparación, demolición o ajuste del proceso, evitando que el defecto pase la siguiente estación.
- Mejora continua, ya que en los datos alimentan indicadores (índice de retrabajo, cumplimiento de programación de ensayos, tiempo de respuesta a no conformidades) que la dirección de obra y la interventoría revisan semanalmente, buscando afinar métodos y recursos.

En cada una de las fases del proyecto se tienen en cuenta estos aspectos del plan de calidad para implementarlos de manera adecuada, tal como se ve en la tabla 3

Tabla 3

Plan de calidad en las diferentes fases del proyecto

Fase del proyecto	Objetivo del QC	Herramientas típicas
Planificación y diseño	Definir criterios, frecuencias y tolerancias; aprobar el Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC).	BEP, PAC, matrices de ensayo,
Acta de inicio	Verificar que materiales, equipos y personal cumplan especificaciones antes de llegar a obra.	Inspecciones de proveedor, certificados de origen, pruebas de recibido
Ejecución	Controlar continuamente materiales y procesos; registrar resultados y no conformidades.	Apps de inspección, checklists digitales, laboratorios acreditados
Cierre de actividades	Confirmar que la partida cumple requisitos antes de cubrirla o avanzar.	Certificados de conformidad, fotos geo-referenciadas, informes de cierre
Entrega final	Validar desempeño global y generar lecciones aprendidas para el propietario.	Pruebas de servicio, “as-built” BIM, dossier de calidad final

5.1.3 Mantenimiento basado en confiabilidad RCM

La maquinaria resulta un factor clave en la ejecución de obras de construcción y proyectos de infraestructura vial, por tanto, es una causa de suma importancia que existan fallas o no disponibilidad de equipos. Por eso, se propone un plan de mantenimiento basado en confiabilidad, ya que la efectividad de la maquinaria constituye el verdadero impulso del cronograma de obra.

Para evitarlo y prevenir este factor, la interventoría ha de promover la conjunción de un Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM, en inglés) y telemetría en tiempo real, así como una gestión inteligente de repuestos. El objetivo es romper la dinámica de “reparar cuando se rompe" para llegar hasta uno predictivo y plenamente documentado, que permita mantener al menos un 85 % de disponibilidad de los equipos considerados clave (Diestra et. al, 2017).

El primer pilar de la estrategia es el Plan de Mantenimiento Basado en Confiabilidad. Ahí se obtiene el modo de fallo de cada máquina, hidráulico, eléctrico o estructural, y se programan las tareas preventivas de acuerdo al riesgo que representan, no a un calendario preestablecido. El operario realiza las inspecciones diarias con su checklist, se analiza junto al equipo de mantenimiento de alguna entidad competente los servicios programados y, sobre todo, las rutinas predictivas se concretan de acuerdo al estado del equipo: análisis de vibraciones, de temperatura y de presión que predicen la avería antes de que esta se produzca (Diestra et. al, 2017).

Toda esta información queda contenida en un "tablero de control" con los principales KPI disponibles: disponibilidad física (DA), el tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR). Cada semana, la interventoría verifica que la disponibilidad se mantenga por encima del 85 % y que las reparaciones críticas no superen las ocho horas. En caso de que un equipo esencial caiga por debajo del 80% en disponibilidad física o acumule dos ocurrencias de fallas críticas seguidas, se activa una

ruta de escalamiento rápido: menos de 24 horas se forma un Comité técnico que decide una parada programada, refuerza el stock de repuestos o gestiona un alquiler de un equipo de respaldo (Sierra, 2022).

5.1.4 Gestión colaborativa

El factor de falta de materiales en obra, es una causa que requiere una programación cuidada y colaborativa entre proveedores, constructor, contratista e interventor. Por eso, una estrategia es la gestión colaborativa, apoyada en una metodología BIM, ya que, de esta forma, se puede asegurar una mejor trazabilidad a estas rutas críticas desde un modelo que permita hacer seguimiento de todas las partes.

Dicho de forma práctica, el primer paso consiste en mantener el mapeo de los materiales críticos: se clasifican por un lado aquellos ítems en función del impacto en la ruta crítica y por otro lado aquellos ítems con el tiempo de aprovisionamiento. Los artículos de mayor riesgo, acero de refuerzo, concreto de alta resistencia, tuberías de gran diámetro, etc, se marcan en rojo enlazado al modelo BIM. En este se puede definir la fecha esperada de compra, la fecha de llegada a obra, el estado del pedido, la cantidad ya llegada a obra, si el avance físico del modelo es superior al avance del suministro la celda pasa de rojo a amarillo y se dispara una alerta automática al contratista y a la interventoría (Viñan, et. al, 2025).

Esta es la forma en que un modelo colaborativo es útil para un seguimiento y trazabilidad al presupuesto inicial y todos lo estipulado en adelante, en este caso, los materiales que hacen parte de ese presupuesto. Este tipo de metodología BIM se el conoce como modelo 5D, ya que tiene que ver con el presupuesto.

5.2 Estrategias frente a los aspectos administrativos

Con respecto a las estrategias para mitigar los factores administrativos, se requiere una coordinación y planeación detallada que permita anticipar a las causas y poder generar filosofías que generen un buen accionar de los profesionales. Es por ello que se exponen a continuación las diferentes propuestas

5.2.1 Fondo rotatorio de pagos

Uno de los factores que afectan el desarrollo de los proyectos es la liquidez para la ejecución de las actividades, si los giros se retrasan, se pierde flujo de caja. La propuesta consiste precisamente en requerir que el propietario deposite desde el inicio, un monto equivalente a las primeras actas en un fondo rotativo administrado por una fiduciaria y transformar cada acta que aprueba la interventoría en un Certificado de Avance Negociable, que será objeto de descuento en la banca comercial, de tal forma que la liquidez no dependa del PAC ni de la tesorería de la Entidad (Hurtatis, 2020).

5.2.2 Blindaje del contrato con cláusula de ajuste

Ahora bien, para mitigar las alzas de precios en los materiales de construcción, se propone como estrategia una cláusula de reajuste automático asociado a los índices oficiales de variación de precios del ICOCIV o al precio del IPP. Cuando se supera una variación, se lleva a cabo la actualización automática, sin necesidad de celebrar otrosí ni celebrar reunión técnica. Investigaciones académicas dan cuenta de que el uso de fórmulas escalatorias producen la reducción de hasta un 60 % en la litigiosidad en materia de sobrecostos aplicados a infraestructura dado que la discusión de precios es sustituida por una norma matemática objetiva (Colmenares , 2024). También se propone los inventarios de seguridad. Antes de la firma del acta de inicio el contratista firma contratos indexados a precios con acerías y cementeras que garanticen cupos de producción y plazos de entrega (Colmenares, 2024).

5.2.3 Tramitología ágil

En Colombia, para poder arrancar formalmente con una obra, se deben gestionar diferentes permisos y licencias, siendo desde el inicio un punto crítico para los plazos y costos. Los mas importantes como la licencia ambiental que se tramita con la ANLA o corporación regional, la licencia de construcción que se expide con las secretarias de planeación y los conceptos de disponibilidad de servicio públicos. Aunque existen

normativas que fijan plazos de hasta 90 días, los expedientes suelen alargarse, aun mas con la tendencia de expansionismo en el país. Por tal motivo, se propone la estrategia de tramitología ágil, que consiste en primer lugar, la realización de un cronograma exclusivo para estos procesos, donde se incluya los tiempos hábiles para cada hito, en este caso, los permisos o licencias. De esta manera, en el momento de firmar un contrato, se tenga presente la gestión como cualquier actividad de ruta crítica

En este cronograma de tramites, se incluye aquellos permisos y diálogos sociales que permita evitar conflictos socioambientales, teniendo en cuenta que se debe contar con un equipo social que abra canales de dialogo con la comunidad, así como lo pertinente para mantener informada a las familias del proceso a ejecutar en la zona.

5.2.4 Transparencia integral

Una estrategia para el factor crítico de la corrupción, es un tema que resulta delicado y complejo al mismo tiempo, si bien la corrupción no permite el avance de las obras, significa un tema de miedo, riesgo y fiscal para quien incurre en él. La corrupción prospera donde la información no es clara y donde la fiscalización se realiza tarde. Esto se traduce en que la estrategia se apoya en un principio que puede parecer simplista, someter a la reflexión pública el proyecto desde el primer día, y a la vez en tres engranajes que se refuerzan entre sí: la apertura de datos, la vigilancia concurrente y los mecanismos internos a prueba de represalias para la denuncia.

A la interventoría contractual del proyecto se le añade su encuadre en un sistema de auditoría socializada para el caso específico del proyecto en el que se enmarca esta acción, el programa “Compromiso Colombia - Salvando Obras” de la Contraloría General de la República de Colombia, que posibilita la auditoría técnica-fiscal concurrente desde la primera acta y no cuando el daño patrimonial ya se ha hecho. La obra recibe la visita trimestral de las veedurías ciudadanas y de un auditor independiente técnico-financiero; sus informes se publican en su totalidad en el mismo tablero. Las recomendaciones genéricas se discuten en comités de obra y sus planes de acción quedan expuestos, cerrando así el ciclo PDCA del control.

Así mismo el personal tienen a su disposición un canal anónimo de comunicación, ya sea una línea telefónica 24 horas al día 7 días a la semana o cualquier buzón digital que gestionan la fiduciaria o el auditor externo. De acuerdo con la cláusula anticorrupción que figura en el contrato, cualquier pago que se realice a una firma investigada debe ser suspendido y, de ser necesario, debe ser sustituido de manera rápida si la Procuraduría o la Contraloría establecen una medida cautelar al respecto. En otras palabras, este mecanismo de corte rápido evita que la obra quede a la deriva durante años de litigio.

6. Conclusiones

La interventoría como ente regulador es quien puede transformar los factores críticos en oportunidades de control. Este trabajo demuestra que la mayoría de aspectos que generar retrasos, desde diseños incompletos hasta problemas de capo y corrupción, no obedecen a la falta de normas, si no a una aplicación insuficiente de mecanismos de seguimiento y control previsto en normas y manuales sectoriales. Cuando el profesional que ejerce la interventoría aplica con disciplina herramientas como la metodología BIM, indicadores de desempeño KPI, listas de chequeos, curva S, alertas y demás estrategias, las desviaciones se detectan antes de que sean irreversibles.

Los factores críticos de aspecto técnico y administrativo se retroalimentan y amplifican el impacto que tienen sobre el cronograma. Los defectos de diseño, los lotes de hormigón sin ensayo o la falta de maquinaria se ven trastocados en reclamaciones de plazo y en giros atrasados; la falta de liquidez y el encarecimiento de insumos hacen que se tengan que dejar de lado las pruebas de calidad o diferir mantenimientos, y crean un círculo vicioso que alarga la obra. Es por eso que se señala que solo un enfoque global o modelo colaborativo, check list, Plan de Aseguramiento de Calidad, RCM con telemetría y Procurement Log 5D o gestión colaborativa, puede romper esa relación inversa.

La transparencia y la trazabilidad digital son la mejor defensa contra los sobrecostos sistémicos. El análisis demuestra el enrolamiento en los programas de auditoría concurrente

(Compromiso Colombia) y los canales de denuncia anónima hacen menor la ventana de tiempo en la que pueden desarrollarse unas conductas colusorias. Cuando la información físico-financiera se publica semanalmente, y desde el modelo BIM-5D, los sobrecostos estructurales y la inejecución de obras se conocen en menos de un mes, frente a los seis o doce meses que se tardan las auditorías ex-post.

Referencias

Abad, C. E. A., Carcaño, R. G. S., & Pereyra, J. R. B. (2004). Determinación de los factores que afectan la productividad de la mano de obra de la construcción. *Ingeniería*, *8*(2), 145-154. Tomado de: https://www.redalyc.org/pdf/467/46780212.pdf

Agencia Nacional de Infraestructura. (2024). Informe de Gestión 2024. Tomado de: https://www.ani.gov.co/sites/default/files/informe_de_gestion_2024_preliminar.pdf

Agencia Nacional de Infraestructura. (2024). Presentación de resultados de la evaluación de percepción de los usuarios de la infraestructura de transporte 2023-2024. Tomado de: https://www.ani.gov.co/sites/default/files/resultados_percepcion_modos_de_transporte_2023-2024.pdf

Alvarez, E. J. M., & Arapa, S. L. I. (2018). Factores que influyen en el nivel de cumplimiento de la ejecución de obras públicas por contrata en las municipalidades distritales de la región de Puno, 2014. Revista Ciencia Y Tecnología-Para el Desarrollo-UJCM, 4(7), 42-51. Tomado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-91652018000100117&script=sci_arttext

Amaya Vergara, D. S. (2022). Administración estratégica del proyecto vial en Colombia, Ruta del Sol. Tomado de: https://repository.umng.edu.co

Andrés Prieto. (2025). Contraloría de Bogotá investiga 20 proyectos del programa ‘Vamos a la Obra’. *La FM.* Tomado de: https://www.lafm.com.co/bogota

Arrieta Taboada, O. L. (2025). Aspectos fundamentales para la buena ejecución de obra y calidad en los procesos constructivos en obras ejecutadas por la empresa Consicor SAS en los municipios de Antioquia. Semestre de Industria. Tomado de: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/45545

Bonilla, J. A. C., & Luque, J. S. Z. (2018). Incidencia del mantenimiento de la maquinaria en obras civiles. Tomado de: https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/86bab57f-92ef-4877-95d1-1dd20bb063f8/content

Camargo, J. (2015). Análisis de problemas de construcción derivados de errores de diseño. *Universidad de los Andes. Departamento de Ingeniería Civil. Bogotá DC Recuperado de: http://hdl. handle. net/1992/13493*.

Cardenas Alarcón, H. S. (2022). *Deficiencias en la interventoria y sus consecuencias en el puente chirajara* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios). Tomado de: https://repository.uniminuto.edu/items/a424f238-3ae0-444e-847a-1fb1a2df073c

Catalina O. (2020). Errores de diseño del proyecto energético más grande de Colombia amenazaron a 100.000 personas. *El País.* Tomado de: https://elpais.com/

Chamorro Solórzano, G. E., Pérez Ruíz, D. D., & Serrano Guzmán, M. F. (2022). Rol del interventor en la gestión de proyectos de infraestructura pública: estudio de caso del Valle del Cauca, Colombia. Ciencia ergo sum, 29(1).

Chang, A. S. T. (2001). Defining cost/schedule performance indices and their ranges for design projects. *Journal of Management in Engineering*, *17*(2), 122-130. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2001)17:2(122)

Cifuentes Q. S. (2024). Los retrasos de "megaproyectos" en el Atlántico se deberían a falta de radicación de licencias ambientales. Tomado de: https://www.infobae.com/

Colmenares Ramírez, D., Gutiérrez Ochoa, N. D., Mejía Rebolledo, P. A., & Roncancio Vergara, J. D. (2024). Análisis del impacto de la volatilidad económica en las fórmulas de reajuste de precios en contratos. https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/2fff0d10-d018-4af5-b3f7-9cec5c1d46aa/content

Colombiano E. (2024). Contratistas de nueve entidades del Estado pasan fin de año esperando que les paguen, ¿cuál es la razón real? Tomado de: https://www.elcolombiano.com/

Congreso de la República de Colombia, (1993). Ley 80 de 1993. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración PÚBLICA. Tomado de: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=304

Congreso de la República de Colombia, (2007). Ley 1150 de 2007. Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos. Tomado de: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=184686

Congreso de la República de Colombia, (2022). Ley 2195 de 2022. Por medio de la cual se adoptan medidas en materia de transparencia, prevención y lucha contra la corrupción y se dictan otras disposiciones. Tomado de: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=175606&

Contraloría de Bogotá. (2025). Seguimiento especial a 20 proyectos de infraestructura bajo el programa 'Vamos a la Obra', VALO. Tomado de: https://www.contraloriabogota.gov.co/noticias

Correa J. M. (2024). El 80% de las obras en Bogotá y Cundinamarca están sin materiales debido al paro camionero

Cuevas A. M. (2018). Avanza extracción de tuneladoras en sector de Canoas, paso determinante para saneamiento del río Bogotá. Tomado de: https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/avanza-extraccion-de-tuneladoras-en-sector-de-canoas-paso-determinant

DANE. (2024). Índice de Costos de la Construcción de Obras Civiles (ICOCIV). Tomado de: https://www.dane.gov.co/

Departamento Nacional de Planeación. (2023). Manual de supervisión e interventoría. Tomado de: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Normatividad/Notificaciones/M-CT-02-MANUAL-DE-SUPERVISION-E-INTERVENTORIA.pdf

Diario del Huila. (2025). MinSalud denuncia irregularidades en millonario contrato para hospital de Pitalito. Tomado de: https://diariodelhuila.com/minsalud-denuncia-irregularidades-en-millonario-contrato-para-hospital-de-pitalito

Diestra Quevedo, J. P., Esquiviel Paredes, L., & Guevara Chinchayan, R. (2017). Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para optimizar la disponibilidad operacional de la máquina con mayor criticidad. https://hdl.handle.net/20.500.12692/37239

Diez, E. (2013). Aseguramiento de la calidad en la construcción de sistemas basados en el Conocimiento: un enfoque práctico. *Archivo de la Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, *1*(5), 167-206. https://doi.org/10.18294/relais.2013.167-206

Economía R. (2024). Balance del Invías: ¿millonarios compromisos y poca ejecución? Tomado de: https://www.elespectador.com/

Fleming, Q. W. & Koppelman, J. M. (1995). Monitoring performance against the baseline. *PM Network, 9*(9), 9–14

Gina R. S. (2025). IDU inspeccionó obra de Valorización en Zonas Industriales de Puente Aranda. Tomado de: https://bogota.gov.co/mi-ciudad

Gómez, A., Felizzola, H., Arrieta, N., Gómez, C., Sánchez, O., & Salazar, (2024). Factores de éxito en la construcción de vías rurales en colombia: un análisis basado en datos públicos. Tomado de: https://eic.pucv.cl/wp-content/uploads/2024/11/ELAGEC_2024_FinalPaper_38.pdf

Gorbaneff, Y., González, J. M., & Barón, L. (2011). ¿Para qué sirve la interventoría de las obras públicas en Colombia? *Revista de economía institucional*, *13*(24), 413-428.

Instituto Nacional de Vías. (2022). Manual de interventoría de obra pública. Tomado de: https://caminoscomunitarios.invias.gov.co/docs/caja-herramientas/anexos-modulo-tecnico/manual_interventoria_inv.pdf.

Jiménez-Chaparro, P y Méndez-Rodríguez, D. (2022). Causas del retraso en cronograma de proyectos de construcción colombianos: una consulta a profesionales del sector. Universidad Católica de Colombia. Disponible en: https://hdl.handle.net/10983/27112

Kevin S. Bohórquez G. (2024). Las obras de la Ruta del Sol III terminarán en cuatro años y medio, según Mintransporte. La República. Tomado de: https://www.defencarga.org.co/contenido-sis/las-obras-de-la-ruta-del-sol-iii-terminar%C3%A1n-en-cuatro-a%C3%B1os-y-medio-seg%C3%BAn-mintransporte

La Silla Vacía. (2025). MinSalud confirma irregularidades en millonario contrato de hospital de Pitalito, denunciado por La Silla. Tomado de: https://www.lasillavacia.com/en-vivo/minsalud-confirma-irregularidades-en-millonario-contrato-de-hospital-de-pitalito-denunciado-por-la-silla

Lozano Serna, S., Patiño Galindo, I., Gómez-Cabrera, A., & Torres, A. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. Ingeniería y ciencia, 14(27), 117-151.

Matallana Camacho, E. (2015). Manual de contratación de la administración pública: Reforma de la Ley 80 de 1993.

Moreno Carvajal, S. C., & Gáfaro Rincón, A. A. (2024). El papel del sistema de gestión de calidad en la interventoría de obras civiles en Colombia. https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/xmlui/handle/20.500.14167/5374

Moslehabadi, A. F. (2020). Homogenizing Schedule Performance Index (SPI) in Construction Projects. *International journal of industrial engineering and operational research*, *2*(1), 42-50. https://doi.org/10.22034/ijieor.v2i1.20

Nguyen, D. A., Garvin, M. J., & Gonzalez, E. E. (2018). Risk allocation in US public-private partnership highway project contracts. *Journal of construction engineering and management*, *144*(5), 04018017. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001465

Presidencia de la República de Colombia. (2015). Decreto 1082 de 2015. Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector Administrativo de Planeación Nacional. Tomado de: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77653

Polo, J. G. (1999). Estudios geotécnicos Una necesidad en obras civiles. *Ingeniería y desarrollo*, (6), 117-126.

Ramírez-Sáenz, J. A., Gómez-Sánchez, J. M., Tienda, J. L. P., Cortés, J. P. R., & Bucheli, L. G. (2018). Requirements for a BIM execution plan (BEP): a proposal for application in Colombia= Requisitos para un plan de ejecución de BIM (BEP): propuesta de aplicación en Colombia. *Building & Management*, *2*(2), 5-14. https://doi.org/10.20868/bma.2018.2.3763

Redacción Portal Bogotá. (2024). Alcalde supervisó personalmente avances y retrasos de obras en troncal de Av. 68. Tomado de: https://bogota.gov.co/mi-ciudad

Rivera, J. F. M., & Gracia, N. F. M. (2021). Análisis comparativo de factores causales del retraso entre proyectos de edificación y de infraestructura vial: una revisión

sistemática. *Ingeniería civil*, *600*. Tomado de: https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/9caeaa39-32c2-4d13-8514-1dd44e3893a9/content

Rodríguez-Aragón, L. J. (2011). Simulación, método de montecarlo. *Recuperado de: https://previa. uclm. es/profesorado/licesio/docencia/mcoi/tema4_guion. pdf*.

Sánchez C. (2024). Colombia mueve el tablero comercial con un arancel que dispara el precio a la importación de barras de acero chino, turco o ruso. https://elpais.com/

Sánchez Henao, J. C. (2010). Interventoría de proyectos y obras. *Escuela de Construcción*. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8360

Sánchez, P. G., & Mayo, A. R. P. (2022). Complejidad y escasez en las cadenas de suministro, como consecuencia del modelo de justo a tiempo. *Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, *7*(31), 18. Tomado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8422884

Sandoval M. Y. (2024). ¿Por qué se retrasan las licencias ambientales en Colombia? Esto dice la ANLA. https://www.valoraanalitik.com/

Santamaría, J. A. W. (2020). *Development of a project management methodology for automation projects according to pmbok guide 6 edition*. Doctoral dissertation, Universidad para la Cooperacion Internacional. Tomado de: https://omeka.uci.ac.cr/biblioteca/files/original/bfe1492013ae66b166582d593bacff82.pdf

Sierra Torres, O. (2022). Gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) de maquinarias de construcción de carreteras. https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/22733

Sørensen, J. B. (2024). FIDIC Red Book: A Companion to the 2017 Construction Contract, Revised Edition. https://doi.org/10.1680/978-1-83608-174-620241031

Tovar, C. A. P. (2020). Falencias, abandono y retraso en proyectos civiles en Colombia. *Facultad de Ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada*. Tomado de: https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/06b24879-4cef-4d56-8895-46b9ef548d31/content

Trujillo Rojas, L. R. (2022). Incidencia de la gestión logística en la construcción de edificaciones. https://hdl.handle.net/20.500.12494/46108

Valencia, M. A. A. (2011). Manual de guías de laboratorio enfocadas al control de calidad de materiales para las asignaturas:" ingeniería de materiales" y "tecnología del concreto".

Viñan, C. M. L., Baloy, V. M. P., Bravo, G. M. V., & Calle, V. A. L. (2025). Uso de modelos BIM en la planificación de obras civiles: un análisis textual discursivo de artículos de investigación. *Revista Ingenio Global*, *4*(1), 175-189. Tomado de: https://editorialinnova.com/index.php/rig/article/view/209

Zandhuis, A., & Stellingwerf, R. (2015). *ISO 21500 Guidance on project management-A Pocket Guide*. Van Haren.