

Grandes obras de infraestructura y el riesgo de corrupción e inviabilidad económica: un análisis exploratorio

Proyecto regional Fortalecimiento del
Control Externo en el Área Ambiental

(iniciativa implementada por la
Cooperación Alemana para el Desarrollo
Sostenible, por medio de la GIZ, en
alianza con el TCU y la OLACEFS)



Institución ejecutora

Centro de Inteligencia Territorial (CIT)



CIT

Centro de Inteligência Territorial

El trabajo se desarrolló en el marco del Proyecto regional **“Fortalecimiento del control externo en el área ambiental”** (*Stärkung der externen Finanzkontrolle im Umweltbereich*), implementado por la Cooperación Alemana (por medio de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, en alianza con el Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU) y la Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS).

Consultoría técnica (producción de conocimiento) para el Tribunal de Cuentas de la Unión con miras al desarrollo de herramientas adecuadas y estandarizadas para la evaluación y el monitoreo de la viabilidad técnica, económica y ambiental de programas y proyectos de obras de infraestructura a gran escala



El proyecto “Fortalecimiento del Control Externo en el Área Ambiental”, ejecutado por la GIZ por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ), tiene como objetivo permitir que el Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU) de Brasil y otras Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS) de la Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS) cumplan con eficacia su misión institucional de mejorar la Administración Pública, especialmente en lo que respecta a las inversiones gubernamentales en el área ambiental. El proyecto será implementado por el TCU y la OLACEFS y actuará en tres campos de acción: 1) Fortalecimiento de los procesos de fiscalización;

2) Fortalecimiento de los mecanismos de cooperación entre las EFS miembros de la OLACEFS y mejora de sus servicios; y 3) Fortalecimiento de la comunicación interna, externa y de los interesados, en el ámbito del TCU y otras EFS miembros de la OLACEFS. El marco del Proyecto vislumbra la oportunidad de contar con una consultoría técnica especializada para producir conocimiento y proporcionar insumos técnicos a las acciones del TCU, y a las EFS de América Latina y del Caribe, por medio del Grupo de Trabajo de Obras Públicas (GTOP) de la OLACEFS, en lo que concierne al desarrollo de herramientas adecuadas y estandarizadas para auditar y monitorear la viabilidad de programas y proyectos de infraestructura, ya sean obras públicas o concesiones.

Título: Fortalecimiento del control financiero externo en el área ambiental

Comisionado por: Ministerio Federal de Cooperación Económica y del Desarrollo (BMZ)

País: Brasil

Socio político: Tribunal de Cuentas de la Unión de Brasil (TCU)

Duración: 2016 a 2020

Sitio web: <https://www.giz.de/en/worldwide/44033.html>

Grandes obras de infraestructura y el riesgo de corrupción e inviabilidad económica: un análisis exploratorio



CIT

Centro de Inteligência Territorial

Raoni Rajão

José Leomar Fernandes Júnior

Lidiane Pedra Vieira Melo

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	5
1 INTRODUCCIÓN	6
2 SESGOS Y TERGIVERSACIONES EN LA EJECUCIÓN DE MEGAPROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA	15
3 MEDIDAS PARA MITIGAR EL RIESGO DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS CON MEGAPROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA	19
4 IMPORTANCIA DE LOS MODELOS COMPUTACIONALES EN LA AUDITORÍA DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE	33
5 CONCLUSION	37
REFERENCIAS	39

RESUMEN EJECUTIVO

Los megaproyectos pueden generar beneficios económicos, ambientales y sociales duraderos. A pesar de ser esenciales, los megaproyectos a menudo causan pérdidas e impactos no deseados derivados de desviaciones de recursos y costos que superan los beneficios. En consecuencia, estos megaproyectos pueden comprometer negativamente el crecimiento económico al generar endeudamiento público, violar los derechos humanos y causar daños ambientales. Diferentes factores explican la prevalencia de megaproyectos con efectos negativos. Entre ellos se destaca el sesgo de optimismo, la tendencia de los proponentes y partidarios políticos de los proyectos a autoengañarse y partir de supuestos que inflan los beneficios y subestiman los costos de los megaproyectos de infraestructura. Si bien el sesgo optimista puede ocurrir accidentalmente, el fracaso de los megaproyectos a menudo se debe a la tergiversación estratégica de los estudios de viabilidad económica, donde los parámetros se manipulan explícitamente para generar ganancias políticas y enriquecimiento ilícito con la realización de la megainfraestructura. Para reducir la probabilidad de corrupción y la inviabilidad de megaproyectos,

es necesario adoptar metodologías que puedan ser empleadas por los órganos ejecutivos y de control para mejorar el proceso de toma de decisiones, que incluyen principalmente la etapa de estudios de viabilidad económica. Estas metodologías incluyen: análisis de riesgo, *Front-End-Loading* (con requisitos claros para aprobación de proyectos en diferentes etapas), *Five Case Model* (con enfoque en la definición del problema y evaluación de alternativas) y *Reference Class Forecasting* (a partir de casos anteriores concretos para estimar costos y beneficios). En el caso específico de los megaproyectos de infraestructura, las herramientas de modelado espacial son una herramienta para ayudar a la evaluación económica de alternativas en el proceso de toma de decisiones, y también como una forma de apoyar acciones relacionadas con la auditoría de proyectos en curso. En todos los casos, sin embargo, la mera adopción formal de metodologías y herramientas no es suficiente para evitar el sesgo del optimismo y la tergiversación estratégica, y es necesario llevar a cabo controles externos e independientes desde las etapas preliminares de la realización de megaproyectos de infraestructura.

1

INTRODUCCIÓN

Los megaproyectos implican un gran compromiso de inversión, una alta complejidad de planificación y ejecución, y un impacto duradero en la economía, el medio ambiente y la sociedad (BROOKES; LOCATELLI, 2015). A menudo, los megaproyectos adoptan la forma de obras de infraestructura de transporte (por ejemplo, aeropuertos, carreteras, ferrocarriles) y generación de energía (por ejemplo, centrales nucleares, refinerías y centrales hidroeléctricas).

Los megaproyectos, que involucran grandes volúmenes de recursos y juegan un papel estratégico en el desarrollo de toda la nación, tienen como cliente financiero (i.e., *Sponsor*) entidades gubernamentales, grandes empresas privadas que actúan como concesionarias de servicios públicos y asociaciones público-privadas. En todos los casos, se requiere una acción gubernamental directa o indirecta, basada en la planificación y el licenciamiento ambiental. Además, la competencia y la honestidad en la planificación del uso de los recursos públicos son cruciales para el éxito de estos proyectos, ya que implican la cuantificación y asignación de costos que serán arcados por la sociedad.

La fase inicial de planificación es decisiva para el logro de los objetivos, ya que tiene el control total del proceso, es decir, cuando se decide por la continuidad o no de un megaproyecto. Incluye estudios de factibilidad técnica, económica, social y ambiental, seguidos de la elaboración de un proyecto de ingeniería básica capaz de subsidiar el proceso de licitación pública y brindar apoyo al cliente en la búsqueda de financiamiento para la empresa, ya sea con bancos comerciales, bancos de desarrollo e instituciones financieras internacionales.

Después del proceso de licitación pública, el cliente firma el contrato principal con una o más empresas ganadoras, generalmente del sector de la construcción o ingeniería, que eventualmente subcontratan a otras empresas para llevar a cabo las partes principales del contrato, hasta el límite permitido por la legislación vigente (STANSBURY, 2005). Las referencias capaces de impedir que las negociaciones y la subcontratación comprometan la ejecución de megaproyectos son el pliego de licitación y el proyecto ejecutivo que preferentemente debe ser ejecutado por la empresa contratada y de confianza del cliente.

Los megaproyectos se caracterizan por la necesidad de un análisis comparativo de las modalidades de oferta de infraestructura, como, por ejemplo, la elección entre los modos de transporte (por carretera, ferroviario, por agua, por ductos) de una determinada cosecha o de producción de minerales y las formas de generación de energía (hidroelectricidad, nuclear, termoelectricidad) para una determinada región del país. Debido a la complejidad, la multidisciplinariedad y porque implican grandes cantidades de dinero, existe un alto riesgo de soborno, corrupción y sobreprecio.

Cabe destacar que el propósito de las etapas del proyecto (básico y ejecutivo) es reducir la complejidad y, en consecuencia, el riesgo de mala gestión, soborno, corrupción, sobreprecio y reclamos (*claims*) excesivos, lo que sólo es posible mediante el conocimiento de los factores que intervienen. De ahí la necesidad de realizar estudios detallados de los factores económicos y sociales que condicionan la demanda, así como de los aspectos geológico-geotécnicos, hidrográficos, climáticos y ambientales de la región del megaproyecto.

A pesar de que los megaproyectos de infraestructura son relevantes para la promoción del desarrollo regional y nacional, la ejecución de este tipo de emprendimiento a menudo genera pérdidas económicas sustanciales. Estas pérdidas incluyen costos mucho más altos de lo esperado en los presupuestos y plazos de ejecución, retrasando dema-

siado la entrada en servicio de las obras y comprometiendo doblemente la viabilidad económica al aumentar los costos y disminuir los beneficios.

Además, son frecuentes los casos de corrupción en este segmento de la economía, que afectan negativamente a la sociedad en términos de crecimiento económico, violación de los derechos civiles y políticos, disminución de las inversiones extranjeras y nacionales y empeoramiento de la calidad de la infraestructura pública (SOHAIL; CAVILL, 2008). Y esto no es un problema exclusivo de un país o un tipo de infraestructura, pues hay casos prominentes en Brasil y Alemania, como lo demuestran los casos de la refinería Abreu y Lima, en Pernambuco (RNEST, en portugués), del Ferrocarril de Integración Oeste-Este, localizado entre los estados de Bahía y Tocantins, (FIOL, en portugués) y el aeropuerto de Berlín, en los que los gastos totales excedieron el presupuesto original en varios miles de millones, con plazos extendidos u obras incompletas. En los ejemplos brasileños, FIOL y RNEST, también se comprobaron sobreprecios en auditorías del TCU, que culminaron en condenas de agentes públicos y empresarios por corrupción en el ámbito de la *Operación Lava Jato*.

La corrupción y la realización de proyectos económicamente inviables generan pérdidas sistémicas para toda la sociedad (TANZI; DAVOODI, 1998). En primer lugar, la mayor prevalencia de esquemas de corrupción está relacio-

nada con el aumento en la asignación de inversiones en megaproyectos de infraestructura, pero al mismo tiempo a una menor efectividad de estas inversiones. En segundo lugar, dada la mayor ganancia política y las posibilidades de desviaciones que ofrecen los megaproyectos, se inician nuevas obras sin completar las ya en curso y, además, hay una reducción en el mantenimiento de las obras ya terminadas. Así, a pesar de las nuevas inversiones, hay deterioro de la infraestructura y reducción del crecimiento económico. En tercer lugar, las inversiones en megaproyectos no viables y vinculados a esquemas de corrupción reducen los recursos disponibles para otros servicios esenciales, como la educación y la salud, causando daños a largo plazo a la sociedad.

Por otro lado, los esfuerzos para combatir la corrupción y mejorar la calidad de los megaproyectos de Infraestructura han generado resultados relevantes. Por ejemplo, una encuesta realizada por Transparencia Internacional muestra que tres años después del desmantelamiento de un esquema de corrupción en Milán, los costos de construcción del ferrocarril, la red de metro subterráneo y la pista del aeropuerto de la ciudad han disminuido en más de un 50% (*TRANSPARENCY INTERNATIONAL apud TANZI; DAVOODI, 1998*).

Además, la adopción de instrumentos como el *Five Case Model* e o *Reference Class Forecasting* por parte del Reino Unido, Nueva Zelanda, entre otros, reve-

la la posibilidad de reducir los riesgos de corrupción y lanzamiento prematuro vinculados a megaproyectos (FLYVBJERG, 2006; *HM TREASURY - HMT, 2013A*).

Este informe tiene como objetivo presentar las principales referencias teóricas que pueden ayudar en el diagnóstico de los factores que contribuyen al surgimiento de esquemas de corrupción y al compromiso de la viabilidad de megaproyectos de infraestructura. Se presentan instrumentos desarrollados por la academia y los sectores público y privado para mitigar los riesgos de corrupción y comprometer la viabilidad de megaproyectos, y en la sesión final de este informe, la presentación de herramientas de modelado espacialmente explícitas para la evaluación económica de megaproyectos de infraestructura de transporte y el apoyo en las auditorías de proyectos. La secuencia del trabajo (producto 3) traerá experiencias internacionales concretas con el uso de los instrumentos aquí presentados, su relevancia, potencialidades y limitaciones en el contexto brasileño.

Factores que causan corrupción en megaproyectos de infraestructura

Los megaproyectos suelen tener diferentes fases, cada una de las cuales involucra diferentes equipos de gestión y solicita transferencias de responsabilidad (*handovers, en inglés*) a cada etapa completada para que las empresas contratadas puedan pasar a la siguiente

fase. Incluso si un solo contratista lleva a cabo todas las fases del proyecto, por lo general subcontrata diferentes elementos, lo que crea dificultades de control y supervisión. Además, los megaproyectos implican una serie de categorías profesionales, con diferentes estándares de habilidad, códigos de conducta e integridad, no siendo común una rendición de cuentas general o centralizada por los actos (STANSBURY, 2005).

Stansburg (2005) destaca una serie de factores que contribuyen a la promoción de la corrupción dentro de los megaproyectos. La gran mayoría de los megaproyectos de infraestructura son propiedad del gobierno o requieren la aprobación de las agencias gubernamentales desde la etapa de planificación inicial hasta el uso del producto final. La complejidad técnica y económica de los megaproyectos obstaculiza e inhibe la cultura de la transparencia. Al mismo tiempo, la falta de control sobre las acciones gubernamentales y la complejidad financiera de los proyectos facilitan la aparición de desvíos y corrupción.

En Brasil, por la Ley de Directrices Presupuestarias (LDO, en portugués), el TCU tiene la tarea de informar a la comisión Mixta de Presupuesto aquellas empresas que muestran indicios de irregularidades graves¹. A medida que las deliberaciones de los procesos se van prolongando, el TCU comunica las

irregularidades al Congreso Nacional. Desde hace varios años la TCU ha enviado al Congreso el informe denominado “Fiscobras”, siendo el plan anual de fiscalización que contempla un grupo de acciones de control del TCU, con el objetivo de verificar el proceso de ejecución de obras públicas financiadas total o parcialmente con recursos de la Unión (TCU, 2020a).

La cadena contractual de un megaproyecto es compleja, con muchos vínculos entre proveedores y subcontratistas. En cada vínculo hay una oportunidad para que alguien pague un soborno a cambio de un favor ilegal. Además, el pago de cada trabajo realizado puede generar la oportunidad de soborno para ser pagado como una recompensa por la aprobación de trabajo extra, la aceptación de un servicio defectuoso, la extensión del plazo o el aumento indebido de costos. Muchos componentes de una obra se superponen a otros, lo que hace difícil verificar si su ejecución se realizó de acuerdo con la norma requerida y, en consecuencia, puede dejar a los contratistas tentados a utilizar materiales de calidad inferior y sobornar a los empleados para que certifiquen que la obra se llevó a cabo de acuerdo con las especificaciones. Estos factores asociados con la falta de diligencia debida de los ejecutores y la fiscalización de los agentes públicos pueden contribuir al estableci-

1. Irregularidad grave: hecho indicativo de que la obra está siendo contratada o ejecutada de forma irregular, y puede causar daños a la sociedad. Los tipos de irregularidades graves se describen en el artículo 118 de la LDO (TCU, 2020b).

miento de la corrupción y a que el trabajo se lleve a cabo fuera de las especificaciones (STANSBURY, 2005).

Los megaproyectos, debido a la complejidad inherente, deben ser llevados a cabo por empresas competentes y bien establecidas en el mercado. Sin embargo, el proceso de elección no siempre se basa solo en la capacidad técnica demostrada por el muy buen desempeño de grandes obras realizadas, y puede deberse a esquemas de corrupción. En este caso, además del premio por la incompetencia, existe una competencia sin escrúpulos, que puede excluir del proceso competitivo a empresas serias y competentes o, incluso, volver endémico el soborno, con todas las empresas comenzando a incluir en el contrato valores de precio relacionados con el soborno (STANSBURY, 2005).

El término “corrupción” tiene diferentes definiciones según el país o entidad internacional, el tiempo y el contexto legal o la disciplina (ROSE-ACKERMAN; BONNIE, 2016). La corrupción puede definirse como el abuso del poder confiado para obtener beneficios privados (TRANSPARENCY International - TI,

2020; TRANSPARENCY International New ZELAND - TINZ, 2020). En el ámbito de los megaproyectos, la corrupción es lo que “ocurre entre individuos y agentes públicos, con el fin de obtener ganancias ilícitas, así como para impedir la entrada de nuevos agentes privados en contratos públicos” (NAKAMURA, 2018). La corrupción puede clasificarse como “pequeña”, que se refiere al abuso cotidiano del poder confiado por los funcionarios públicos de rango bajo y medio en sus interacciones con los ciudadanos comunes, o “grande”, que se refiere a los actos de corrupción cometidos por instituciones relevantes, como los gobiernos y los tribunales. Una subcategoría llamada “corrupción política” se refiere a la manipulación de políticas, instituciones y reglas procesuales en la asignación de fondos u otros recursos, perpetrada por los formuladores de políticas (TI, 2015 *apud* LOCATELLI *et al.*, 2017).

En Brasil, como se ilustra en la FIG. 1 (BRASIL, 2020), el término corresponde a la realización de varias conductas que incluyen tanto delitos penales como civiles y administrativos. Diferentes elementos ayudan a explicar la corrupción en las obras de infraestructura.

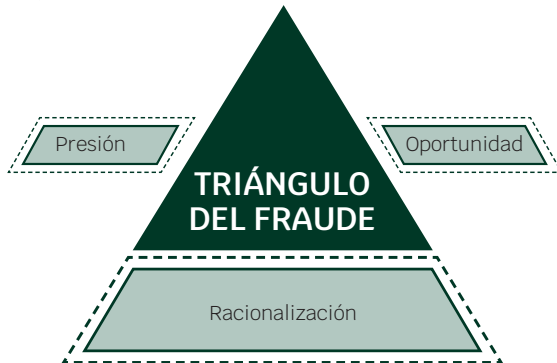
Figura 1: Conductas que forma parte del género “corrupción”



Fuente: Brasil (2020).

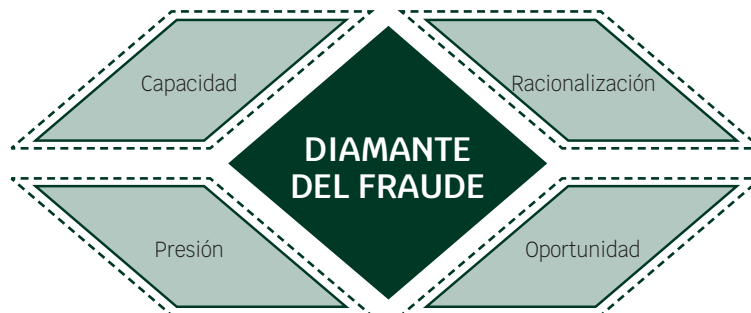
Para entender mejor cómo ocurre la corrupción, es interesante mirar la teoría del “Triángulo del fraude”, de Donald R. Cressey (1953). Esta teoría sostiene que la corrupción se produce a partir de tres factores: presión, oportunidad y racionalización (FIG. 2). La presión es el primer factor que motivará el delito, puede ser de naturaleza personal o profesional, pero comúnmente la motivación ocurre debido a un incentivo financiero. El segundo factor, la oportunidad, se refiere

a las debilidades del sistema, como controles ineficaces y fallas en la gobernanza, que llevan a un individuo a explotar estas brechas con su poder y capacidad debido a la percepción de bajo riesgo de ser atrapado. Se entiende que, incluso si hay presión, si no existe la oportunidad, no habrá fraude. La racionalización, el último factor del triángulo, es formulada por el individuo para que su acto no ético sea considerado moralmente aceptable y dissociado de la práctica criminal.

Figura 2: Triángulo del fraude

Fuente: Association of Certified Examiners (ACFE, 2015).

A partir del triángulo del fraude, otra teoría, creada por Wolfe y Dana (2004), incluía una nueva arista, la capacidad, generando el modelo “Diamante del fraude” (FIG. 3). En este modelo, que explica algo que estaba implícito en el Triángulo del fraude, el individuo debe tener habilidades personales y técnicas para cometer el fraude. Por lo tanto, “[...] la presión es la causa raíz del fraude, que lleva al individuo a racionalizar y buscar una oportunidad, y cuando se configura este escenario, la capacidad del individuo para que ocurra el fraude sería suficiente” (TCU, 2017a).

Figura 3: Diamante del fraude

Fuente: ACFE (2015).

En algunos casos, la toma de decisiones que elige un megaproyecto en particular puede estar motivada más por la posibilidad de generar sobornos que por la ventaja del proyecto determinada por análisis de costo versus beneficio. En consecuencia, se puede comprometer el crecimiento del país con emprendimientos que requieren un alto volumen de inversión pública, pero que no alcanzan la productividad esperada. Además, el enfoque se concentra ahora en nue-

vos megaproyectos en detrimento de la inversión pública en gastos corrientes de operación y mantenimiento (O&M), y en países con altos niveles de corrupción, puede llegar al extremo de reducir intencionadamente las inversiones de O&M para justificar la reconstrucción de emprendimientos o aceptar la entrega de proyectos de baja calidad que requerirán inversiones complementarias. Un emprendimiento en deterioro significa más gasto para el sector público y más

oportunidades adicionales para el sector privado, comprometiendo el crecimiento al disminuir los recursos gubernamentales necesarios para financiar el gasto productivo (TANZI, 1997).

Los megaproyectos de infraestructura, debido a la magnitud de los recursos involucrados, en los que pequeños desvíos en términos porcentuales pueden generar altos valores para esquemas de corrupción, también se caracterizan por la marcada dificultad de los organismos de control para realizar auditorías debido a la complejidad.

En Brasil, varios megaproyectos fueron ejecutados por grandes contratistas que tuvieron una fuerte influencia política y desvíos históricos bajo un amplio espectro de partidos políticos. Este proceso se fortaleció con la política de crear “campeones nacionales” a través del acceso privilegiado a la competencia y al crédito de los bancos públicos. Así, se banalizó el proceso de corrupción, como lo demostró ampliamente la Operación Lava Jato (GONÇALVES; ANDRADE, 2019; LAZZARINI, 2011).

Por último, algunos megaproyectos, como las centrales nucleares, están vinculados a cuestiones estratégicas y a tecnologías secretas, lo que dificulta el trabajo de las auditorías externas y el control de la sociedad. A menudo, estos proyectos presentan brechas en la transparencia y muchas veces se justifican como de interés nacional, sin aportar datos más precisos y concretos de su motivación (TCU, 2017b).

Los casos de corrupción relacionados con megaproyectos de Infraestructura han sido debatidos por la sociedad. Las noticias de los altos valores de sobreprecio y sobornos en este tipo de proyectos son comunes. Sin embargo, se destaca que los impactos de la corrupción van mucho más allá. Los estudios señalan que la principal fuente de perjuicio de los megaproyectos es la falta de viabilidad económica, la cual puede ser también el resultado de decisiones temerarias influenciadas por un entorno corrupto. Por lo tanto, es importante que los órganos de control evalúen no solo aspectos como los sobreprecios, sino también la motivación misma de las decisiones y la efectividad de la contratación de megaproyectos.

Un proyecto se considera viable cuando los beneficios para la sociedad superan sus costos directos (por ejemplo, inversiones públicas y privadas en las obras) e indirectos (por ejemplo, impactos ambientales y sociales). Las evaluaciones independientes de megaproyectos icónicos como el Eurotúnel y el “Big Dig”, en Boston, alcanzaron costos superiores a los beneficios (FLYVBJERG, 2014).

En Brasil, las estimaciones del TCU indican que el sobreprecio resultante de la operación del cartel de las empresas constructoras totalizó R\$ 18 mil millones en obras de Petrobras, y la propia estatal reconoció que hubo el pago de R\$ 6 mil millones en sobornos (TCU, 2020b). Sin embargo, la fuente más importante de perjuicio para el estado y la sociedad

en su conjunto fue la parte generada por la falta de rendimiento de las inversiones (valor actual neto - VAN negativo). Según los datos recopilados a partir de los fallos del TCU, la pérdida con solo dos emprendimientos de Petrobras, RNEST y Comperj, puede alcanzar más de US\$ 31 mil millones, aproximadamente R\$ 150 mil millones en valores corrientes (TCU, 2016; TCU, 2017C).

Por lo tanto, la solución de los problemas asociados a muchos de los megaproyectos de infraestructura tiene su origen en la realización de evaluaciones de costo-beneficio que representen la situación real de los proyectos, a partir de las cuales los procesos tanto de evaluación como de aprobación de inversiones en megaproyectos serán menos influenciados por altos funcionarios corruptos, es decir, el proceso de toma de decisiones estará menos sujeto a distorsión por corrupción.

Para aumentar la eficiencia, esas evaluaciones de la relación costo-be-

neficio deben supervisarse constantemente durante todo el ciclo de vida del emprendimiento, lo que permite reevaluaciones periódicas en beneficio de la continuidad del proyecto.

La tasa de rendimiento determinada a través del análisis de costo-beneficio del emprendimiento, cuando se detalla y se calcula correctamente, puede facilitar el proceso de fiscalización y auditoría. Un presupuesto sin distorsiones, incluso con pequeños errores de estimación, porque un trabajo de ingeniería es un proceso probabilístico, puede impedir la construcción de “elefantes blancos” y “catedrales en el desierto”, obras terminadas y nunca utilizadas, algunas mucho más grandes y complejas de lo necesario (TANZI, 1997). Como se ha presentado, hay muchos factores que contribuyen a la corrupción y la inviabilidad de los megaproyectos de infraestructura, pero, por otro lado, el conocimiento y el estudio detallado de estos factores pueden mitigar este problema.

Conozca más

Aprenda más sobre la influencia negativa de la corrupción en el artículo (en inglés): “Corruption, Public Investment, and Growth” (Tanzi, Davoodi, 1998)



2

SESGOS Y TERGIVERSACIONES EN LA EJECUCIÓN DE MEGAPROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

Además del problema de la corrupción, una serie de prácticas en los sectores público y privado ayudan a explicar la prevalencia de megaproyectos que generan daños económicos a la sociedad.

La recopilación llevada a cabo por Flyvbjerg (2014) reporta docenas de casos de megaproyectos cuyo costo final de la obra superó desastrosamente el presupuesto original. La lista incluye varias obras importantes de infraestructura de transporte, como el Canal de Suez (1900% por encima del presupuesto), el ferrocarril Troy y Greenfield en los Estados Unidos de América (EUA) (900%); Puente, en Verrazano, en los EUA (280%); red de túneles “*Big Dig*”, en Boston (220 veces); y la línea de tren de alta velocidad Shinkansen, en Japón (100%).

En otra recopilación, el mismo autor describe que las inversiones en ferrocarriles urbanos tuvieron un aumento promedio del costo del 45% en comparación con la previsión, mientras que los ingresos provenientes de la obra fueron, en promedio, un 50% más bajos de lo esperado (FLYVBJERG; BRUZELIUS; ROTHENGATTER, 2003).

Al mismo tiempo, los proyectos que generan grandes pérdidas rara

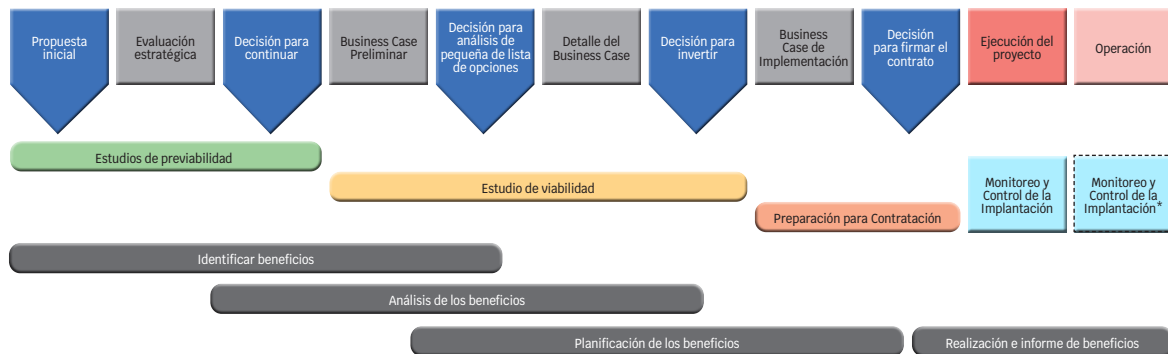
vez se cancelan, lo que genera un **efecto de costo hundido** (*sunk cost effect*). Incluso en los casos en que el costo excesivo del proyecto y su inviabilidad económica se han puesto de manifiesto, los gestores públicos tienden a proceder con el proyecto debido a la inversión sustancial realizada e irrecuperable y la preocupación de los tomadores de decisiones sobre su reputación vinculada al fracaso del proyecto (ARKES; BLUMER, 1985; ARKES; HUTZEL, 2000; KARDES; OZTURK; CAVUSGIL, 2013; OMOREGIE, 2016).

Por lo general, los megaproyectos de ingeniería siguen una secuencia de ejecución generalmente dividida en cinco fases: etapa estratégica, etapa de ingeniería conceptual, etapa de licitación o detallada, etapa previa a la construcción y etapa de construcción (FIG. 4) (LIU; ZHU, 2007). Aunque los nombres de estas fases pueden variar de un país a otro, el concepto es similar. Para cada una de estas fases, se lleva a cabo la estimación de costos para su ejecución y avanza la precisión del pronóstico, así como los recursos organizacionales se incluyen en el curso de la elaboración de las estimaciones. A medida que un proyecto avanza en su ciclo de vida, se

dispone de más información sobre el alcance, el *diseño* y las especificaciones del proyecto, lo que permite al equipo de estimación presupuestar con mayor precisión la cantidad y el precio de los materiales y recursos (LIU; WEHBE; SISOVIC, 2010). La FIG. 4 muestra de manera genérica una propuesta de lo que sería el proceso ideal de desarrollo del análisis de viabilidad de emprendi-

mientos, teniendo en cuenta las buenas prácticas internacionales. Las fases del modelo comprenden el desarrollo de un megaproyecto desde su concepción (propuesta inicial) hasta que se pueda desarrollar la operación. Este modelo presenta momentos de toma de decisiones en los que se evaluarán las alternativas y se definirán las que seguirán para las siguientes fases.

Figura 4: Desarrollo del detalle del proyecto y estimaciones a lo largo del tiempo



Fuente: Elaborado por los autores.

En Brasil, el proceso de realización de una obra pública² puede hacerse directamente, cuando la obra es realizada por el organismo o entidad de la Administración, por sus propios medios, o indirectamente, cuando se contrata con terceros mediante licitación. Las dos etapas iniciales del proceso de desarrollo del proyecto deben seguir una evaluación estratégica que indique la viabilidad de la inversión en relación con una lista de opciones (que incluye la decisión de no

llevar a cabo el trabajo). Luego, debemos evaluar la mejor respuesta para satisfacer una demanda de la sociedad, bajo los aspectos técnicos (análisis de alternativas), ambientales (examen preliminar del impacto ambiental adaptando la empresa al medio ambiente) y socioeconómicos (análisis de mejoras y pérdidas ocurridas con la empresa).

También se plantean los costos inherentes a cada posible alternativa. Además, se debe verificar la relación costo/

2. Se entiende por obra pública toda construcción, renovación, fabricación, recuperación o ampliación de un bien público (TCU, 2014).

beneficio de cada opción, verificando la compatibilidad entre los recursos disponibles y las necesidades de la población afectada. Con la conclusión de los estudios y la definición de la alternativa, se debe elaborar un informe con la descripción y evaluación de la opción seleccionada, sus principales características, los criterios, índices y parámetros utilizados en su definición, demandas que se cumplirán con la ejecución y dimensionamiento previo de los elementos, es decir, estimación del tamaño de sus componentes (TCU, 2014).

A menudo, sin embargo, estos estudios sufren de un fuerte **sesgo optimista** que pone el proyecto en una óptica positiva poco realista. Dado que la cadena de actos envuelta en la toma de decisiones de megaproyectos representa un entrelazamiento de varias premisas, todavía hay un empuje de este sesgo del optimista a lo largo de la vida del megaproyecto, especialmente porque en su fase preliminar, frente a la significativa escasez de información, hay más espacio para anclarse en tal sesgo, lo que hace que el problema sea sistemático. El problema se vuelve particularmente agudo cuando las opiniones pesimistas son suprimidas y las opiniones optimistas recompensadas, y como resultado las personas pierden la capacidad de pensar críticamente (HMT, 2011; LOVALLO; KAHNEMAN, 2003). Este sesgo optimista, también conocido como la **falacia de la planificación** en el ámbito de la infraestructura, es causado por la predisposición cognitiva que se

encuentra en la mayoría de las personas para juzgar eventos futuros de una manera más positiva de lo que se permitiría a partir de datos empíricos sobre casos pasados (FLYVBJERG, 2006; 2008).

En el caso de los megaproyectos, este sesgo optimista hace que ingenieros, economistas y agentes políticos tiendan a dibujar escenarios poco realistas que sobreestiman los beneficios y subestiman los costos. Para aumentar el éxito de los proyectos, el proceso de análisis de las alternativas debe buscar identificar y evaluar el impacto de las variables que están fuera del control directo del ejecutor del proyecto, reduciendo en la medida de lo posible la imprevisibilidad (**ver análisis de riesgos más adelante**). Como consecuencia del sesgo optimista, es común que los proponentes del proyecto ignoren estos riesgos y supongan que la ejecución de la obra de infraestructura se llevará a cabo en condiciones óptimas (DENICOL; DAVIES; ILIAS, 2020; FLYVBJERG; BRUZELIUS; ROTHENGATTER, 2003).

El sesgo de optimismo es un autoengaño, no es intencional. También hay casos en que los funcionarios, bajo presión o cooptación de actores políticos, producen explícitamente análisis excesivamente optimistas sobre una base deliberada. Las estimaciones y previsiones iniciales se utilizan engañosamente para informar la toma de decisiones y obtener la alineación y el apoyo necesarios de las partes interesadas (incluido el contribuyente), para continuar con el proyecto preferido. Al subestimar el

costo o la duración, uno puede llevar a decisiones poco realistas, conflictivas y saturadas de intereses personales o políticos. Este tipo de uso instrumental del análisis de costo-beneficio también se conoce como **tergiversación estratégica** y a menudo está vinculado a la formación de esquemas de corrupción durante la ejecución de megaproyectos de infraestructura. Los proyectos de ingeniería que reemplazan drásticamente los riesgos y las variables de la ejecución de megaproyectos (por ejemplo, lluvias estacionales, plazos de concesión de licencias, características del terreno) brindan oportunidades para la creación de esquemas de corrupción (FLYVBJERG; BRUZELIUS; ROTHENGATTER, 2003).

Parte de los problemas surgen durante el proceso de licitación y ejecución

de las obras. Después de ganar el concurso con una propuesta de bajo valor, los contratistas a menudo mencionan la existencia de supuestos “factores impredecibles”, que no fueron considerados en los contratos, y sobre esta base solicitan aditivos (*reclamaciones*) al contratante, aumentando el costo total para completar las obras. Esta estrategia también cuenta, en ocasiones, con servidores ubicados estratégicamente, quienes son responsables de la evaluación de los contratos originales y su aprobación. Así, ya se han comprobado casos cuyo sesgo optimista se adopta explícitamente desde el inicio del proyecto, previendo reclamaciones futuras para desviar recursos o garantizar el resultado de la competencia de manera fraudulenta (ROOKE; Seymour; FELLOWS, 2004; TANZI, 1997).

Conozca más

Aprenda más sobre las causas del fracaso en proyectos de infraestructura en el artículo (en inglés): “Underestimating Costs in Public Works Projects Error or Lie?” (Flyvbjerg et al., 2002)



3

MEDIDAS PARA MITIGAR EL RIESGO DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS CON MEGAPROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

La mayoría de los estados modernos se inspiraron en la teoría de Montesquieu, en su constitución, separando el poder absoluto, hasta entonces concentrado en la figura del monarca, en los poderes Legislativo, Ejecutivo y judicial. Los tres poderes son independientes, armónicos entre sí, pero también deben limitar la acción del otro dentro de las líneas definidas por la Constitución de cada país. En el caso de Brasil, corresponde al Poder Legislativo aprobar las cuentas presentadas por el ejecutivo para verificar la legalidad de los actos de este poder. El Tribunal de cuentas de la unión, a su vez, tiene la responsabilidad de asistir al Poder Legislativo de forma independiente, en la realización de auditorías del proceso de selección y ejecución de obras de infraestructura entre otros actos del Poder Ejecutivo. Diferentes estudios y manuales de Buenas Prácticas destacan la importancia de adoptar mecanismos rigurosos de control independiente, desde la verificación de la adecuación formal de los actos del Ejecutivo con la legislación vigente.

Además de los análisis puramente legales, los organismos de control también deben evaluar las justificaciones y motivaciones económicas y de ingeniería de los proyectos. Así, es posible identificar

proyectos potencialmente inviables económicamente aún en la etapa estratégica, es decir, antes del inicio de las obras, permitiendo la corrección y mitigación de daños a la Tesorería. Diferentes instrumentos pueden ayudar a los órganos ejecutivos y de control a mejorar la calidad de la selección y ejecución de megaproyectos de infraestructura. En esta sección se presentarán brevemente los siguientes instrumentos: a) análisis de riesgos; b) estudio de viabilidad técnica, económica y ambiental; c) metodología *front-end-loading*; d) *five case model*; e) *reference class forecasting*.

3.1 Análisis de riesgos

Una de las formas de mejorar el análisis técnico de megaproyectos de infraestructura es a través de la identificación sistemática de los riesgos involucrados en la obra. Por ejemplo, los estudios relacionados con megaproyectos de infraestructura de transporte deben incluir la identificación y adecuación del corredor, las necesidades de terreno adicionales, la interfaz con las carreteras existentes y futuras y otras redes de transporte (y el impacto correspondiente en el proyecto), las previsiones de tráfico (especialmente en un proyecto de carretera de peaje) y el impacto socio-am-

biental de la construcción y operación de la carretera. Se debe realizar una consulta sobre el impacto socio-ambiental, con cuantificación del efecto del proyecto sobre las personas, la vida silvestre y el *hábitat*, que servirá de referencia para la gestión efectiva de los riesgos ambientales y sociales.

La solución de las grandes deficiencias de infraestructura sigue siendo una prioridad en todo el mundo y, independientemente de la forma de financiación (asociación pública, privada y público-privada), los gobiernos deben adoptar un enfoque a más largo plazo para identificar, asignar y gestionar continuamente los riesgos de los proyectos.

Una comprensión profunda de los riesgos es un requisito previo para el desarrollo de proyectos de infraestructura. Y la aplicación adecuada de los principios de asignación de riesgos puede permitir que un proyecto satisfaga las necesidades de la sociedad y, por lo tanto, cumpla con los objetivos gubernamentales de impulsar la inversión en infraestructura de alto impacto.

Una matriz de riesgos tiene como objetivo identificar y asignar los riesgos entre los actores involucrados y proponer medidas de mitigación y posibles mecanismos de apoyo gubernamentales. Su objetivo es proporcionar a los gobiernos y, cuando proceda, a las partes interesadas del sector privado orientación específica sobre la asignación adecuada de los riesgos de los proyectos. Siempre debe ser considerado como indicativa, y no exhaustiva, de los principales riesgos

que deben ser considerados en los proyectos, particularmente en los megaproyectos de infraestructura, es decir, es el punto de partida para la comprensión de las cuestiones de asignación de riesgos y para el desarrollo de una matriz de riesgos específica para cada proyecto a analizar, ya que las circunstancias individuales y su jurisdicción implican riesgos adicionales que deben ser considerados.

Diferentes estudios revelan la importancia de desarrollar matrices de riesgo para las inversiones en infraestructura, especialmente para carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, puertos, vehículos de tren ligero, generación de energía hidroeléctrica, líneas de transmisión de energía eléctrica, tratamiento y distribución de agua y tratamiento de residuos sólidos (KOKS *et al.*, 2019; SITZENFREI *et al.*, 2011).

A modo de ejemplo, se pueden citar los diferentes tipos de riesgo relacionados con las inversiones en carreteras. La matriz de riesgos considera el proyecto, la construcción y/o rehabilitación y ampliación de carreteras existentes, financiamiento (público y/o privado), la operación (particularmente factores que pueden cambiar significativamente la demanda por menos o por más), el mantenimiento y la rehabilitación de infraestructura vial e instalaciones de apoyo y costos para los usuarios a lo largo de la vida en servicio considerada (incluyendo accidentes). Entre los riesgos más significativos destacan:

- a) Riesgo de adquisición de terrenos y locales: debido a la extensión y

- naturaleza de una carretera, puede ser difícil adquirir un corredor de tierra libre de cualesquiera restricciones y con el consentimiento necesario;
- b) riesgo de demanda/ingresos;
 - c) riesgo ambiental-social: el impacto de una carretera en el *hábitat*, la infraestructura (social) y las comunidades en general, así como en las propiedades e industrias adyacentes, debe evaluarse cuidadosamente. Cuestiones tales como la contaminación y el ruido, así como el potencial necesario para la reubicación de las partes afectadas y el impacto en los derechos de tierras indígenas, debe ser abordado de acuerdo con las normas reconocidas internacionalmente;
 - d) riesgo de conclusión/inicio de las operaciones: la conclusión de las obras a tiempo y dentro del presupuesto es un desafío especial, abordado en el ítem “Aumentos de costos y retrasos en la conclusión de las obras”.

3.2 Estudio de viabilidad técnica, económica y ambiental (EVTEA)

La legislación brasileña establece que los proponentes de proyectos de infraestructura que impliquen concesiones deben presentar a los organismos de control un estudio de viabilidad técnica, económica y ambiental (EVTEA). También se espera realizar investigaciones

de esta naturaleza en el proceso de planificación de obras de infraestructura para garantizar el uso adecuado de los recursos públicos - Leyes nº 8.666/1993 Art. 6º (BRASIL, 1993), 12.462/2011 Art. 1º (BRASIL, 2011) y 5.917/1973 Art. 1º, 3º, 5º y 18 (BRASIL, 1973).

El EVTEA es un “conjunto de estudios desarrollados para evaluar los beneficios directos e indirectos derivados de las inversiones en la implementación de nuevas infraestructuras de transporte o mejoras a las existentes” (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE - DNIT, 2016).

Por ejemplo, en el marco del DNIT, la evaluación se lleva a cabo en cinco fases, con el objetivo de determinar los índices de viabilidad y si los beneficios estimados justifican los costos de los proyectos. La primera fase incluye estudios preliminares, incluyendo la recolección, tratamiento y almacenamiento de datos internos y externos al DNIT, así como la información recopilada en la región bajo estudio.

En la segunda fase, se realiza el diagnóstico de los problemas, la propuesta de las alternativas de solución, incluyendo investigaciones relacionadas con los impactos sociales, ambientales y de tráfico para cada una de las alternativas. La recolección de datos indispensables que no se obtuvieron en las fases anteriores se lleva a cabo *in loco* en la tercera fase, incluyendo datos relacionados con el tráfico, el pavimento, el lecho de la carretera, la información ambiental y socioeconómica.

En la siguiente fase (cuarta), se realizan estudios que determinan las obras necesarias para la adaptación y/o construcción de acuerdo a las alternativas y se estiman los costos del emprendimiento, incluyendo costos de estudios de viabilidad y ambientales, del proyecto de ingeniería, de las obras, de las expropiaciones, del mantenimiento, de la supervisión de la obra y de los programas para abordar las condiciones ambientales. El producto de esta fase es el informe preliminar de costos, que se puede estimar en base a los costos promedio de gestión del DNIT o valores parametrizados.

Y finalmente, en la quinta fase, se consolidan todos los datos de las etapas anteriores, se cuantifican los beneficios de cada alternativa y se generan indicadores económicos para cada alternativa: tasa interna de retorno (TIR), VAN, beneficios vs costos (DNIT, 2016).

Una limitación importante del EVTEA es que estos instrumentos tienden a ser aplicados para evaluar un proyecto específico en vez de partir del análisis del problema público que necesita respuesta. Por lo tanto, el enfoque de los análisis ya parte de la suposición de que solo hay una forma de resolver el problema y que el proyecto en cuestión es la respuesta más prometedora. Por ejemplo, el EVTEA de una autopista tiene como objetivo evaluar la viabilidad de esa obra específica en lugar de discutir de una manera más estructurada el problema que busca mitigarse (como el costo del transporte) y las alternativas para la solución del mismo problema (como ferrocarril, vía navegable). Por lo tanto, los EVTEA

a menudo se convierten en estudios de “viabilidad” de decisiones ya tomadas en la esfera política, acompañadas por el sesgo del optimismo y también por una tergiversación estratégica.

Más recientemente, también han surgido otros enfoques que se suman a los elementos aportados por el EVTEA para garantizar procesos y resultados más sólidos, destacándose el *Front-End-Loading* (FEL), el *Green Book* y el *Five-Case Model*.

3.3 Metodología *Front-End-Loading*

La metodología *Front-End-Loading* (FEL) consiste en el proceso de validación de los análisis de inversión por etapas. Esta metodología surgió en el sector privado con el objetivo de optimizar las inversiones en proyectos de gran impacto financiero, pero su uso también se ha expandido a empresas con capital mixto, como Petrobras, siendo también adoptada por el sector público en diferentes países. Esta metodología busca analizar las etapas iniciales del proyecto, obteniendo datos como identificación de los productos a producir, ubicación de la futura unidad de fabricación, demanda del mercado, capacidad de producción, características técnicas, estudio de viabilidad, etc. (PRADO, 2014).

La metodología FEL se lleva a cabo en tres etapas: FEL1, FEL2 y FEL3, y al final de cada etapa el momento de la toma de decisiones se lleva a cabo a través de los portones (*gates*), donde se evalúa si el proyecto continuará desarrollándose, teniendo en cuenta la madurez de la in-

formación y la viabilidad del proyecto. Si hay suficiente madurez (información necesaria como se espera en la etapa) y el proyecto resulta ser viable, la decisión puede ser conducirlo a la etapa posterior. Otra opción es mantenerlo en la etapa actual para profundizar y mejorar la madurez. Como última opción, si el proyecto no resulta factible, se interrumpe el proyecto.

El FEL1 determina el alcance y los objetivos del emprendimiento, la estimación inicial del importe de la inversión y propone alternativas conceptuales que se desarrollarán en la fase posterior. En este momento se lleva a cabo el análisis del negocio (por ejemplo, cálculo *capital expenditure* - CAPEX -, TIR, VAN)³.

En el FEL2 se estudian las alternativas del proyecto, muchas de ellas propuestas en la fase del FEL1, y buscamos definir la mejor en base a las condiciones técnicas, ambientales, sociales y económicas que tendrán su alcance principal congelado en esta fase. Se estudian las soluciones tecnológicas con la elaboración de ingeniería conceptual y se profundizan los estudios con un mayor esfuerzo de ingeniería que permita una precisión promedio para la evaluación económica. En FEL2, el rendimiento financiero es un parámetro decisivo y, si el proyecto no es atractivo según la evaluación económica, alcanzando o superando la tasa mínima de atractivo, es decir, presentando

VAN positivo, el proyecto no pasará a la siguiente fase de desarrollo, FEL3.

En FEL3 se desarrolla la ingeniería básica de la solución definida en la fase anterior. Algunas organizaciones optan por iniciar la ingeniería detallada aún en esta etapa para alcanzar un mayor nivel de madurez y reducir el riesgo durante la etapa de implementación. El objetivo de esta fase es desarrollar los entregables que permitan el inicio de la implementación (HOLLMANN, 2016; *INSTRUMENT FOR PRE-ACESSON ASSISTANCE* - IPA, 2020; MERROW, 2011; PRADO, 2014; ROMERO; ANDERY, 2016). El proceso de planificación, aprobación y monitoreo de los proyectos de inversión para la implementación de la Refinería Abreu y Lima siguió los criterios y orientaciones normativas denominados “Sistemática⁴”, que se inspiró en la metodología FEL (TCU, 2016). Al final de este capítulo se presentará un breve estudio de caso de la RNEST.

3.4 The Green Book

El principal documento del Tesoro del Reino Unido para la evaluación de políticas, programas y proyectos es el *Green Book*. Esta guía orienta cómo se debe concebir y monitorear la evaluación antes, durante y después de su implementación. El proceso de toma de decisiones tendrá como paso obligatorio la evaluación de las alternativas de polí-

3. El VAN pretende estimar el valor actual de una determinada inversión considerando los pagos futuros proyectados descontados a la tasa-descuento apropiada menos el costo de la inversión de capital inicial (CAPEX). Un VAN positivo indica que el proyecto es económicamente viable. La TIR representa la tasa de descuento (es decir, interés) máxima a la que una inversión seguirá teniendo VAN positivo.

4. Sistemática Corporativa de Proyectos de Inversión del Sistema Petrobras.

tica, y todas las especificidades que involucren la política deben trabajar juntas desde el análisis estratégico hasta la implementación, proporcionando el mejor valor público (HMT, 2018).

El **Green Book supplementary guidance: optimism bias** es un material suplementario del *Green Book* que ayuda a realizar estimaciones de costos, beneficios y duración en ausencia de evidencia primaria sólida. El propósito de este complemento es disminuir el sesgo optimista en las previsiones a través de la gestión de proyectos y la gestión de riesgos (HMT, 2013a). Es interesante observar que los documentos son prácticos y ayudan a los encargados de tomar decisiones y a los fiscalizadores. Por ejemplo, la *Checklist for Assessment of Business Cases* consiste en una *checklist* para identificar si se han estudiado y respondido todos los puntos del proceso de evaluación (HMT, 2018).

Además, para atender emprendimientos específicos en el sector del transporte, el **Green Book supplementary guidance: transport** presenta los procedimientos para abordar el sesgo de optimismo en la planificación del transporte con el fin de disminuir la tendencia de las personas a ser optimistas en la evaluación de los proyectos. También recomienda utilizar datos empíricos para estimar el costo, los beneficios y la duración de los proyectos e incluso, en ausencia de una base de evidencias específicas, utilizar datos de proyectos anteriores o similares. Un estudio realizado por el Departamento de Transporte Británico muestra las principales causas

de este sesgo optimista y cómo se puede minimizar mediante la promoción de presupuestos más realistas (*BRITISH DEPARTMENT FOR TRANSPORT - BDT, 2004*).

En cuanto a los análisis ambientales en las evaluaciones de políticas, en 2013 se preparó el **Green Book supplementary guidance: environment**. Esta guía es un suplemento perteneciente al *Green Book* y relaciona las consideraciones inherentes a los impactos ambientales en las evaluaciones de políticas, principalmente relacionadas con la evaluación de los riesgos climáticos y la adaptación de políticas, programas y proyectos, incluida la resiliencia climática. En él se escribe lo que debe considerarse en el caso de las evaluaciones ambientales (calidad del aire, cambio climático, gestión del riesgo de inundaciones, residuos, evaluación de proyectos de transporte, entre otros). Está compuesto por otros tres documentos: *Accounting for environmental impacts in policy appraisal*; *Accounting for the effects of climate change*; y la *Introductory guide to the valuation of ecosystem services* (HMT, 2013b).

Por último, el **Green Book supplementary guidance: risk** consta de nueve documentos, entre ellos el **Orange Book (HMT, 2004)**, que describe una estructura para el desarrollo e implementación de procesos de gestión de riesgos en organizaciones gubernamentales. Estos documentos se completan y en conjunto orientan una formulación fundamentada de la gestión del riesgo en los proyectos gubernamentales, identificando, tratando y monitoreando los riesgos (HMT, 2013c).

Conozca más

Aprenda más sobre el Green Book y sus guías suplementarias en el sitio web del Tesoro británico. En este sitio web usted también puede tener acceso a los documentos del Five Case Model (en inglés).



3.5 Five Case Model (5CM)

La metodología *Five Case Model* (5CM) fue desarrollada y adoptada en la última década por el Reino Unido, con el fin de mitigar las limitaciones de los enfoques tradicionales de los estudios de viabilidad (HMT, 2018; NZT, 2019; UK GOVERNMENT, 2020). En las publicaciones del *Green Book*, se incluyen orientaciones para

la aplicación del 5CM con el fin de orientar la conducción del proceso de evaluación de políticas, proyectos y programas en el Reino Unido.

El 5CM se implementa en cinco dimensiones para identificar si la inversión o proyecto continuará desarrollándose o no, y se puede suspender en cualquier etapa si no cumple con alguna de las dimensiones: estratégica, económica, comercial, financiera y gerencial.

Cuadro1: Preguntas: dimensiones del 5CM

Dimensión	Preguntas a responder en esta dimensión
Estratégica	¿Por qué cambiar (incluyendo la racionalidad detrás de la intervención)? ¿Cuál es la situación actual? ¿Qué se debe hacer? ¿Cuáles son los resultados esperados? ¿Cómo encajan estos resultados en las políticas y objetivos gubernamentales más amplios?
Económica	¿Cuál es el valor neto para la sociedad (el valor social) de la intervención en comparación con la continuidad del <i>business as usual</i> ? ¿Cuáles son los riesgos y los costos de estos riesgos y cómo pueden gestionarse mejor? ¿Qué opción refleja el valor neto ideal para la sociedad?
Comercial	¿Se puede alcanzar un acuerdo comercial realista y creíble? ¿Cuáles son los riesgos y quién será responsable de gestionarlos?
Financiera	¿Cuál es el impacto de la propuesta en el presupuesto del sector público en términos de costo total tanto del capital como de los ingresos?
Gerencial	¿Existen planes de entrega realistas y sólidos? ¿Cómo se puede entregar la propuesta?

Fuente: HMT (2018).

En la **dimensión estratégica**, evaluamos si el proyecto está de acuerdo con la planificación estratégica gubernamental e identificamos si la inversión en el proyecto está justificada por los objetivos que proporcionará. En esta fase, se identifica claramente el problema que se resolverá finalmente con el proyecto (por ejemplo, el alto costo del transporte, la falta de electricidad) y si el proyecto es realmente necesario para resolver el problema, en vista de los escenarios futuros y la planificación gubernamental en esa área.

En la **dimensión económica**, el análisis de costo vs beneficio de la inversión se realiza teniendo en cuenta los valores sociales que se presentarán a la sociedad en cada alternativa considerada (incluyendo la opción *business as usual*). Mientras que el EVTEA se centra en un proyecto específico, el análisis de costo-beneficio y riesgo de diferentes alternativas para resolver el problema identificado en la dimensión estratégica se lleva a cabo en el 5CM (por ejemplo, modos de transporte, fuentes alternativas de generación de energía). Esta fase del 5CM incluye el análisis de viabilidad económica, conteniendo: posibles alternativas, diseños preliminares de las alternativas, estudio de mercado, identificación de inversiones suplementarias, incluyendo estimaciones de costos, evaluación preliminar de viabilidad económica y financiera y análisis preliminar de riesgo de las alternativas (FLYVBERG; BRUZELIUS; ROTHENGATTER, 2003). En todos los casos, también debe evaluar-

se la alternativa de tendencia (es decir, *business as usual*), a fin de verificar las ventajas de cualquier inversión en relación con un escenario sin gastos en el área. Si ninguna de las alternativas estudiadas es viable, este proyecto debe suspenderse. De lo contrario, debería pasar a las siguientes etapas.

Chiavari *et al.* (2020) también sugieren el análisis previo de viabilidad, entre la fase de planificación y la fase de viabilidad. Esta fase, compuesta por dos etapas, consiste en realizar estudios más detallados, identificando y evaluando la oportunidad de superar los obstáculos y, así, validar previamente la factibilidad de los proyectos, además de analizar la complejidad socio-ambiental que, en el modelo anterior, se lleva a cabo en la fase de viabilidad del proyecto, por los EVTEA y EIA.

Después de probar la necesidad (es decir, la dimensión estratégica) y la viabilidad (es decir, la dimensión económica), el 5CM analiza si la mejor opción seleccionada puede ser “entregable” desde un punto de vista comercial, en vista de las condiciones tecnológicas y logísticas actuales.

En la **dimensión financiera**, la evaluación consiste en determinar si esta inversión es financieramente viable, es decir, si los valores de CAPEX (es decir, las inversiones en bienes de capital) y *Operational Expenditure* (OPEX - costos operativos) son viables.

En la **dimensión gerencial**, se identifica si la inversión puede ser ejecutada,

teniendo en cuenta la realidad de las estructuras gubernamentales para implementarla, y se realiza la posevaluación del proyecto.

Con el fin de garantizar la calidad y aportar más transparencia, estandarización y agilidad al proceso de decisión, los países que implementaron el 5CM definen formularios, modelos y criterios mínimos de los estudios a seguir a lo largo de las fases (HMT, 2018). Por lo tanto, en el 5CM, en lugar de que cada gestor decida sobre la base de su propia percepción, cuya probabilidad de ser más asertivo es menor, es posible aumentar la uniformidad y la mejora en los resultados. Otros beneficios se pueden observar con su incorporación: reducción en el tiempo y costo requerido para desarrollar y aprobar programas y proyectos; conocimiento de todos los desarrolladores de programas y proyectos, ya que saben qué información y procedimientos se esperan y requieren a medida que los esquemas avanzan a lo largo del proceso de planificación. Así, los revisores y aprobadores pueden asimilar las propuestas más rápidamente (*OPEN BUSINESS CONSULTING - OBC*, 2019).

Incluso las metodologías enfocadas en soluciones y comparación entre alternativas, como el 5CM, todavía están expuestas a sesgos optimistas e incluso a tergiversaciones estratégicas en el proceso de selección de proyectos de infraestructura. En ausencia de orientaciones metodológicas claras, los proponentes del proyecto pueden, involuntaria o deliberadamente, adoptar paráme-

tros que establezcan la opción deseada como la de mayor costo-beneficio, y así asegurar su aprobación en las diferentes etapas de 5CM. Para mitigar este riesgo, la metodología *Reference Class Forecasting* (RCF), también llamada *Comparison Class Forecasting*, también se desarrolló en el Reino Unido.

3.6 Reference Class Forecasting

Como se mencionó anteriormente, existe una tendencia comprobada y sistemática de evaluadores de proyectos para ser demasiado optimistas. Para mitigar este problema, el *Green Book* recomienda que los evaluadores de proyectos hagan ajustes explícitos con base empírica en las estimaciones de costos, los beneficios y los plazos de proyectos anteriores o similares, incluso con una guía suplementaria específica para abordar este aspecto (HMT, 2013a).

Una forma de mitigar el sesgo de optimismo es a través de la metodología *Reference Class Forecasting* (RCF). La RCF hace que los análisis de costo-beneficio sean más realistas al obligar a los proponentes de proyectos a comparar sus estimaciones sobre la base de datos empíricos de casos anteriores similares. El objetivo es mitigar la falacia de la planificación, evitando planes demasiado optimistas, mejorándolos al consultar las estadísticas de casos similares (KAHNEMAN, 2012). En la actualidad, además del Reino Unido, la Asociación Estadounidense de Planificación (APA, por sus siglas en inglés) también recomienda la

adopción de la RCF para mejorar la precisión de los análisis de viabilidad de proyectos de diferentes escalas.

Algunos planificadores pueden verse tentados, por ejemplo, a diseñar una carretera a un costo más bajo y un plazo más corto para favorecer su aprobación, sin tener en cuenta el riesgo de eventos como: lluvias, retrasos en las entregas y problemas de diseño. Sin embargo, por la RCF se examinan los proyectos teniendo en cuenta el aumento de los costos y los plazos de proyectos similares ejecutados en el pasado, incluidas las adendas al contrato, los imprevistos de diferente naturaleza y los retrasos en la entrega, a fin de proporcionar estimaciones más realistas.

Al introducir la “visión externa” o previsión de referencia, la información sobre una clase de proyectos similares o comparables se utiliza para evaluar las probabilidades de que los eventos futuros aumenten los costos, retrasen el cronograma o reduzcan los beneficios del proyecto, en comparación con el escenario base. Así, aunque la RCF no puede ser utilizado como un instrumento para presupuestar el emprendimiento, es una herramienta importante que permite evaluar los proyectos de una manera más realista y, por lo tanto, mitigar el sesgo de optimismo en los análisis de viabilidad (FLYVBJERG, 2006; 2008; LIU; WEHBE; SISOVIC, 2010).

Para la aplicación de la RCF, se sugiere que se lleven a cabo las tres etapas siguientes:

- a) Identificar la clase de referencia anterior en proyectos similares. Esta clase de referencia debe ser lo suficientemente amplia como para ser estadísticamente significativa, pero lo suficientemente estrecha como para ser realmente comparable con el proyecto en pauta;
- b) establecer la distribución de probabilidad para la clase de referencia seleccionada. Esto requiere acceso a datos empíricos confiables relacionados con aumentos de costos, retrasos en el cronograma o déficit de beneficios, para un número suficiente de proyectos dentro de la clase de referencia para extraer conclusiones estadísticamente significativas;
- c) comparar el proyecto específico con la distribución de la clase de referencia para establecer el resultado más probable para el proyecto en cuestión (FLYVBJERG, 2006; DFT, 2004).

En términos simples, la RCF funciona como un coeficiente de seguridad basado en las desviaciones de costo, beneficio y plazos de proyectos similares para evaluar la viabilidad de la nueva propuesta. Este parámetro se utiliza para subvencionar la toma de decisiones sobre si un proyecto debe ser implementado o no. Por ejemplo, si en un determinado país los costos finales de ferrocarriles han aumentado históricamente en un 40% durante la construcción y no se ha producido ninguna innovación tecnológica, no hay razón para evaluar la via-

bilidad de un nuevo emprendimiento sin tener en cuenta este probable aumento en la evaluación de la relación costo-beneficio.

El principal desafío para la aplicación del método RCF es unir muestras de proyectos similares con un tamaño

de muestra lo suficientemente grande e información de costos precisa. La preparación de esta base de datos puede llevar tiempo y, dependiendo del tipo de proyecto, puede que nunca sea posible tener un tamaño de muestra lo suficientemente grande para el análisis estadístico (LIU; WEHBE; SISOVIC, 2010).

Conozca más

Aprenda más sobre la utilización del método Reference Class Forecasting (RFC) en el artículo (en inglés): “From Nobel Prize to Project Management: Getting Risks Right” (Flyvbjerg, 2006).



Las cuestiones relacionadas con la corrupción también pueden influir en los datos sobre costos que se utilizarán para verificar la viabilidad de un emprendimiento. Al analizar la información de los costos incurridos en los proyectos, se hace la comparación con los costos presupuestados, para la elaboración de la base de datos. Los costos incurridos pueden incluir cantidades relacionadas con diversos fraudes que pueden haber ocurrido en el ciclo de vida del emprendimiento. La RCF retrata el ambiente en el que se recopilan los datos y, si el ambiente es corrupto, es natural considerar que los valores para la evaluación de la viabilidad del proyecto también estén al-

terados. Si se reduce la corrupción, como consecuencia, los costos incurridos tienden a disminuir, con una reducción, a lo largo del tiempo, de la relación entre los costos presupuestados y los costos incurridos. Por esta razón, aunque la RCF es un instrumento importante para corregir el sesgo optimista de los análisis de costo-beneficio, no debe utilizarse como base para auditorías de gastos, con el riesgo de naturalizar los esquemas históricos de sobreprecio y cárteles.

De acuerdo con el *Supplementary Green Book Guidance Optimism Bias del Green Book*, ante la falta de una base de evidencias más específica, se alien-

ta a los departamentos a recopilar datos actuales para permitir estimaciones futuras sobre optimismo. Mientras tanto, deben utilizarse los mejores datos disponibles.

La aplicación de la RCF exige mejoras en el proceso de planificación del proyecto. Para ello, es necesario sistematizar y estructurar la documentación de los proyectos en base a criterios y estándares que permitan utilizar los datos y resultados como base para proyectos posteriores (KAHNEMAN, 2012). Definir y comprender mejor el alcance y mejorar el análisis de riesgo de los eventos que pueden ocurrir en el proyecto también son factores esenciales para mejorar la planificación y contribuir al éxito del proyecto.

La RFC no intenta predecir todos los eventos inciertos específicos que afectarán al proyecto en particular. En cambio, coloca el proyecto en una distribución estadística de resultados en la clase de proyectos de referencia (FLYVBERG, 2006). En los casos de aplicación de este método, como en el Reino Unido, existe un compromiso del poder público de exigir el uso de evidencia de proyectos anteriores para estudios de nuevos proyectos (HMT, 2003a; 2018). Dado que existe el riesgo de que gran parte del muestreo contenga irregularidades, como sobrepeso, la RFC no puede utilizarse como método para detectar fraudes. Sin embargo, al introducir en las etapas iniciales del proyecto datos sobre costos, plazos y beneficios de casos reales, se

reduce el riesgo de sesgos estratégicos y tergiversaciones que resultan en la aprobación de megaproyectos de infraestructura inviables.

Finalmente, es importante destacar que el coeficiente de aumento de costos de la RFC representa el ambiente y el momento en que se obtuvieron los datos. Por lo tanto, los datos deben actualizarse constantemente para reflejar cualquier cambio estructural.

En vista del riesgo de tergiversación de los métodos, es importante que los organismos de control también puedan realizar estudios técnicos de forma independiente, con el fin de verificar la idoneidad de los resultados presentados por el Ejecutivo y la iniciativa privada en el proceso de licitación. De este modo, se refuerza la importancia de que los proyectos siempre sean supervisados de cerca por entidades independientes, como los Tribunales de Cuentas (FLYVBERG, 2006). Idealmente, los megaproyectos son monitoreados durante todo el ciclo de vida del proyecto, permitiendo identificar cualquier desviación de viabilidad de manera oportuna.

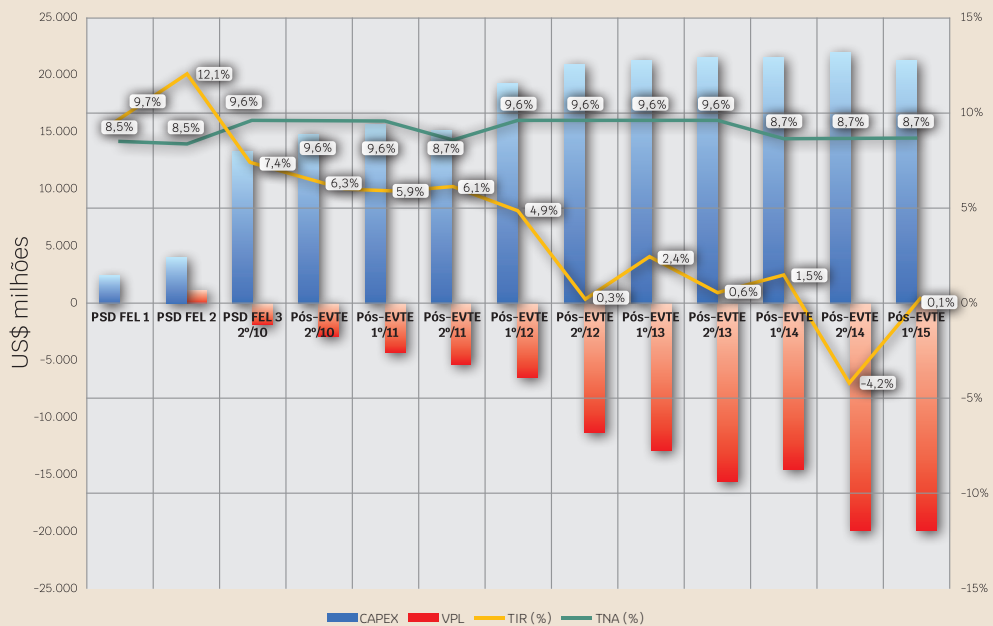
En la siguiente sección se presentarán modelos computacionales que pueden ayudar en el proceso de auditoría de megaproyectos centrados en infraestructuras de transporte. Este tipo de infraestructura fue seleccionada ya que hay métodos más maduros y más posibilidades de comparación entre proyectos que otros tipos de megaproyectos de infraestructura.

Estudio de caso - Refinería Abreu y Lima (RNEST)

La realización de estudios no significa que los análisis sean completos o confiables. Estos estudios pueden estar influenciados por intereses personales, políticos, entre otros aspectos que pueden hacer que el análisis no demuestre las previsiones reales de los proyectos, por lo que se subestiman los costos, se sobreestiman los beneficios, no se consideran los efectos socioeconómicos, se ignoran los impactos socioambientales, no se tratan los riesgos (FLYVBERG; BRUZELIUS; ROTHENGATTER, 2003; FLYVBERG; HOLM; BUHL, 2002).

El informe de auditoría de la Secretaría de Fiscalización de Infraestructura - Petróleo y Gas Natural (SEINFRAPETRÓLEO) del TCU sobre la Refinería Abreu y Lima (Refinería del Noreste - RNEST) trae un ejemplo contundente de estos problemas.

Figura 5: Evolución de los indicadores económicos de la RNEST elaborados por Petrobras.



Fuente: TCU (2016).

En el proceso de elección e implementación de la RNEST, los gerentes de Petrobras siguieron la metodología FEL, calculando indicadores financieros clave en las diferentes fases del proyecto. Durante la fase inicial, los paquetes de apoyo a la decisión de proyectos (PSD) llevados a cabo para FEL1 y FEL2 mostraron un CAPEX inferior a US\$ 5 mil millones, VAN positivo y TIR entre 10 y 12%, reforzando el atractivo de la inversión. Durante el FEL3, cuando se realizó la ingeniería básica del proyecto,

la inversión. Durante el FEL3, cuando se realizó la ingeniería básica del proyecto, el CAPEX aumentó sustancialmente, alcanzando más de US\$ 13 mil millones, y el VAN se volvió negativo. Aun así, el proyecto se aprobó para la siguiente fase, ya que la TIR seguía siendo del 7,4%, lo que justificaría el proyecto incluso con una tasa de descuento bastante alta. En los años siguientes, durante la implementación del proyecto, el CAPEX continuó aumentando, mientras que los beneficios estimados se redujeron sustancialmente, y en 2015 la propia Petrobras ya estimó un VAN negativo de aproximadamente US\$ 20 mil millones (TCU, 2016).

Estos cambios radicales en las estimaciones sugieren las siguientes situaciones: incapacidad técnica profunda de los ingenieros y gestores de Petrobras para realizar análisis de viabilidad realistas (es decir, sesgo de optimismo) y/o manipulación de los estudios de viabilidad como parte del proceso de introducción del esquema de corrupción (es decir, tergiversación estratégica). En ambos casos es evidente la limitación del FEL y otros métodos para garantizar la objetividad y la idoneidad de los gestores. Como señalan los auditores de TCU, “el estudio de la cadena de toma de decisiones de la implementación de las obras de la RNEST resultó en evidencia de una sucesión de actos de gestión irregulares que contribuyeron a la condición actual de inviabilidad económica de la refinería” (TCU, 2016, p. 43).

4

IMPORTANCIA DE LOS MODELOS COMPUTACIONALES EN LA AUDITORÍA DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

Históricamente, el proceso de elección del lugar para la construcción de la infraestructura de transporte terrestre está influenciado principalmente por cuestiones políticas o siguiendo el trazado de rutas ya establecidas anteriormente. Muchas de las carreteras principales surgieron espontáneamente, inicialmente como senderos utilizados por la vida silvestre y las poblaciones nómadas, y más tarde se ampliaron y pavimentaron (RIBEIRO, 1995). También hay un alto grado de dependencia en el proceso de evolución histórica de las carreteras, y las principales rutas de transporte en Brasil y Europa siguen el trazado de la “Estrada Real” en Brasil y las carreteras construidas en el período romano en Europa, respectivamente. En un contexto de creciente integración económica regional, los costos del transporte se han convertido en uno de los obstáculos importantes para el desarrollo en los países con grandes extensiones territoriales. Así, en la década de 1930 se desarrollaron métodos matemáticos del área de investigación operacional para simular el funcionamiento de las redes de transporte y, con ello, apoyar la toma de decisiones sobre inversiones en infraestructura. Posterior-

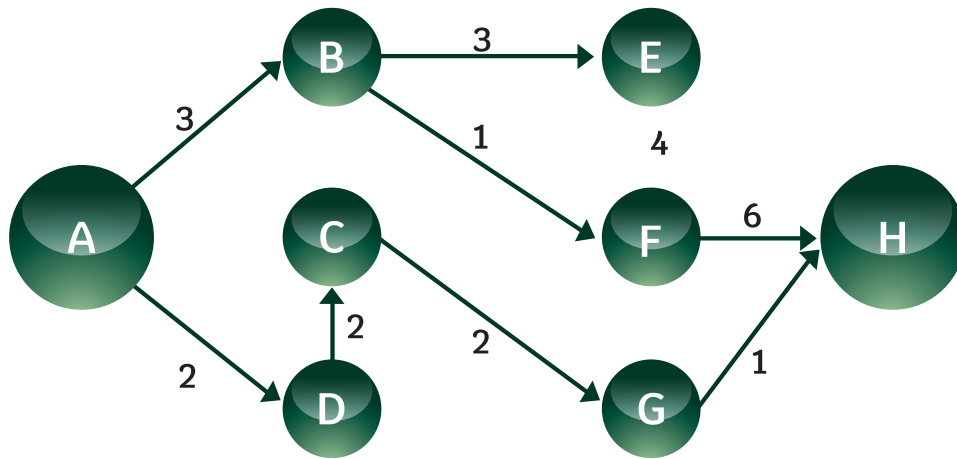
mente, con el desarrollo y la difusión de computadoras después de la década de 1950, se hizo cada vez más común aplicar simulaciones por computadora del tráfico intermodal (es decir, carretera, ferrocarril, vías navegables, etc.) en el proceso de planificación y toma de decisiones de inversiones en infraestructura de transporte (*TRANSPORTATION RESEARCH BOARD - TRB*, 2014).

El punto de partida de estos modelos es la representación matemática de la red de transporte que busca simular, asumiendo en la teoría de los grafos la forma de nodos o vértices, que indican las localidades de origen y destino, y aristas, que representan las rutas de transporte en diferentes modales (BIGGS; LLOYD; WILSON, 1986). Cada uno de estas aristas puede incluir datos sobre el tiempo y costo del viaje, la capacidad de transporte de la vía, entre otras variables, mientras que los nodos deben contener la demanda y la oferta de transporte, generalmente en forma de una matriz de origen y destino. El grafo puede ser direccional, en el que el flujo solo puede ocurrir en la dirección indicada por la flecha, o no, en el que se permiten flujos en ambas direcciones. A partir de esta representación de la realidad, el proceso

de simulación necesita definir una función objetiva, que indique qué variable es más importante en el proceso de toma de decisiones. En el caso del transporte de pasajeros o productos perecederos, la función objetiva puede ser el tiempo de transporte o la reducción del costo de transporte, independientemente del tiempo de viaje (TRB, 2014).

La FIG. 6 representa una red de transporte como un grafo direccional, en el que el valor de las aristas es el tiempo de transporte entre los vértices y los flujos tienen como origen el vértice A y como destino final el vértice H. En este caso, puede aplicar diferentes modelos para calcular el mejor camino entre estos dos vértices (por ejemplo, A, D, C, G, H).

Figura 6: Representación de una red de transporte como un grafo



Fuente: ACFE (2015).
Chartrand, Gary. *Introductory graph theory*. Courier Corporation, 1977.

Los modelos de simulación se han vuelto aún más centrales para la toma de decisiones de inversiones en Europa y América del Norte con la difusión de normativas que requieren evaluaciones de costo-beneficio. Así, estos modelos matemáticos comenzaron también a tratar de evaluar el beneficio que una determinada opción de inversión en obras de infraestructura de transporte puede aportar a la sociedad en su conjunto, con el fin de evaluar si este beneficio supera el costo esperado. La principal ventaja del uso de modelos de simulación en la planificación de infraestructuras es la posi-

bilidad de comparar escenarios alternativos y obtener resultados cuantitativos que puedan sustentar una decisión racional y evitar la interferencia política en el proceso de decisión y la realización de inversiones públicas equivocadas (CRAINIC; FLORIAN, 2008; DAMART; ROY, 2009; PROOST *et al.*, 2013; SAIDI *et al.*, 2018; SOUZA; D'AGOSTO, 2013).

Paralelamente al desarrollo de modelos de simulación vinculados a la investigación operacional con un enfoque económico y logístico, desde la década de 1990 han surgido estudios que utili-

zan sistemas de Información geográfica (SIG) para estimar y simular el impacto de las obras de infraestructura en el medio ambiente. Una innovación importante del SIG con relación a la teoría de los grafos es que el elemento espacial está representado explícitamente en el modelo, correspondiendo a un área específica en la superficie de la Tierra, como en un mapa. Así pues, es posible estudiar la relación entre el trazado de la carretera y los cambios observados en su entorno con el cruce de otras informaciones espaciales procedentes principalmente de datos de detección remota por satélite. Fue a partir de este enfoque que diversos estudios destacaron la relación entre la construcción o pavimentación de carreteras y la explosión de la deforestación en la cuenca del Amazonas y en diferentes países de África, Asia y Oceanía (LAURANCE *et al.*, 2017; LAURANCE; MIRIAM; LAURANCE, 2009; NG *et al.*, 2020; PFAFF *et al.*, 2007; REID; IAN, 1997).

En el caso específico de la Amazonía brasileña, Barber *et al.* (2014), al cruzar espacialmente los datos de deforestación del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE, por sus siglas en portugués) y la red vial compilada por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), afirman que el 94% de la deforestación hasta 2006 ocurrió a menos de 5,5 Km de las carreteras, con el 85% en los alrededores de carreteras estatales y federales. A partir de estos mismos datos, diferentes estudios simularon el impacto ambiental de la infraestructura de transporte en la deforestación futura, indicando los costos ambientales generados por las emisio-

nes de gases de efecto invernadero, la pérdida de biodiversidad, la regulación de las lluvias, entre otros servicios ecosistémicos (BARNI; PHILIP; GRAÇA, 2015; FEARNSIDE; GRAÇA, 2006).

Algunos de estos autores, como Soares-Filho *et al.* (2004), identificaron la importancia de la creación de unidades de conservación (UC) como “barreras” contra la deforestación, que irradiaría desde carreteras como la BR-163, entre Cuiabá y Santarém. Estos estudios fueron luego adoptados por el gobierno para establecer las condiciones ambientales para la obra, lo que llevó a la demarcación de una red de UC.

Más recientemente, algunos estudios han tratado de ampliar los enfoques tradicionales del análisis de la relación costo-beneficio a fin de incluir también la simulación de los impactos ambientales en el análisis costo-beneficio de las inversiones en infraestructura de transporte. Por ejemplo, Amend, Fleck y Reid (2013) demuestran cómo el análisis de costo-beneficio presentado por el Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes (DNIT) para la carretera BR-319 alcanzaría resultados diferentes si se consideraran los impactos ambientales. Al analizar solo el costo de la obra y los beneficios económicos de la misma, el DNIT calcula que la repavimentación de la carretera BR-319 traería una ganancia para la sociedad de US\$ 78 millones, considerando el valor actual neto en 25 años. Sin embargo, al considerar el costo ambiental de la obra principalmente en forma de emisiones de gases de efecto invernadero

causadas por la deforestación inducida por la pavimentación, el proyecto trae una pérdida de US\$ 1.1 mil millones a la sociedad. El mismo enfoque también fue utilizado por Vilela *et al.* (2020) al desarrollar el análisis de 72 proyectos de infraestructura de transporte en la cuenca amazónica. El estudio compara las inversiones con los rendimientos positivos para la sociedad, así como la lista de las obras más prioritarias en función del resultado del análisis de costo-beneficio.

Estos enfoques de simulación citados pueden convertirse en un instrumento importante en el proceso de auditoría de cuentas públicas. El *software* HDM - 4 se ha adoptado para evaluar los contratos de concesión de obras de infraestructura de transporte, simulando estrategias de intervención en los pavimentos de una determinada red vial, durante todo el período de concesión, y los costos de construcción, mantenimiento y rehabilitación y, especialmente, la operación de vehículos (consumo de combustible, desgaste de los neumáticos, tiempo de viaje, emisión de contaminantes, etc.) dependiendo de la flota vehicular y del estado de los pavimentos. El HDM-4 también puede ayudar a los auditores del TCU a evaluar las ofertas presentadas por los concesionarios de carreteras durante los procesos de licitación. Sin embargo, HDM-4 ha sido utilizado por la Empresa de Planificación de Logística (EPL), el Ministerio de Infraestructura, la Agencia Nacional de Transporte Terrestre (ANTT), el Departamento Nacional de Infraestructura de Transporte, agencias estatales y conce-

sionarias de carreteras, principalmente para evaluar proyectos específicos.

Por lo tanto, los diferentes proyectos se analizan por separado, incluso en los casos en que diferentes proyectos compiten por la misma carga para ser económicamente viables (por ejemplo, Ferrogrão y FIOL). Así, termina siendo poco relevante para la evaluación del problema que el megaproyecto busca resolver, en comparación con las alternativas. El uso de diferentes tratativas, supuestos y datos de entrada por proyectos de naturaleza similar hace que sea más difícil compararlos e identificar posibles sesgos estratégicos y tergiversaciones. Por ejemplo: para ser económicamente viable, el estudio presentado por el DNIT como parte del licenciamiento de pavimentación de la BR-319 indica que la carretera será utilizada como modo de transporte para más de 7 millones de toneladas de productos agrícolas al año, además de suponer que será posible mitigar el 95% de la deforestación potencial en la región (DNIT, 2008).

En las comunicaciones oficiales, sin embargo, el propio Ministerio de Infraestructura reconoce que la vía fluvial del Río Madeira, que de hecho es la principal ruta de exportación de soya y maíz en la región, tiene un costo de transporte mucho menor (DNIT, 2020). Al mismo tiempo, desde la pavimentación de las primeras secciones de la BR-319 que sale de Porto Velho a Humaitá, la deforestación aumentó en el estado de Amazonas en un 465% entre 2009 y 2019 (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES ESPACIAIS - INPE, 2020).

5

CONCLUSION

Este estudio revela un panorama de los riesgos de corrupción y la consiguiente inviabilidad económica en la ejecución de grandes obras de infraestructura. La realización de estos megaproyectos, aunque esenciales para el desarrollo económico y social, se ha caracterizado por casos de corrupción, costos excesivos y demoras. Diferentes factores explican la existencia de estos casos en Brasil y otros países, entre ellos: diferentes formas de presión, oportunidad y falta de control, que forman parte de las explicaciones geométricas de la corrupción (es decir, triángulo y diamante de fraude). Como se ha demostrado anteriormente, estudios recientes revelan causas más profundas, vinculadas al sesgo optimista y a la tergiversación estratégica en los estudios de viabilidad, esta última con el objetivo de justificar decisiones “técnicamente” ya tomadas en el ámbito político.

Existen diferentes medidas que se pueden tomar para mitigar el riesgo de corrupción y la inviabilidad de los megaproyectos de infraestructura. Más allá del análisis de los requisitos legales, estas medidas implican la estructuración del proceso de toma de decisiones, con especial atención a los estudios de viabilidad

económica. En este sentido, métodos como el FEL y el *Five Case Model* se presentan como enfoques/herramientas para mejorar el proceso de toma de decisiones mediante la definición de criterios objetivos para la aprobación de proyectos, centrándose en la comparación entre diferentes alternativas (incluida la opción de no llevar a cabo el proyecto).

Como se ha visto en el caso de Petrobras en el emprendimiento de la RNEST, en la que se adoptó el FEL, no es suficiente seguir formalmente un método sólido para tener resultados positivos. Cualquier método puede ser tergiversado para satisfacer intereses políticos y económicos específicos y aun así mantener la apariencia de legalidad y racionalidad económica. Por ello, la participación de los órganos de control internos y externos desde la fase inicial de los proyectos es crucial. En el caso brasileño, el control interno es responsabilidad de la Controloría General de la Unión (CGU) como parte de su misión de brindar asistencia al Poder Ejecutivo en todos los asuntos relacionados con la defensa de los bienes públicos y la promoción de la transparencia de la gestión pública con un enfoque en el control interno de las cuentas del gobierno federal. El control externo

está a cargo del Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU), cuya función es asistir al Congreso Nacional en el seguimiento del presupuesto y la ejecución financiera del país y contribuir a la mejora de la Administración Pública en beneficio de la sociedad. A la actividad del TCU y la CGU, se suma la labor del Ministerio Público (MP) que actúa en defensa del interés público, incluida la investigación de malversación de fondos públicos, y los delitos políticos cometidos contra la Unión o las empresas públicas e instituciones autónomas.

Pero para que el TCU, la CGU y el MP puedan llevar a cabo sus misiones de manera efectiva, es importante que desarrollen competencias y tengan a su disposición métodos y modelos computacionales para realizar análisis de costo-beneficio e im-

pactos ambientales de manera automática y comparativa de obras de esta naturaleza. Esta formación requiere, a su vez, la realización de capacitación, contratación de servidores expertos en el análisis costo-beneficio de obras de infraestructura y adopción y desarrollo de herramientas destinadas a satisfacer las necesidades de estos organismos de control. Estos modelos computacionales, junto con la adopción de procedimientos más estructurados para la toma de decisiones, como el *Five Case Model* y la *Reference Class Forecasting*, pueden contribuir significativamente a la reducción de la corrupción y la inviabilidad de los megaproyectos de infraestructura. Así pues, cualquier incoherencia, sesgo o tergiversación puede identificarse más fácilmente, lo que permite formular recomendaciones preventivas y asertivas para el Poder Ejecutivo.

REFERÊNCIAS

AMEND, M.; FLECK, L.; REID, J. Improving cost-benefit analysis in the assessment of infrastructure projects in the Brazilian Amazon. *In*: LIVERMORE, M.A.; REVESZ, R.L. (Eds) **The globalization of cost-benefit analysis in environmental policy**. New York: Policy Integrity, 2012, p. 223-234.

ARKES, H.R.; BLUMER, C. The psychology of sunk cost. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 35, p. 124-140, 1985.

ARKES, H.R.; HUTZEL, L. The role of probability of success estimates in the sunk cost effect. **Journal of Behavioral Decision Making**, v. 13, p. 295-306, 2000.

ASSOCIATION OF CERTIFIED EXAMINERS – ACFE. **The essential resource for anti-fraud professionals**. US edition, 2015.

BARBER, C.P. *et al.* Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. **Biological Conservation**, v. 177, p. 203-209, 2014.

BARNI, P.E.; PHILIP, M.F.; GRAÇA, P.M.L.C. Simulating deforestation and carbon loss in Amazonia: impacts in Brazil's Roraima state from reconstructing Highway BR-319 (Manaus-Porto Velho). **Environmental Management**, v. 55, n. 2, p. 259-278, 2015.

BIGGS, N.; LLOYD, E.; WILSON, R. **Graph theory**. Oxford University Press, 1986.

BRASIL. Ministério Público Federal – MPF. **Tipos de corrupção**. 2020. Disponível em: <http://combateacorrupcao.mpf.mp.br/tipos-de-corrupcao> Acesso: 15 nov 2020.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 5.917, de 10 de setembro de 1973**. Aprova o Plano Nacional de Viação e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, Centro de Documentação e Informação, 1973.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1993.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011. Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC [...]. Brasília: **Diário Oficial da União**, seção 1, edição extra, p. 1.

BRITISH DEPARTMENT FOR TRANSPORT – BDT. **Procedures for dealing with optimism bias in transport planning**: Guidance Document. The British Department for Transport. June, 2004.

BROOKES, N.J.; LOCATELLI, G. Power plants as megaprojects: Using empirics to shape policy, planning, and construction ma-

nagement. **Utilities Policy**, v. 36, p. 57–66, 2015.

CHIAVARI, J. *et al.* **Resumo para política pública**. Ciclo de vida de projetos de infraestrutura: do planejamento à viabilidade. Criação de nova fase pode elevar a qualidade dos projetos. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative.

CRAINIC, T.G.; FLORIAN, M. National planning models and instruments. **INFOR: Information Systems and Operational Research**, v. 46, n. 4, p. 299–308, 2008.

CRESSEY, D.R. **Other people's money: a study in the social psychology of embezzlement**. Glencoe, IL: The Free Press, 1953.

DAMART, S.; ROY, B. The uses of cost–benefit analysis in public transportation decision-making in France. **Transport Policy**, v. 16, n. 4, p. 200–212, 2009. Doi:10.1016/j.tranpol.2009.06.002.

DENICOL, J.; DAVIES, A.; ILIAS, K. What are the causes and cures of poor megaproject performance?: A systematic literature review and research Agenda. **Project Management Journal**, v. 51, n. 3, p. 328–345, 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA)**. 2016. Disponible en: [Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental - EVTEA — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](#) Acceso: 15 nov 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Estudo e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) da BR-319**. 2008. Disponible en:

[Vol.1_Caracterização do Empreendimento \(inpa.gov.br\)](#). Acceso: 15 nov 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Hidrovia do Madeira**. 2020. Disponible en: [Hidrovia do Madeira — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](#) Acceso: 19 nov. 2020.

FEARNSIDE, P.M.; GRAÇA, P.M.L.C. BR-319: Brazil's Manaus–Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. **Environmental Management**, v. 38, n. 5, p. 705–716, 2006.

FLYVBJERG, B.; BRUZELIUS, N.; ROTHENGATTER, W. **Megaprojects and risk: An anatomy of ambition**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003.

FLYVBJERG, B. From Nobel Prize to project management: Getting risks right. **Project Management Journal**, v. 37, n. 3, pp. 5–15, Aug. 2006.

FLYVBJERG, B.; HOLM, M.S.; BUHL, S. Underestimating costs in public works projects: Error or lie?, **Journal of the American Planning Association**, v. 68, n. 3, p. 279–295, 2002.

FLYVBJERG, B. Public planning of mega-projects: overestimation of demand and underestimation of costs. *In*: FLYVBJERG, B.; PRIEMUS, H.; van WEE, B. **Decision-making on mega-projects: cost–benefit analysis, planning and innovation**. Edward Elgar Publishing Limited. UK, 2008.

FLYVBJERG, B. What You should know about megaprojects and Why: An overview. **Project Management Journal**, v. 45, n. 2, pp. 6–19, April–May, 2014. Doi: 10.1002/

pmj.21409. Disponible en: [\(PDF\) What You Should Know About Megaprojects and Why: An Overview \(researchgate.net\)](#). Acceso: 7 dic. 2020.

GONÇALVES, V.B.; ANDRADE, D.M. A corrupção na perspectiva durkheimiana: um estudo de caso da Operação Lava Jato. **Revista de Administração Pública**, v. 53, n. 2, p. 271-290, 2019.

HM TREASURY – HMT. **Green Book supplementary guidance: optimism bias**, Hm Treasury. UK Government, 2013a.

HM TREASURY – HMT. **Green Book supplementary guidance: environment**. 2013b. Disponible en: [Green Book supplementary guidance: environment – GOV.UK \(www.gov.uk\)](#). Acceso: 27 nov 2020.

HM TREASURY – HMT. **Green Book supplementary guidance: risk supplementary guidance to the Green Book on risk**. Apr., 2013c. Disponible en: [Green Book supplementary guidance: risk – GOV.UK \(www.gov.uk\)](#). Acceso: 27 nov 2020.

HM TREASURY – HMT. **The Green Book: Central government guidance on appraisal and evaluation**. Hm Treasury, UK Government, 2018.

HM TREASURY – HMT. **The Green Book**. United Kingdom: HM Treasury, 2011.

HM TREASURY – HMT. **The orange book management of risk: Principles and concepts**. United Kingdom: Hm Treasury, Oct., 2004.

HOLLMANN, J.K. **Project risk quantification: A practitioner's guide to realistic cost and schedule risk management**. Probabilistic Publishing, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Terra Brasilis**. 2019. Disponible en: [TerraBrasilis \(inpe.br\)](#). Acceso: 19 nov 2020.

INSTRUMENT FOR PRE-ACCESSION ASSISTANCE – IPA **IPA Glossary**. 2020. Disponible en: <https://www.ipaglobal.com/about/ipa-glossary/>. Acceso: 14 de nov. 2020.

KAHNEMAN, D. **Rápido e devagar: duas formas de pensar**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

KARDES, I.; OZTURK, A.; CAVUSGIL, T. Managing global megaprojects: Complexity and risk management. **International Business Review**, v. 22, p. 905–917, 2013.

KOKS, E.E. *et al.* A global multi-hazard risk analysis of road and railway infrastructure assets. **Nature Communications**, v. 10, n. 1, pp. 1-11, 2019.

LAURANCE, W.F. *et al.* Road expansion and the fate of Africa's tropical forests. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 5, p. 75, 2017.

LAURANCE, W.F.; MIRIAM, G.; LAURANCE, S.G.W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009.

LAZZARINI, S.G. **Capitalismo de laços: os donos do Brasil e suas conexões**. Rio de Janeiro: Elsevier.

LIU, L.; WEHBE, G.; SISOVIC, J. **The accuracy of hybrid estimating approaches? Case study of an Australian state road & traffic authority**. Paper presented at PMI@ Research Conference: Defining the Future of Project Management, Washington, DC. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2010.

- LIU, L.; ZHU, K. Improving cost estimates of construction projects using phased cost factors". **Journal of Construction Engineering & Management**, v. 133, n. 1, p. 91-95, 2007.
- LOCATELLI, G. *et al.* Corruption in public projects and megaprojects: There is an elephant in the room! **International Journal of Project Management**, v. 35, p. 252-268, 2017.
- LOVALLO, D.; KAHNEMAN, D. Delusions of success: how optimism undermines executives' decisions. **Harvard Business Review**, v. 81, n. 7, p. 57-63, 2003.
- MERROW, E.W. **Industrial megaprojects-concepts, strategies and practices for success**. 1. ed., Hoboken, New Jersey: Wiley, 2011. 371 p.
- NAKAMURA, A.L.S. A infraestrutura e a corrupção no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Políticos**, Belo Horizonte, n. 117, pp. 97-126, jul./dez. 2018, Disponible en: <https://pos.direito.ufmg.br/rbep/index.php/rbep/article/view/588/493>, Acceso: 7 dic 2020.
- NG, L.S. *et al.* The scale of biodiversity impacts of the Belt and Road Initiative in Southeast Asia. **Biological Conservation**, v. 248, p. 108691, 2020.
- NZT. **The BBC Framework and the Annual Budget Process**. New Zealand Government. 2019. Disponible en: [The BBC Framework and the Annual Budget Process \(treasury.govt.nz\)](https://www.treasury.govt.nz/publications/budget/budget-process). Acceso: 19 abr. 2020.
- OMOREGIE, U. Megaprojects, complexity, and investment decisions. **Open Journal of Business and Management**, v. 4, p. 219-224, Jan., 2016.
- OPEN BUSINESS CONSULTING - OBC. **The five case model**: Open Business Consulting. 2019. Disponible en: [Overview | Five Case Model](#). Acceso: 19 abr. 2020.
- PFAFF, A. *et al.* Road investments, spatial spillovers, and deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Regional Science**, v. 47, n. 1, p. 109-123, 2007.
- PRADO, D. **Gerenciamento de projetos de capital**: para expansão da capacidade produtiva. Nova Lima: Falconi, 2014.
- PROOST, S. *et al.* Do the selected Trans European transport investments pass the cost benefit test? **Transportation**, v. 41, n. 1, p. 107-132, 2013. Doi: 10.1007/s11116-013-9488-z.
- REID, J.W.; IAN, A.B. Reducing the impacts of roads on tropical forests. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 39, n. 8, p. 10-35, 1997.
- RIBEIRO, DARCY. **O povo brasileiro: a formação e o sentido do Brasil**. Global Editora, 1995.
- ROMERO, F.; ANDERY, P. **Gestão de megaprojetos**: uma abordagem Lean. Brasport, 2016. Disponible en: [Gestão de Megaprojetos: uma abordagem Lean - Fernando Romero, Paulo Andery - Google Books](#) Acceso: 13 nov 2020.
- ROOKE, J.; SEYMOUR, D.; FELLOWS, R. Planning for claims; An ethnography of industry culture. **Construction Management and Economics**, v. 22, n. 6, p. 655-662, 2004.
- ROSE-ACKERMAN, S.; BONNIE, P. **Corruption and government**: causes, consequences, and reform. Cambridge University, 2016.

SAIDI, S. *et al.* Integrated infrastructure systems: A review. **Sustainable Cities and Society**, v. 36, p. 1–11, 2017. Doi:10.1016/j.scs.2017.09.022.

SITZENFREI, R. *et al.* Cascade vulnerability for risk analysis of water infrastructure. **Water Science and Technology**, v. 64, n. 9, pp.1885–1891, 2011.

SOARES-FILHO, B. *et al.* Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém–Cuiabá corridor. **Global Change Biology**, v. 10, n. 5, p. 745–764, 2004.

SOHAIL, M.; CAVILL, S. Accountability to prevent corruption in construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 9, pp. 729–738, 2008.

SOUZA, C.D.R.; D'AGOSTO, M.A. Modelo de quatro etapas aplicado ao planejamento de transporte de carga. **Journal of Transport Literature**, v. 7, n. 2, p. 207–234, 2013.

STANSBURY, N. Exposing the foundation of corruption in construction. *In*: GLOBAL CORRUPTION REPORT. **Special Focus**. Corruption in Construction and Post-Conflict Reconstruction, 2005.

TANZI, V. Corruption, public investment, and growth. **IMF Working Papers**, v. 97, n. 139, 1997. Disponible en: ([PDF](#)) [Corruption, Public Investment, and Growth \(researchgate.net\)](#). Acceso: 8/11/20.

TANZI, V.; DAVOODI, H. Corruption, public investment, and growth. *In*: TANZI, V.; DAVOODI, H. **The welfare state, public investment, and growth**. Springer, Tokyo, p. 41–60, 1998.

TRANSPARENCY INTERNATIONAL NEW ZEALAND – TINZ. 2020. Disponible en: <https://www.transparency.org.nz/our-story>. Acceso: 7 dic. 2020.

TRANSPARENCY INTERNATIONAL – TI. **What is corruption**. 2020. Disponible en: <https://www.transparency.org/en/what-is-corruption> . Acceso: 7 dic. 2020.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD – TRB. **Transportation research**: Traffic and transportation simulation looking back and looking ahead: Celebrating 50 years of traffic flow theory, A Workshop. Circular Number E-C195. Jan., 12/2014. Disponible en: <https://trid.trb.org/view/1353374> . Acceso: 20 nov. 2020.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Acórdão 1568/2020**. Plenário. 2020a.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Fiscobras 2020**: fiscalização de obras públicas pelo TCU (24º ano), 2020b. Disponible en: <https://portal.tcu.gov.br/fiscobras2020/> . Acceso: 7 dic. 2020.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Fal-lo 3052/2016**. Plenário: Relatório de Auditoria (RA). Auditoria realizada na Petrobras com o objetivo de avaliar a gestão da implantação da Refinaria Abreu e Lima, em Pernambuco. 2016.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Obras públicas**: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras de edificações públicas. 4. ed., 2014 Disponible en: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/obras-publicas-recomendacoes-basicas-para-a-contratacao-e-fiscalizacao-de-obras-e-edificacoes-publicas.htm> . Acceso: 7 dic. 2020.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Referencial de combate a fraude e corrupção:** aplicável a órgãos e entidades da Administração Pública. Brasília: Secretaria de Métodos e Suporte ao Controle Externo (SEMEC), 2017a.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Acórdão nº 483/2017.**

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Acórdão 2546/2017.**

UK GOVERNMENT. **Infrastructure business case:** International guidance., Infrastruc-

ture and Projects Authority. UK Government, Jul., 2020.

VILELA, T. *et al.* **A better Amazon road network for people and the environment.** 2020. Disponible en: <https://www.pnas.org/content/pnas/117/13/7095.full.pdf> Acceso: 19 nov. 2020.

WOLFE, D.T.; DANA, R.H. The fraud diamond: Considering the four elements of fraud. **CPA Journal**, v. 74, n. 12, p. 38-42, 2004.



Por medio de la:

