

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS RIESGOS FINANCIEROS EN LA VIABILIDAD DE PROYECTOS DE ASOCIACIÓN PÚBLICO-PRIVADA (APP) PARA SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Autor

Lady Johanna Gomez Merchan

Asesor de Orientación

PhD. Jorge Arturo Pineda Jaimes

Universidad Distrital Francisco José De Caldas

Especialización en Gerencia de la Construcción

Bogotá, Colombia

Abril 2022

DEDICATORIA

LA PRESENTE DEDICATORIA ES PARA DIOS QUE ME HA PERMITIDO VER UN LOGRO MÁS MATERIALIZADO, TAMBIÉN A TODAS LAS PERSONAS QUE HAN HECHO PARTE DE MI PROCESO DE FORMACIÓN EN MI QUERIDA ALMA MATER LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, QUE ME HA PERMITIDO DESARROLLARME COMO PROFESIONAL Y SER CRÍTICO, PROPOSITIVO DENTRO Y FUERA DE ELLA.

AGRADECIMIENTOS

POR MEDIO DE LA PRESENTE MONOGRAFÍA PRESENTADA, AGRADEZCO ESPECIALMENTE A TODOS LOS DOCENTES QUE CONTRIBUYERON EN MI FORMACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO COMO ESPECIALISTA EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN, POR APORTARME HERRAMIENTAS, SABERES Y EXPERIENCIAS QUE ACOJO CON LA MAYOR GRATITUD DE CADA UNO.

AGRADEZCO AL PROFESOR JORGE ARTURO PINEDA, POR SU TIEMPO, APOYO EN LA ORIENTACIÓN PARA CULMINAR LA PRESENTE MONOGRAFÍA DE REVISIÓN RELACIONADA A UN TEMA QUE ME APASIONA Y EN ESTA OPORTUNIDAD ES IDENTIFICAR CUÁLES SON LOS FACTORES FINANCIEROS QUE SE RELACIONAN EN LA FALTA DE INVERSIÓN EN SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, DONDE ME SIENTO MUY SATISFECHA POR LOGRAR ACABO ESTE OBJETIVO CON LA GUÍA Y APROBACIÓN DEL TUTOR.

POR ULTIMO Y NO MENOS IMPORTANTE, AGRADEZCO A DIOS QUIEN ME PERMITE Y ORIENTA MIS PASOS CADA DÍA, A MIS PADRES POR FORJAR UNA PERSONA INTEGRA CON UN CRITERIO PROPIO PARA DESARROLLARME EN LAS DIFERENTES ÁREAS DE MI VIDA Y HERMANOS, AMIGOS POR SU COMPAÑÍA.

CONTENIDO

1. Resumen 7
2. Palabras Clave 7
3. Introducción 8
4. del caso de estudio 12
5. Objetivos 20
   5.1 Objetivo General 20
   5.2 Objetivos Específicos 20
6. Alcances y Limitaciones 21
7. Marco Teórico 22
8. Metodología 28
9. Análisis de resultados 65
10. Aportes y recomendaciones 77
11. Conclusiones 82
12. Bibliografía 86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Informe del Banco Mundial acerca del tratamiento de aguas residuales 8
Figura 2. Modelo colaborativo entre el sector público y privado. 22
Figura 3. Criticidad para la mejor opción de implementación de metodología 40
Figura 4 Procesos de la Metodología AMFE. 41
Figura 5.Componentes del Análisis del Modo y Efectos de Fallo (AMFE) 43
Figura 6. Calificación según la frecuencia del factor de riesgo encontrado 43
Figura 7. Calificación de la Severidad. 44
Figura 8.Calificación de ocurrencia 44
Figura 9.Calificación de la Detección 44
Figura 10.Para categorizar el riesgo. 45
Figura 11. Categorización del Riesgo. 45
Figura 12. Valor de la Garantía de Flujo Mínimo (MFG). 59
Figura 13. Resultado del número de opciones del valor de la Garantía de Flujo Mínimo (MFG). 60
Figura 14. curva S para cada conjunto de casos 61
Figura 15**.** Posibles soluciones para la minimización de riesgo financiero en la viabilidad de proyectos de STARD. 62
Figura 16. Descripción general de la Gestión de los Riesgos de proyectos según PMBOK – 6ta Edición. 76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Identificación de riesgos cualitativos. 29
Tabla 2. Evaluación Cualitativa por medio de la Metodología AMFE..... 46
Tabla 3. Detalles de los escenarios de las cláusulas en el estudio de caso. 55
Tabla 4.Precio del tratamiento y Costo de penalización por el flujo de derivación en EGP. 57
Tabla 5.Precio del tratamiento y Costo de penalización por el flujo de derivación en COP 57
Tabla 6.Ejecuta opciones de código. 58
Tabla 7. Factores con una valoración de riesgo *Alto*. 63
Tabla 8. Factores con una valoración de riesgo Medio. 63
Tabla 9. Factores con una valoración de riesgo bajo. 64
Tabla 10. Frecuencia de factores de riesgo encontrados en la literatura consultada..... 65

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfico 1. Frecuencia de factores de riesgo..... 66
Gráfico 2. Año de publicación y país en donde se realizó la investigación 67
Gráfico 3. Revista con mayor cantidad de artículos relacionados al tema de riesgos financieros de las asociaciones público privadas (APP)..... 68
Gráfico 4. Clasificación del riesgo. 70

1. RESUMEN

Por medio del presente trabajo se desea realizar el análisis de los riesgos financieros que se presentan en las asociaciones público-privadas (APP), en la viabilidad de proyectos relacionados a sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR's), dado a que se involucran recursos importantes comprometidos por un largo tiempo bajo condiciones cambiantes e inciertas lo que genera un riesgo crítico en la culminación exitosa de proyectos, por ello los diferentes factores de riesgos identificados en la presente revisión bibliográfica se analizaran por medio de la metodología de Análisis Modal de Fallos y Efectos-AMFE que ha sido aplicada en Sistemas de Gestión de Continuidad de Negocio (SGCN) (ISOtools, 2019), la cual permite tomar las acciones correctivas y preventivas por medio de la identificación de la severidad, ocurrencia, detección y criticidad del riesgo con el objetivo de proporcionar una mejor gestión del riesgo que sea útil en la toma de decisiones gerenciales para dar viabilidad a proyectos encaminados a la construcción STAR´s.(Zamorano & Fernando, 2019).

2. PALABRAS CLAVE

Asociación público-privada APP, riesgos financieros, Metodología de Análisis Modal de Fallos y Efectos-AMFE,sistema de tratamiento de aguas residuales -STAR´s

3. INTRODUCCIÓN

La inversión en sistemas de tratamiento de aguas residuales domesticas- STAR no es de relevancia dado a que según el Banco Mundial las aguas residuales generadas en un 80% se vierte sin ningún tipo de tratamiento causando afecciones a la salud, en el informe *Wastewater: From Waste to Resource* busca mejorar la gestión de las aguas residuales mediante una inversión eficiente para lograr un beneficio de salud pública, medio ambiente y un beneficio económico al ser tratadas. (The world Bank, 2020)

Figura 1. Informe del Banco Mundial acerca del tratamiento de aguas residuales



Fuente: tomado de (The world Bank, 2020)

Las aguas residuales se deben ver más que un residuo como un recurso que hace parte del fundamento de la economía circular que tiene como objetivo minimizar residuos (The world Bank, 2020), dando un aprovechamiento máximo para volverlo una forma de recurso donde el beneficio/costo se verá reflejado con los sistemas de tratamiento al ser autosustentables y esto podría ayudar a Países a superar los problemas de financiamiento, para lograr consolidar una economía circular entorno al tratamiento de aguas residuales se requiere el análisis de modelos financieros para obtener un negocio innovador y sostenible.(MUNDIAL, 2020)

En Colombia el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (MVCT) dentro del Plan Nacional de Manejo de aguas residuales municipales del (2020-2050), prioriza las acciones institucionales, regionales entorno a la optimización en la operación de sistemas ya construidos, implementación de infraestructura para el saneamiento, nuevas alternativas de tratamiento considerando la producción limpia, logrando consolidar el sistema de información del recurso hídrico, reglamentación y modificación normativa y estrategias financieras.

Dentro del informe del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio- MVCT en el año 2019 "*Se expuso los retos en cuanto al saneamiento de vertimientos de aguas residuales municipales*", porque enuncia las aguas residuales tratadas en Colombia para el año 2018 es de un 42,8% por un valor de inversión de $464 mil millones de pesos para 9 proyectos, donde se beneficiaron 9 municipios, para el año 2022 cuenta con una meta de un 54% por un valor de inversión de $472 mil millones de pesos para 4 proyectos donde se beneficiaran 6 municipios, el valor de la inversión y el beneficio de estos proyectos depende de la complejidad de la factibilidad y evaluación de aspectos legales,técnicos,financieros y ambientales de un proyecto, por ello se realiza la compilación de los riesgos financieros que se presentan entorno a la inversión de proyectos públicos encaminados al tratamiento de aguas residuales y por medio del análisis cualitativo y cuantitativo identificarlos para que sea una herramienta de toma de decisiones Gerenciales en pro de asumir un riesgo financiero que no conlleve a la afectación económica de las partes involucradas.

Dentro de la estructuración de los proyectos de tratamiento de aguas residuales (AR) se utiliza el mecanismo de asociación público-privada (APP) para realizar estrategias

financieras por medio de la identificación y planificación de la asignación de los recursos para las inversiones en saneamiento de vertimientos de aguas residuales.(MINISTERIO DE VIVIENDA, 2019), Por lo anteriormente descrito se desea analizar el riesgo financiero que implican las asociaciones público-privada (APP) entorno a la factibilidad de proyectos de STAR's, dado a que no siempre se conduce a una gestión eficiente del recurso financiero, debido a que este tipo de asociaciones son acuerdos a largo plazo donde los riesgos son asumidos por parte del sector privado y conlleva a una compensación económica, por lo cual le permite al sector privado gestionar mejor los riesgos para obtener mayores ganancias. (Shrestha et al., 2017)

Según la gestión eficiente de los riesgos por parte del sector privado esto en costos debería disminuir pero realmente no ocurre porque el sector privado no cambiara la magnitud del riesgo a un menor costo, en consecuencia los gobiernos les resulta difícil ofrecer incentivos para que las entidades privadas asuman el riesgo, por ello se desea estudiar las lecciones aprendidas de estudios realizados para dar una mejor gestión y orientación a la coordinación de las asociaciones público-privada (APP) para transferir riesgos de manera eficiente en proyectos de tratamiento de aguas residuales.(Shrestha et al., 2017)

La gestión de riesgos surge debido a la incertidumbre dentro de un contexto organizativo no puede ser prevista por lo que la gestión del riesgo en su forma clásica no es suficiente, la incertidumbre es una motivación para adoptar una perspectiva crítica y desarrollar investigaciones para que los proyectos tengan una visión centrada en la planificación, por medio de un mapeo afinado de las incertidumbres es útil para orientar investigaciones y promueve la capacidad de los gerentes de proyectos para identificar y responder a las mismas, se ha analizado que los contratos de asociación requiere de actitudes relacionales y la calidad de trabajo en equipo para reconocer la incertidumbre como fuente de oportunidad para dar una gestión por parte de profesionales que deben ser capacitados para sentir, evaluar y transformar la incertidumbre en acciones.(Huemann & Martinsuo, 2016)

A través del tiempo los gobiernos han fomentado la asociación de entidades Privadas en proyectos de las entidades públicas, donde se celebran acuerdos contractuales a largo plazo con entidades del sector privado para la construcción de infraestructura como

sistemas de tratamiento de aguas residuales, estas asociaciones público-privadas APP pueden llegar a brindar un incremento en la relación “calidad-precio” ,además permite al sector público transferir riesgos relacionados con la construcción pública.(Carbonara et al., 2014)

La entidad pública generalmente establece un periodo de concesión con la entidad privada con una duración determinada y solicita al proponente un cierto nivel de tasa interna de rendimiento, La mayoría de los modelos propuestos en la literatura utilizan el valor actual neto (VAN) del proyecto como criterio para calcular el período de duración para establecer el éxito de un proyecto de APP. Crear una situación de beneficio mutuo significa tanto asegurar que el inversionista privado no solo recupere la inversión sino que también obtenga una ganancia durante el período de realización del proyecto y además proteger al gobierno para recuperar los costos de depreciación del proyecto.(Carbonara et al., 2014)

El análisis de riesgo se utiliza para evaluar los múltiples factores que representan un impacto desfavorable a las actividades a desarrollar ya sea un proceso o servicio, por ello el principio de un estudio de riesgo se presentan los siguientes interrogantes:1.¿Que puede salir mal? 2.¿Que tan frecuente es? 3. ¿Cuáles son sus efectos?, se debe realizar este análisis para entender mejor los riesgos con el objetivo de diseñar mejores acciones en la predicción, prevención y control de riesgos. (Aguilar-otero et al., 2010)

Existen diferentes metodologías para identificación de riesgos como estudios de peligro y operabilidad (HazOp,Hazard and Operability),listas de verificación, árboles de falla y la metodología que se utilizará para el presente estudio, el cual corresponde Análisis de Modos de falla y efecto-AMFE, por medio de esta metodología se da una calificación del grado de criticidad del riesgo y se identifica las acciones que deben realizarse para reducir o eliminar por completo la posibilidad de ocurrencia de fallas potenciales. (Aguilar-otero et al., 2010). La gestión del riesgo se hace importante en el presente documento, ya que las organizaciones requieren de un manejo calificado en la identificación y análisis de posibles eventos que generan fallas en este caso financiero para generar una conciencia de que a partir de que se conoce los posibles errores, fallas o eventos de riesgo, donde se busca para generar respuestas por medio de un plan de acción que tiene como finalidad lograr ventajas en la toma de decisiones Gerenciales.(Zamorano & Fernando, 2019)

4. DEL CASO DE ESTUDIO

La inversión para los sistemas de tratamiento de aguas residuales(STAR's) cada día se hace más necesario, dado a los niveles de contaminación generados por la creciente demanda de agua dulce y por los STAR's que son deficientes o inexistentes, para hacer frente al problema se debe seguir el objetivo de la sostenibilidad ambiental brindando una recuperación de las aguas residuales por medio de un tratamiento confiable, eficiente con bajo costo de construcción, administración y mantenimiento.(Libralato et al., 2012)

La gestión eficiente del riesgo exige una experticia que de valor especialmente ante desequilibrios macroeconómicos y financieros, por lo que se debe pensar en estrategias que permitan adquirir herramientas de gestión y mitigación de riesgos, donde el riesgo financiero juega un papel fundamental, uno de los aspectos relevantes en los riesgos financieros es el nivel de endeudamiento de las organizaciones, la nueva administración financiera ha reconocido la importancia de la gestión del riesgo financiero dentro de las estrategias organizacionales entendiendo que se asocian a los buenos resultados organizacionales. Los administradores financieros gestionan el riesgo en búsqueda de acrecentar el valor económico del inversionista y mitigar la variación de los flujos de efectivo, por medio de la sinergia de las distintas organizaciones que estén a favor del desarrollo y diversificación en el mercado.(Giraldo-Prieto et al., 2017)

Por ello Los modelos econométricos son utilizados para el contraste de suposiciones presentadas por la teoría económica sobre las variables del entorno macroeconómico y el de las organizaciones.(Giraldo-Prieto et al., 2017)

Los proyectos que se realizan bajo la asociación público-privada APP como la contratación de la construcción de vivienda y lo relacionado a saneamiento se realizan con la finalidad de lograr la "triple ganancia" en el sector público, privado y la comunidad general.(Carbonara et al., 2014)

Las asociaciones publico privadas APP entorno a proyectos de saneamiento básico pueden aliviar la presión presupuestaria de los gobiernos brindado recursos al sector privado,

fomentando la innovación, mejorando la productividad, permitiendo una mayor asignación de riesgos, aumentando la relación calidad-precio, mejorando la rentabilidad.

Pero existe probabilidad de que las asociaciones público-privadas APP no satisfacen las expectativas y pueden generar un conflicto de cualquiera de las partes, donde la entidad pública tendría que considerar nuevas licitaciones, y los resultados podrían ser una negociación y compensación prolongadas.

Se han realizado pocos estudios centrados en los factores pertinentes a la etapa de viabilidad fundamentales para el éxito del proyecto con una perspectiva pública como privada; el grupo del sector privado cubre a profesionales de la industria, incluidos desarrolladores, consultores, contratistas y banqueros de inversión con experiencia en esquemas de APP, y en el sector público se encuentran funcionarios con experiencia práctica en APP en Departamentos Gubernamentales relevantes. Los socios de los proyecto APP pueden ser analizados con respecto a su interés estratégico individual y mutuo, con el fin de identificar el potencial de asociación, dado a que pueden proporcionar una variedad de beneficios la entidad pública como privada, para identificar el potencia de asociación es necesario gestionar aspectos críticos en el periodo de la contratación, este periodo de contratación se considera como el mejor instante de tiempo que crea una solución “ganar-ganar” donde la entidad pública y privada permite una distribución justa del riesgo entre las partes.(Carbonara et al., 2014)

Por medio del presente trabajo se desea realizar el análisis de los riesgos de viabilidad financiera en sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR’s), debido a que se involucran recursos importantes comprometidos por un largo tiempo bajo condiciones cambiantes e inciertas lo que genera un riesgo critico en los proyectos, donde se involucra factores exógenos y endógenos, así que el impacto que genera es diferente para las partes involucradas en el desarrollo de los proyectos.

Por ello cuando se presenta un riesgo dentro de los proyectos se espera que el que tenga mayor capacidad de resolverlo también sea quien lo gestione pero realmente los riesgos lo asumen quienes no tengan la capacidad de rechazarlos, por esta razón los Gobiernos por atraer inversiones del sector privado para realizar Asociaciones Público-Privado (APP), tiene una influencia en la asignación del riesgo a causa de esto el gobierno tendrá que

pagar primas considerables para la transferencia del riesgo y con ello reduce la calidad-precio en estos proyectos, estas decisiones por parte del Gobierno pueden causar un Monopolio privado que conduzca a una disminución de la eficiencia y calidad o por lo contrario el Gobierno al tener un alto poder adquisitivo puede transferir el riesgo al sector privado lo que puede generar que el sector privado busque disminuir costos comprometiendo la Calidad del proyecto.

Por ello se desea evaluar ¿cuáles son las múltiples causas de los riesgos financieros entre las asociaciones público-privadas en la viabilidad financiera de sistemas de tratamiento de aguas residuales(STAR's)? Para este análisis del riesgo se desea implementar la metodología de Análisis Modal de Fallos y Efectos-AMFE, la cual permite tomar las acciones correctivas y preventivas sobre la fase de viabilidad del proyecto a nivel financiero para incrementar la confiabilidad y seguridad por medio de la identificación de la severidad del riesgo que puede ser baja, moderada, alta y critica y dando un fallo cuantitativo y cualitativo en cuanto a la severidad, ocurrencia, detección y criticidad del riesgo y con el objetivo de predecir los fallos potenciales que pueden presentarse en el desarrollo del proyecto y tomar acciones correctivas a nivel cualitativo y cuantitativo por medio de indicadores financieros para lograr minimizar los riesgos a partir de la metodología AMFE y proporcionar una mejor gestión del riesgo que sean de utilidad en la toma de decisiones gerenciales para dar viabilidad a proyectos encaminados a la construcción STAR's.(Zamorano & Fernando, 2019).

Para que los proyectos no fracasen en cuanto a sobrecostos, retrasos y así proporcionar la Garantía de Ingresos Mínimos(MRG),donde el Gobierno garantizará un nivel predefinido de ingresos durante un período establecido a lo largo del período de la estructuración del proyecto desde su inicio a culminación, por lo tanto los ingresos reales se miden por su valor actual neto (VAN), el cual se determina descontando todos los flujos de efectivo que surgen al momento de inicio de un proyecto.(Halawa et al., 2013)

Por lo tanto si en un periodo determinado cae por debajo del nivel preestablecido , el gobierno tendría que pagar la diferencia del ingreso real y el umbral de ingreso preestablecido, lo que resulta problemático para el desarrollo de proyectos y no se daría cumplimiento al objetivo de las asociaciones público-privadas (APP) que es la entrega

efectiva de una construcción o servicio con una buena calidad-precio, cumpliendo con los objetivos de cada una de las partes en cuanto a los beneficios socioeconómicos y financieros y la rentabilidad específicamente.(Marzouk & Ali, 2018)

El riesgo debe tener una “probabilidad calculable” porque al no tener la posibilidad de colocar una probabilidad numérica sobre si un evento ocurrirá o no, el estado futuro se conocerá como incertidumbre, por consiguiente, los gerentes al ignorar las probabilidades y no calcular los valores esperados para una toma de decisiones acertada para minimizar riesgos puede causar los riesgos críticos y consigo perdidas en inversión que conllevará al no éxito del proyecto. La minimización de riesgos debe entenderse para proyectos de obras públicas a gran escala derivado de APP, con ello se difiere que los riesgos financieros deben gestionarse a partir de la racionalidad, una forma de hacer que el futuro sea manejable donde el riesgo se identifica, se mide y tiene una respuesta a la exposición a perdidas a partir del análisis medible del riesgo. Para la gestión del riesgo se requiere un desarrollo de herramientas o tecnologías que permitan la intervención ,evitar y reparar los efectos del riesgo.(Giraldo-Prieto et al., 2017) por lo que el presente trabajo se encuentra enfocado en la intervención con posibles soluciones para la prevención de los riesgos fiñaneros en la (APP).

Los proyectos de APP, se encuentran bajo un riesgo compartido razonable y se determina si el financiamiento del proyecto será exitoso, para ello es necesario que las entidades públicas brinden a los inversionistas garantías que alivien parte del riesgo asumido por las partes privadas para asi atraer inversiones, una garantía de ingresos mínimos por parte de la entidad pública ayuda a reducir el riesgo de mercado asumido por la entidad privada inversora, donde los beneficios que reciben deben ser iguales o mayores a los riesgos asumidos, los riesgos pueden dividirse en tres niveles:micro,meso y macro, estos deben distribuirse en las dos partes de manera equitativa dado a que si se asigna un riesgo excesivo a la entidad privada su impacto podría ser negativo en el entusiasmo por la inversión y si la entidad pública se enfrenta a un riesgo excesivo habría una enorme presión financiera, lo que generaría una afectación directa al éxito del financiamiento del proyecto.(Wang & Liu, 2015)

Las entidades públicas a menudo brindan a los inversionistas ciertas garantías, que es en esencia una forma de compartir el riesgo, la garantía debe satisfacer a la asociación privada pero también debe permanecer dentro del rango asequible de la entidad pública.

Las entidades públicas proporcionan a las entidades privadas una garantía de competencia restrictiva, lo que significa que las asociaciones publico privadas tienen una forma limitada de monopolio, dado a que los ingresos de las entidades privadas se incrementan gradualmente para volver alinear un proyecto que es más de lo esperado y como consecuencia la entidad pública debe proporcionar una compensación cuando los proyectos no logran obtener inversión.(Wang & Liu, 2015)

Las entidades privadas pueden aumentar los precios cuando los proyectos van bien con la finalidad de obtener mayores ganancias de monopolio lo que perjudica al interés público. Por lo cual la gestión de riesgos es muy importante, donde los beneficios que recibe una de las partes debe ser aproximadamente igual a los riesgos asumidos.

Se debe establecer un límite de ingresos para las entidades privadas con el fin de evitar que los inversionistas obtengan ganancias excesivas de proyectos de infraestructura a través del monopolio natural, lo que perjudica el interés público, derivado a esto los beneficios deben ser bastante iguales a los riesgos, debe establecerse una proporción adecuada de ingresos excedentarios para dar como resultado a un incentivo efectivo.

En el momento de licitar la entidad pública se centra en evaluar la solidez económica y las capacidades tecnológicas de los licitadores y, a menudo, se ignoran los factores psicológicos. Por lo tanto, durante la implementación del proyecto, los riesgos morales, como eludir la responsabilidad, la falta de voluntad para compartir el riesgo y el ocultamiento de los ingresos reales, puede darse frecuentemente.(Wang & Liu, 2015)

Dado a que los objetivos entre las partes son diferentes, según a que el Gobierno y entidades públicas con relación a la construcción de vivienda y saneamiento básico buscan maximizar los intereses sociales y públicos mientras el objetivo de las entidades privadas es maximizar sus propias ganancias, a lo largo del proyecto y estimando la manera de reducir los costos y mejora de la rentabilidad del proyecto. (Liu et al., 2016)

Se consideran casos donde la contratación se realiza por medio de Asociación público privada APP y donde se identifica los riesgos que implica y de la manera en que los han abordado para disminuir la desconfianza entorno a estas asociaciones y nos brinda un panorama de los periodos de concesión, inversión de un proyecto con una responsabilidad de inversión, las responsabilidades por los riesgos y la duración del contrato (período de concesión), para cumplir con la responsabilidad de la inversión la APP realizan pactos como el Build Own Operate Transfer (BOOT), a veces puros y a veces con características adicionales según el caso en cuestión, un BOOT es una entidad u organización que financia un proyecto de infraestructura como un proyecto adicional de marketing y dan uso de las finanzas corporativas para proporcionar efectivo, líneas de crédito o incluso nuevo capital social para pagar el proyecto.(Marzouk & Ali, 2018)

En un estudio realizado en Egipto, donde se encontró que las Asociaciones Pública-Privada (APP) tiene varias características para la gestión del riesgo que son: 1. Periodos contractuales prolongados (10 a 40 años); 2. Gran inversión inicial y rendimientos graduales;3. Deterioro de las instalaciones de infraestructura; y 4. Condiciones locales únicas. Por consiguiente, los principales riesgos se encuentran en la etapa de construcción, operación por lo que la mitigación inadecuada de estos riesgos puede resultar en un fracaso financiero del proyecto, por ello el sector privado debe evaluar cuidadosamente los principales riesgos, como lo es el riesgo de ingreso que es las entradas de efectivo del proyecto. En este caso el flujo de ingresos del sector privado depende del volumen de aguas residuales tratadas, por lo que el flujo de entrada es un factor de riesgo de ingreso importante, así que se propone un logaritmo para proporcionar el valor de la garantía bajo cualquier configuración de las condiciones contractuales de un proyecto de construcción de STAR’s para disminuir el riesgo de desconfianza de las condiciones contractuales del proyecto.(Marzouk & Ali, 2018)

Otro estudio de caso fue realizado en China aplicando el modelo de la Asociación Público-Privado (APP) para los proyectos de tratamiento de aguas residuales, el cual se pretende aumentar la capacidad de financiamiento y mitigar el endeudamiento local. Por medio del modelo (APP) se estudia las relaciones entre las responsabilidad y autoridad, la distribución de beneficios y distribución de riesgos, así como los principales problemas desde la perspectiva de gobierno, empresa, agencias intermediarias y grupos públicos. La capacidad

de financiamiento eficiente hace que el modelo (APP) sea ventajoso para aliviar el riesgo de deuda local, por lo que este modelo se utiliza en la construcción de infraestructura, bienes y servicios públicos. De acuerdo con el Banco Mundial, las APP se dividen en contratos de administración y arrendamiento, concesiones, proyectos Green Field y desinversiones, la aplicación de APP se ha convertido en tendencia creciente a nivel mundial, especialmente en los países desarrollados, en Alemania un tercio de todos los proyectos de tratamiento de aguas residuales se basan en la APP; La APP enfatiza la plena cooperación, la distribución de beneficios y la distribución de riesgos, pero debido a su aplicación reciente tiene carencia de experiencia que produce problemas prácticos; En el caso del riesgo financiero se presenta la inequidad en la responsabilidad de asumir el riesgo por las partes. (Yang et al., 2017)

En Hong Kong se realizó un estudio, referente a la evaluación de factores de riesgo de los proyectos utilizando un enfoque de evaluación sintética difusa(FSE), por medio de compilación de proyectos y literatura relacionada, se efectuó un análisis estadístico inicial el cual indicaba que se encontraban 22 riesgos críticos que tendrían impacto significativo y dentro de sus factores de riesgo se encontró el (financiero/comercial, legal y técnico) que requieren una atención de la administración y un análisis más detallado, se enfatizó que los proyectos de APP requieren una identificación y análisis de los factores de riesgo que pueden afectar negativamente el éxito del proyecto, esto indica que los riesgos de finalización, inflación y cambio de precios tienen impacto significativo en los proyectos. “El análisis de seis estudios de caso reveló riesgos de gran preocupación que incluyen un régimen regulatorio débil, financiamiento inadecuado, mecanismos de asignación de riesgo deficientes, falta de experiencia en APP, resistencia del público a las APP.”(Ameyaw & Chan, 2015) Según lo enunciado se requiere un análisis de los riesgos que influyen financieramente en la viabilidad de la construcción de (STAR’s).

A nivel Nacional la Asociación público-privada (APP) es uno de los mecanismos de contratación más importante en el desarrollo de proyectos, dado a que los países en desarrollo como Colombia han implementado este método para la entrega de proyectos de infraestructura en sectores como transporte, telecomunicaciones, energía, agua, saneamiento, salud, educación entre otros, este método no ha sido implementado en algunos países en desarrollo debido: a) La falla de legislación clara, b)La incertidumbre de

la asignación de riesgos y c) La viabilidad financiera, por ello la Asociación público-privada (APP) tiene como finalidad tener una mejor relación con respecto a la calidad-precio por medio de las prácticas del sector privado para obtener recursos, concretar inversiones y ofrecer infraestructura de alta calidad, pero existen riesgos financieros que deben ser asumidos por el sector más capaz de gestionarlos, por lo que no es fácil identificar la forma correcta de analizar el riesgo adecuado mediante una estimación cualitativa y cuantitativa. Dado a que la mayoría de los proyectos públicos presentan un desarrollo a largo plazo y una alta inversión (CAPEX)implicando la duración, costo y calidad inicialmente prevista para proyectos de construcción, por lo que no existe una metodología clara para la asignación de riesgo dado a que las autoridades públicas no tienen suficiente conocimiento sobre la asignación de riesgo más apropiada entre las partes para aumentar el atractivo.(Sastoque et al., 2016) Por ello se propone una evaluación de los riesgos más representativos a los que en medida es difícil que se materialice pero no dejando atrás su importancia de prevenirlo.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la revisión bibliográfica de los riesgos financieros en la viabilidad de proyectos de Asociación Público-Privada (APP) para sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Compilar los riesgos financieros de viabilidad financiera en sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas que se han presentado a nivel global

Evaluar los riesgos financieros a nivel cualitativo y cuantitativo por medio de la Metodología de análisis y efecto de falla -AMFE.

Identificar los riesgos según su importancia y proporcionar posibles soluciones para la prevención del riesgo financiero en la viabilidad de proyectos.

6. ALCANCES Y LIMITACIONES

Dentro del alcance de la presente es identificar los factores de riesgo financiero involucrados en la viabilidad de proyectos en sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Para lograr realizar un análisis bibliográfico es necesario investigar artículos publicados a nivel internacional sobre el tema de riesgos financieros, lo cual es procede a identificar los factores de riesgo financiero en cada uno de los artículos encontrados frente a el tema.

Por medio de la identificación de los factores de riesgo se procede a realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa por medio de la metodología de análisis de falla y efecto-AMFE,con la finalidad de tomar la repetitividad del factor evaluarlo y hallar el Índice de prioridad del Riesgo (IPR) para clasificación de cada factor encontrado en la revisión bibliográfica.

Teniendo la clasificación del riesgo, se debe identificar el porcentaje de representatividad, según la clasificación del riesgo y por medio las soluciones encontradas en la revisión bibliográfica se toman como posibles soluciones y recomendaciones para las decisiones gerenciales.

En cuanto a las limitaciones de la presente monografías puede identificar que no existe mucha información relacionada a los riesgos financieros en la viabilidad de proyectos de tratamiento de aguas residuales, adicionalmente el tema de riesgos financieros se realiza bajo una connotación de Asociaciones público-privadas (APP),adicionalmente al realizar la revisión bibliográfica se encuentran artículos con relación a infraestructura más que en saneamiento básico lo que implicaría tomar el tema constructivo como parte importante de la presente monografía de revisión.

Otra parte de las limitaciones es la restricción de información, dado a que artículos que requieren su compra por medio de los gestores bibliográficos brindados por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, por lo que se trabaja con información que se encuentra al alcance y culminar con un buen producto que sea de utilidad para aquellas personas interesadas en identificar como se compilo factores de riesgos financieros entorno a viabilidad de proyectos en sistemas de tratamiento de aguas residuales.

7. MARCO TEÓRICO

La Asociación pública-privada APP, según el Ministerio de vivienda, desarrollo territorial, es un modelo de contratación estatal, donde el capital privado es vinculado y empleado para la provisión de servicios y bienes públicos según el artículo 1 de la Ley 1508 de 2012, donde la asignación de riesgos y la determinación de los pagos condicionados al uso de efectivo y adecuado de la infraestructura contratada, los contratos de concesión contenidos en la ley 80 se hayan contenidos en los esquemas de APP. (Ministerio de Vivienda C. y., 2022)

Figura 2. Modelo colaborativo entre el sector público y privado.



Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2022)

Para la implementación de las APP en los municipios y distritos, es necesario referirse a los principios generales de los contratos, entre los cuales se encuentra la relación costo beneficio; la asignación de riesgos, el derecho a retribución. (Ministerio de Vivienda, 2022)

Para el tema de identificar los riesgos financieros de las asociaciones público privadas APP en la viabilización de proyectos para sistemas de tratamiento de aguas residuales, para ello se debe tener un modelo financiero detallado y formulado que fundamente el valor del proyecto para identificar los riesgos, continuación se presenta el modelo financiero para dar viabilidad a un proyecto bajo el mecanismo de asociación publico privada según la resolución en construcción del ministerio de vivienda, ciudad y territorio "Por la cual se establecen los criterios técnicos y requisitos de presentación, aprobación, viabilización y reformulación de los proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico que se adelanten bajo la modalidad de Asociaciones Público Privadas –APP-, que se financien o no se financien con recursos del Presupuesto General de la Nación, o de otros fondos públicos". (Ministerio de Vivienda C. y.-M., 2020)

i.El modelo financiero deberá ser elaborado en programa Excel, deberá estar detallado y formulado, libre de protecciones y contener todas las hojas electrónicas que aportan la totalidad de la información que requiere el modelo para realizar los cálculos.

ii. Las proyecciones deberán calcularse con una periodicidad anual, tanto para el periodo de inversión como para el periodo de operación que lo requiera.

iii. Se deben incluir las proyecciones financieras del balance general, el flujo de caja, y el estado de resultados del operador del sistema que se espera contratar.

iv. Se deben calcular los indicadores financieros de liquidez, endeudamiento, rentabilidad (VAN, TIR.) y los demás que permitan evaluar financieramente el proyecto. Deberá permitir estimar la rentabilidad esperada del proyecto y del inversionista.

v. Las proyecciones financieras deben incorporar los resultados obtenidos en la estructuración técnica y todos los aspectos que afectan los resultados tales como: las proyecciones de ingresos, inversiones, costos, gastos de operación y mantenimiento, gastos administrativos, impuestos (según las leyes vigentes), servicio de deuda, seguros,

entre otros. Todos los rubros deberán estar desarrollados hasta el detalle de indicar precios unitarios y cantidades.

vi. Diseñar los elementos para verificar la implementación oportuna de los mecanismos de liquidez, conforme a lo establecido en las minutas del contrato y adelantar todas las gestiones complementarias que se consideren necesarias para que se logre el cierre financiero.

vii. Determinar los requisitos para asegurar la existencia de un cierre financiero (contratos de crédito, colocación de bonos, etc.) y verificarlos, cálculo del costo de capital.

viii. El modelo financiero deberá permitir simular diversas fuentes de financiación para el proyecto. La entidad pública competente o el formulador de la iniciativa deberán estimar la estructura financiera más adecuada para el proyecto, que minimice el costo ponderado de capital, así como el desarrollo del cálculo del costo de capital.

ix. La entidad pública competente deberá estimar los requerimientos de aportes de capital o el apoyo de cualquier índole que requiera el proyecto por parte de la misma entidad pública para hacer financieramente viable el proyecto; en caso contrario, se deberá estimar el valor y periodicidad de los pagos que el concesionario deberá hacer a la Nación, al departamento o al ente público competente.

x. El modelo financiero deberá reflejar el impacto financiero de los proyectos sobre los que se tiene conocimiento que entrarán en operación en el futuro, que pueden afectar la ejecución del proyecto, con la correspondiente sensibilidad sobre la demanda.

xi. El modelo financiero deberá permitir mostrar los cambios en la rentabilidad y viabilidad financiera del proyecto y del inversionista ante cambios en los niveles de demanda, tarifas a los usuarios, remuneración al concesionario, condiciones de deuda y componente de capital, variables macroeconómicas, cronograma de inversión, cambio en el valor de los predios, aspectos tributarios, plazo del contrato y todas las demás variables que puedan afectar la rentabilidad del proyecto y del inversionista.

xii. La entidad competente o el formulador de la iniciativa deberá preparar los resultados de diferentes escenarios tanto pesimistas como optimistas. Deberá incluir los resultados de

un escenario crítico con el fin de visualizar el comportamiento del modelo en un evento en donde la mayoría de las variables se vean afectadas.

xiii. La entidad pública competente o el formulador de la iniciativa deberá elaborar y presentar un manual del modelo financiero, que explique las variables de entrada del modelo, los cálculos intermedios que el modelo realiza y dónde y cómo se presentan los resultados del modelo. El manual deberá explicar con claridad cuáles son los pasos que un usuario debe seguir para realizar nuevas corridas del modelo, y verificar los cambios en los resultados ante cambios en los valores de las variables de entrada.

xiv. La entidad pública competente o el formulador de la iniciativa deberá definir los mecanismos que el concesionario debe cumplir para acreditar que cuenta con recursos suficientes para realizar la totalidad de los aportes de capital que requiera el proyecto, de acuerdo con los resultados del estudio de factibilidad financiera que desarrollará.

xv. La entidad pública competente debe preparar el modelo financiero que consolide todos los factores anteriormente mencionados en formato Excel y que permita sensibilizar los diferentes escenarios determinando el que involucre el valor presente neto óptimo y refleje la tasa interna de retorno más conveniente para la Nación, el Departamento y/o la entidad pública competente

. xvi. El modelo financiero debe estar construido de manera que sea sencillo analizar la información. Las proyecciones deberán estar realizadas de manera que sea posible observarlas a precios corrientes y en precios constantes.



A nivel Nacional estos son los requisitos para una adecuada modelación financiera, pero a su vez no desglosa los factores de riesgos financieros por los cuales se enfrentan estas asociaciones, por lo cual se realiza una revisión bibliográfica a nivel internacional para comprender que variables a tener presente para identificar los riesgos financieros de las Asociaciones Público-Privadas (APP) en la viabilidad de proyectos para sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Según Ebrahim Jokar (2021),” Assessing and Prioritizing Risks in Public-Private Partnership (PPP) Projects Using the Integration of Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Methods” donde los proyectos de infraestructura basados en asociaciones público-privadas (APP) generalmente enfrentan muchos riesgos e incertidumbres en todas las etapas del proyecto, incluidos los estudios iniciales, el diseño, la construcción y la operación. Lo cual genera muchos desafíos en cuanto a costos, retrasos en el proyecto y pérdida de materiales y equipos entre otros. Dada la necesidad de utilizar el método APP en el desarrollo de proyectos de infraestructura y sus amplias dimensiones, es importante identificar y evaluar con precisión los riesgos involucrados en estos proyectos. Dado a que varios esfuerzos gubernamentales para financiar los proyectos de infraestructura han demostrado que el sector público no puede desarrollar las infraestructuras según sea necesario, sin la ayuda del sector privado, por ello surgen las Asociaciones Público-Privadas (APP), ante la disminución de la liquidez y el aumento de la deuda. y satisfacer la demanda pública, la construcción y el desarrollo de infraestructura en los años setenta y ochenta. La APP es un mecanismo en el que el sector público, como el gobierno y otros organismos gubernamentales, utiliza las capacidades del sector privado, incluidos el conocimiento, la experiencia y los recursos financieros, para proporcionar servicios de infraestructura.

Los estudios muestran que muchos de los riesgos que plantean los retrasos y los reprocesos, el exceso de los costos incurridos y las desviaciones del programa en los proyectos de APP son predecibles, planificables y evaluables. En base a esto, se puede decir que para evitar el aumento de presupuesto y tiempo de los proyectos, es necesario utilizar sistemas de gestión de proyectos como el análisis y planificación de los riesgos e incertidumbres. La gestión de riesgos es un proceso sistemático que implica identificar, analizar y responder a los riesgos del proyecto, además de maximizar la probabilidad y los impactos de eventos positivos y minimizar los efectos y eventos adversos, por ello se proponen diferentes fases para la gestión de riesgos, donde se requiere seguir pasos como: (1) planificación de la gestión de riesgos, (2) identificación de riesgos, (3) análisis cualitativo de riesgos , (4) análisis cuantitativo del riesgo , (5) planificación de la respuesta al riesgo y (6) seguimiento del riesgo, que sugiere el Project Management Institute en la guía del PMBOK . (Jokar et al., 2021).También se encuentra Asheem et al.(2017),en su artículo de investigación titulado “Efficient risk transfer in PPP wastewater treatment projects” señala que las asociaciones no siempre conducen a una gestión eficiente debido a tres parámetros

identificados : (i) competencia, (ii) monitoreo e (iii) incentivos, para transferir riesgos. Los hallazgos muestran que la competencia determina la capacidad del sector privado para asumir riesgos y los riesgos se manejen de manera eficiente, adicionalmente las lecciones aprendidas de los estudios de caso pueden proporcionar orientación a los gobiernos para transferir riesgos de manera eficiente en proyectos de tratamiento de aguas residuales de APP.

En estudios anteriores se ha demostrado que el sector privado es mejor que el sector público en la gestión de los riesgos de los proyectos, esto se debe aquel sector privado está impulsado por las ganancias, lo que le permite gestionar mejor los riesgos de forma más eficiente. Entonces, teóricamente, permitir que el sector privado maneje estos riesgos debería resultar en costos más bajos. Sin embargo no ocurre, dado a que no correrá riesgos de gran magnitud a bajo precio, aunque esté mejor capacitado para gestionarlos. Por ello, los gobiernos les resultará difícil ofrecer incentivos suficientes para que las entidades privadas asuman estos riesgos. La consecuencia es que una amplia gama de riesgos puede asignarse de manera ineficiente.(Shrestha et al., 2017)

El dilema de las APP es que, si bien la participación privada compensa las cargas de los costos del comprador, también coloca al socio privado en un control significativo de todo el proyecto, invitando a acciones que desvíen los beneficios a sí mismos a costa del comprador, cuyos intereses se supone que deben servir.

Adicionalmente los riesgos críticos en los proyectos de APP incluyen tanto factores endógenos como exógenos que afectan los proyectos de manera diferente al igual que su impacto, por lo cual es desafío es la asignación de riesgos de manera eficiente entre las partes cuyos objetivos pueden no siempre ser congruentes.(Shrestha et al., 2017)

Cuando las entidades públicas están demasiado interesadas en atraer inversión privada a través de APP, generalmente es el sector privado el que tiene mayor influencia durante las negociaciones de asignación de riesgos. Como consecuencia, el gobierno puede tener que pagar primas considerables para transferir esos riesgos al sector privado, reduciendo la relación calidad-precio en estos proyectos y se puede presentar que el sector privado pueda cambiar las primas elevadas o buscar formas de reducir sus costos comprometiendo la calidad del proyecto.

8. METODOLOGÍA

- Compilar los riesgos financieros de viabilidad financiera en sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas que se han presentado a nivel global.

Para realizar la compilación de los riesgos financieros entorno a la inversión de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, donde se debe hacer una revisión bibliográfica, lo cual se consulta a gestores bibliográficos como Science Direct.

En la revisión bibliográfica se toman los factores de riesgo de cada artículo de investigación encontrado sobre los riesgos de viabilidad financiera de asociaciones publico privadas (APP) para sistemas de tratamiento de agua residual e infraestructura pública que se rigen por estas asociaciones.

Luego se procede a realizar la frecuencia de los factores de riesgos encontrados, para ello se debe tomar el texto completo para extraer la siguiente información: factor de riesgo, año de la publicación, gestor bibliografico,revista,título del artículo, bibliografía, país donde se realizó el estudio, tipo de documento y el DOI.

A continuación se muestran los riesgos financieros identificados en la inversión de STAR’s, aplicable en el área constructiva e infraestructura pública, para ello se revisaron 37 artículos científicos de los cuales 23 artículos de investigación se relacionaban con el presente tema de revisión bibliográfica:

Tabla 1. Identificación de riesgos cualitativos.

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA												
No	**FACTOR DE RIESGO**	**AÑO**	**GESTOR BIBLIOGRAFICO**	**REVISTA**	**TITULO**	**BIBLIOGRAFIA**	**PAIS**	**TIPO DE DOCUMENTO**	**URL/DOI**	**No ARTÍCULOS CONSULTADOS**	**No ARTÍCULOS RELACIONADOS**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**
1	**DEUDA TOTAL**	2021	SCIENCE DIRECT	Borsa Istanbul Review	Macroeconomic drivers of Public Private Partnership (PPP) projects in low income and developing countries: A panel data analysis	(Yurdakul et al., 2021)	Egipto	Artículo de investigación	10.1016/j.bir.2021.01.002	**37**	**23**	**3**
		2020	SCIENCE DIRECT	Socio-Economic Planning Sciences	How does risk transference to private partner impact on public-private partnerships' success? Empirical evidence from developing economies	(Fleta-Asín & Muñoz, 2020)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.seps.2020.100870			
		2018	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Scaling up small scale wastewater treatment systems in low- and middle-income countries: An analysis of challenges and ways forward through the case of Egypt	(Reymond et al., 2018)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2018.03.008			
2	**DEMANDA DEL MERCADO**	2021	SCIENCE DIRECT	Operations Research Perspectives	Assessing and Prioritizing Risks in Public-Private Partnership (PPP) Projects Using the Integration of Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Methods	(Jokar et al., 2021)	Iran	Artículo de investigación	10.1016/j.orp.2021.100190	**37**	**23**	**5**
		2015	SCIENCE DIRECT	Expert Systems with Applications	Evaluation and ranking of risk factors in public-private partnership water supply projects in developing countries using fuzzy synthetic evaluation approach	(Ameyaw & Chan, 2015)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.eswa.2015.02.041			
		2015	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Cross-country comparisons of key drivers, critical success factors and risk allocation for public-private partnership projects	(Chou & Pramudawardhani, 2015)	Taiwan	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.12.003			
		2014	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Concession period for PPPs: A win-win model for a fair risk sharing	(Carbonara et al., 2014)	Italia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.01.007			

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA												
No	**FACTOR DE RIESGO**	**AÑO**	**GESTOR BIBLIOGRAFICO**	**REVISTA**	**TITULO**	**BIBLIOGRAFIA**	**PAIS**	**TIPO DE DOCUMENTO**	**URL/DOI**	**No ARTÍCULOS CONSULTADOS**	**No ARTÍCULOS RELACIONADOS**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**
		2013	SCIENCE DIRECT	Journal of Facilities Management	Identifying public-private partnership (PPP) risks in managing water supply projects in Ghan	(Effah Ameyaw & Chan, 2013)	China	Artículo de investigación	10.1108/14725961311314651			
3	**INFLACIóN**	2021	SCIENCE DIRECT	Periodica Polytechnica Civil Engineering	Risk assessment model for planning and design processes of wastewater treatment plants	(Topalić Marković et al., 2021)	Serbia	Estudio de caso	10.3311/PPci.16740	**37**	**23**	**10**
		2021	SCIENCE DIRECT	Borsa Istanbul Review	Macroeconomic drivers of Public Private Partnership (PPP) projects in low income and developing countries: A panel data analysis	(Yurdakul et al., 2021)	Egipto	Artículo de investigación	10.1016/j.bir.2021.01.002			
		2021	SCIENCE DIRECT	Operations Research Perspectives	Assessing and Prioritizing Risks in Public-Private Partnership (PPP) Projects Using the Integration of Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Methods	(Jokar et al., 2021)	Iran	Artículo de investigación	10.1016/j.orp.2021.100190			
		2020	SCIENCE DIRECT	Socio-Economic Planning Sciences	How does risk transference to private partner impact on public-private partnerships' success? Empirical evidence from developing economies	(Fleta-Asín & Muñoz, 2020)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.seps.2020.100869			
		2015	SCIENCE DIRECT	Expert Systems with Applications	Evaluation and ranking of risk factors in public-private partnership water supply projects in developing countries using fuzzy synthetic evaluation approach	(Ameyaw & Chan, 2015)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.eswa.2015.02.041			
		2015	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Cross-country comparisons of key drivers, critical success factors and risk allocation for public-private partnership projects	(Chou & Pramudawardhani, 2015)	Taiwan	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.12.003			
		2014	SCIENCE DIRECT	Procedia Economics and Finance	Financial and Economic Risks to Public Projects	(Platon et al., 2014)	Rumania	Artículo de investigación	10.1016/s2212-5671(14)00082-3			

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA												
No	**FACTOR DE RIESGO**	**AÑO**	**GESTOR BIBLIOGRAFICO**	**REVISTA**	**TITULO**	**BIBLIOGRAFIA**	**PAIS**	**TIPO DE DOCUMENTO**	**URL/DOI**	**No ARTÍCULOS CONSULTADOS**	**No ARTÍCULOS RELACIONADOS**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**
		2013	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Financial evaluation program for construction projects at the pre-investment phase in developing countries: A case study	(Halawa et al., 2013)	Egipto	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2012.11.001			
		2013	SCIENCE DIRECT	Journal of Facilities Management	Identifying public-private partnership (PPP) risks in managing water supply projects in Ghan	(Effah Ameyaw & Chan, 2013)	China	Artículo de investigación	10.1108/14725961311314651			
		2005	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK	(Bing et al., 2005)	Australia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2004.04.006			
4	**FACTOR EXOGENO**	2021	SCIENCE DIRECT	World Development	Evaluating risk allocation and project impacts of sustainability-oriented water public–private partnerships in Southern California: A comparative case analysis	(Nizkorodov, 2021)	Korea	Artículo de investigación	10.1016/j.worlddev.2020.105232	**37**	**23**	**9**
		2020	SCIENCE DIRECT	Socio-Economic Planning Sciences	How does risk transference to private partner impact on public-private partnerships' success? Empirical evidence from developing economies	(Fleta-Asín & Muñoz, 2020)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.seps.2020.100870			
		2019	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Ownership, corruption, and revenue regimes for infrastructure partnerships: Evidence from China	(Wang & Ma, 2019)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2019.100942			
		2018	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Scaling up small scale wastewater treatment systems in low- and middle-income countries: An analysis of challenges and ways forward through the case of Egypt	(Reymond et al., 2018)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2018.03.008			
		2017	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Efficient risk transfer in PPP wastewater treatment projects	(Shrestha et al., 2017)	Australia	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2017.03.003			

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA												
No	**FACTOR DE RIESGO**	**AÑO**	**GESTOR BIBLIOGRAFICO**	**REVISTA**	**TITULO**	**BIBLIOGRAFIA**	**PAIS**	**TIPO DE DOCUMENTO**	**URL/DOI**	**No ARTÍCULOS CONSULTADOS**	**No ARTÍCULOS RELACIONADOS**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**
		2015	SCIENCE DIRECT	Expert Systems with Applications	Evaluation and ranking of risk factors in public-private partnership water supply projects in developing countries using fuzzy synthetic evaluation approach	(Ameyaw & Chan, 2015)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.eswa.2015.02.041			
		2015	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Cross-country comparisons of key drivers, critical success factors and risk allocation for public-private partnership projects	(Chou & Pramudawardhani, 2015)	Taiwan	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.12.003			
		2012	SCIENCE DIRECT	Habitat International	Factors influencing the success of PPP at feasibility stage - A tripartite comparison study in Hong Kong	(Ng et al., 2012)	Hong Kong	Artículo de investigación	10.1016/j.habitatint.2012.02.002			
		2005	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK	(Bing et al., 2005)	Australia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2004.04.006			
5	**FACTOR ENDOGENO**	2021	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Public-private partnerships in the water sector: A review	(Lima et al., 2021)	Portugal	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2021.101182	**37**	**23**	**7**
		2021	SCIENCE DIRECT	World Development	Evaluating risk allocation and project impacts of sustainability-oriented water public–private partnerships in Southern California: A comparative case analysis	(Nizkorodov, 2021)	Korea	Artículo de investigación	10.1016/j.worlddev.2020.105232			
		2020	SCIENCE DIRECT	Socio-Economic Planning Sciences	How does risk transference to private partner impact on public-private partnerships' success? Empirical evidence from developing economies	(Fleta-Asín & Muñoz, 2020)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.seps.2020.100870			
		2017	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Efficient risk transfer in PPP wastewater treatment projects	(Shrestha et al., 2017)	Australia	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2017.03.003			

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA												
No	**FACTOR DE RIESGO**	**AÑO**	**GESTOR BIBLIOGRAFICO**	**REVISTA**	**TITULO**	**BIBLIOGRAFIA**	**PAIS**	**TIPO DE DOCUMENTO**	**URL/DOI**	**No ARTÍCULOS CONSULTADOS**	**No ARTÍCULOS RELACIONADOS**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**
		2015	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Cross-country comparisons of key drivers, critical success factors and risk allocation for public-private partnership projects	(Chou & Pramudawardhani, 2015)	Taiwan	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.12.003			
		2014	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Concession period for PPPs: A win-win model for a fair risk sharing	(Carbonara et al., 2014)	Italia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.01.007			
		2005	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK	(Bing et al., 2005)	Australia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2004.04.006			
6	**FLUJO DE ENTRADA**	2021	SCIENCE DIRECT	Journal of Cleaner Production	Fluctuation in construction costs and its effect on contract renegotiation behavior in PPP wastewater treatment projects: An evolutionary game analysis	(Lv et al., 2021)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.jclepro.2021.128025	**37**	**23**	**3**
		2018	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Mitigating risks in wastewater treatment plant PPPs using minimum revenue guarantee and real options	(Marzouk & Ali, 2018)	Egipto	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2018.06.012			
		2017	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Efficient risk transfer in PPP wastewater treatment projects	(Shrestha et al., 2017)	Australia	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2017.03.003			
7	**MALA GESTION ORGANIZACIONAL**	2018	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Scaling up small scale wastewater treatment systems in low- and middle-income countries: An analysis of challenges and ways forward through the case of Egypt	(Reymond et al., 2018)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2018.03.008	**37**	**23**	**3**
		2013	SCIENCE DIRECT	Journal of Facilities Management	Identifying public-private partnership (PPP) risks in managing water supply projects in Ghan	(Effah Ameyaw & Chan, 2013)	China	Artículo de investigación	10.1108/14725961311314651			

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA												
No	**FACTOR DE RIESGO**	**AÑO**	**GESTOR BIBLIOGRAFICO**	**REVISTA**	**TITULO**	**BIBLIOGRAFIA**	**PAIS**	**TIPO DE DOCUMENTO**	**URL/DOI**	**No ARTÍCULOS CONSULTADOS**	**No ARTÍCULOS RELACIONADOS**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**
		2005	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK	(Bing et al., 2005)	Australia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijpromman.2004.04.006			
8	**GOBERNANZA DEL PROYECTO**	2021	SCIENCE DIRECT	Operations Research Perspectives	Assessing and Prioritizing Risks in Public-Private Partnership (PPP) Projects Using the Integration of Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Methods	(Jokar et al., 2021)	Iran	Artículo de investigación	10.1016/j.orp.2021.100190	**37**	**23**	**6**
		2020	SCIENCE DIRECT	Journal of Environmental Management	Sustainable design of large wastewater treatment plants considering multi-criteria decision analysis and stakeholders' involvement	(Ghergel et al., 2020)	Singapore	Artículo de investigación	10.1016/j.jenvman.2020.110158			
		2020	SCIENCE DIRECT	Socio-Economic Planning Sciences	How does risk transference to private partner impact on public-private partnerships' success? Empirical evidence from developing economies	(Fleta-Asín & Muñoz, 2020)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.seps.2020.100870			
		2018	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Scaling up small scale wastewater treatment systems in low- and middle-income countries: An analysis of challenges and ways forward through the case of Egypt	(Reymond et al., 2018)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2018.03.008			
		2018	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Review of studies on the public–private partnerships (PPP) for infrastructure projects	(Cui et al., 2018)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.ijpromman.2018.03.004			
		2006	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Good project governance for proper risk allocation in public-private partnerships in Indonesia	(Abednego & Ogunlana, 2006)	Tailandia	Estudio de caso	10.1016/j.ijpromman.2006.07.010			

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA												
No	**FACTOR DE RIESGO**	**AÑO**	**GESTOR BIBLIOGRAFICO**	**REVISTA**	**TITULO**	**BIBLIOGRAFIA**	**PAIS**	**TIPO DE DOCUMENTO**	**URL/DOI**	**No ARTÍCULOS CONSULTADOS**	**No ARTÍCULOS RELACIONADOS**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**
9	**INESTABILIDAD MACROECONOMICA**	2021	SCIENCE DIRECT	Borsa Istanbul Review	Macroeconomic drivers of Public Private Partnership (PPP) projects in low income and developing countries: A panel data analysis	(Yurdakul et al., 2021)	Egipto	Artículo de investigación	10.1016/j.bir.2021.01.002	**37**	**23**	**3**
		2020	SCIENCE DIRECT	Socio-Economic Planning Sciences	How does risk transference to private partner impact on public-private partnerships' success? Empirical evidence from developing economies	(Fleta-Asín & Muñoz, 2020)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.seps.2020.100870			
		2005	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK	(Bing et al., 2005)	Australia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2004.04.006			
10	**IMPERFECCIÓN DE LOS MERCADOS**	2012	SCIENCE DIRECT	Habitat International	Factors influencing the success of PPP at feasibility stage - A tripartite comparison study in Hong Kong	(Ng et al., 2012)	Hong Kong	Artículo de investigación	10.1016/j.habitatint.2012.02.002	**37**	**23**	**1**
11	**INGRESOS REALES**	2021	SCIENCE DIRECT	World Development	Evaluating risk allocation and project impacts of sustainability-oriented water public–private partnerships in Southern California: A comparative case analysis	(Nizkorodov, 2021)	Korea	Artículo de investigación	10.1016/j.worlddev.2020.105232	**37**	**23**	**4**
		2018	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Review of studies on the public–private partnerships (PPP) for infrastructure projects	(Cui et al., 2018)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2018.03.004			
		2013	SCIENCE DIRECT	Journal of Facilities Management	Identifying public-private partnership (PPP) risks in managing water supply projects in Ghan	(Effah Ameyaw & Chan, 2013)	China	Artículo de investigación	10.1108/14725961311314651			

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA												
No	**FACTOR DE RIESGO**	**AÑO**	**GESTOR BIBLIOGRAFICO**	**REVISTA**	**TITULO**	**BIBLIOGRAFIA**	**PAIS**	**TIPO DE DOCUMENTO**	**URL/DOI**	**No ARTÍCULOS CONSULTADOS**	**No ARTÍCULOS RELACIONADOS**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**
		2012	SCIENCE DIRECT	Habitat International	Factors influencing the success of PPP at feasibility stage - A tripartite comparison study in Hong Kong	(Ng et al., 2012)	Hong Kong	Artículo de investigación	10.1016/j.habitatint.2012.02.002			
12	**MERCADO DEFICIENTE**	2020	SCIENCE DIRECT	Socio-Economic Planning Sciences	How does risk transference to private partner impact on public-private partnerships' success? Empirical evidence from developing economies	(Fleta-Asín & Muñoz, 2020)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.seps.2020.100870	**37**	**23**	**1**
13	**PERIODO DE CONCESIÓN**	2020	SCIENCE DIRECT	Journal of Environmental Management	Sustainable design of large wastewater treatment plants considering multi-criteria decision analysis and stakeholders' involvement	(Ghergel et al., 2020)	Singapore	Artículo de investigación	10.1016/j.jenvman.2020.110158	**37**	**23**	**5**
		2018	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Review of studies on the public–private partnerships (PPP) for infrastructure projects	(Cui et al., 2018)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2018.03.004			
		2015	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Cross-country comparisons of key drivers, critical success factors and risk allocation for public-private partnership projects	(Chou & Pramudawardhani, 2015)	Taiwan	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.12.003			
		2014	SCIENCE DIRECT	Procedia Economics and Finance	Financial and Economic Risks to Public Projects	(Platon et al., 2014)	Rumania	Artículo de investigación	10.1016/s2212-5671(14)00082-3			
		2014	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Concession period for PPPs: A win-win model for a fair risk sharing	(Carbonara et al., 2014)	Italia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.01.007			
14	**PRECIO DEL PRODUCTO**	2015	SCIENCE DIRECT	Expert Systems with Applications	Evaluation and ranking of risk factors in public-private partnership water supply projects in developing countries using fuzzy synthetic evaluation approach	(Ameyaw & Chan, 2015)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.eswa.2015.02.041	**37**	**23**	**2**

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA												
No	**FACTOR DE RIESGO**	**AÑO**	**GESTOR BIBLIOGRAFICO**	**REVISTA**	**TITULO**	**BIBLIOGRAFIA**	**PAIS**	**TIPO DE DOCUMENTO**	**URL/DOI**	**No ARTÍCULOS CONSULTADOS**	**No ARTÍCULOS RELACIONADOS**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**
		2014	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Concession period for PPPs: A win-win model for a fair risk sharing	(Carbonara et al., 2014)	Italia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.01.007			
15	RELACION CALIDAD PRECIO	2021	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Public-private partnerships in the water sector: A review	(Lima et al., 2021)	Portugal	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2021.101182	**37**	**23**	**8**
		2021	SCIENCE DIRECT	World Development	Evaluating risk allocation and project impacts of sustainability-oriented water public–private partnerships in Southern California: A comparative case analysis	(Nizkorodov, 2021)	Korea	Artículo de investigación	10.1016/j.worlddev.2020.105232			
		2018	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Mitigating risks in wastewater treatment plant PPPs using minimum revenue guarantee and real options	(Marzouk & Ali, 2018)	Egipto	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2018.06.016			
		2018	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Review of studies on the public–private partnerships (PPP) for infrastructure projects	(Cui et al., 2018)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2018.03.004			
		2014	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Concession period for PPPs: A win-win model for a fair risk sharing	(Carbonara et al., 2014)	Italia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.01.007			
		2012	SCIENCE DIRECT	Habitat International	Factors influencing the success of PPP at feasibility stage - A tripartite comparison study in Hong Kong	(Ng et al., 2012)	Hong Kong	Artículo de investigación	10.1016/j.habitatint.2012.02.002			
		2005	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK	(Bing et al., 2005)	Australia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2004.04.006			
		2002	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project	Evaluating the risks of public private partnerships for infrastructure projects	(Grimsey & Lewis, 2002)	Australia	Artículo de investigación	10.1016/S0263-7863(00			

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA												
No	**FACTOR DE RIESGO**	**AÑO**	**GESTOR BIBLIOGRAFICO**	**REVISTA**	**TITULO**	**BIBLIOGRAFIA**	**PAIS**	**TIPO DE DOCUMENTO**	**URL/DOI**	**No ARTÍCULOS CONSULTADOS**	**No ARTÍCULOS RELACIONADOS**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**
				Management					)00040-5			
16	**RESTRICCIONES PRESUPUESTARIAS**	2020	SCIENCE DIRECT	Socio-Economic Planning Sciences	How does risk transference to private partner impact on public-private partnerships' success? Empirical evidence from developing economies	(Fleta-Asín & Muñoz, 2020)	España	Artículo de investigación	10.1016/j.seps.2020.100870	**37**	**23**	**1**
17	**RIESGO DE INGRESOS**	2018	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Mitigating risks in wastewater treatment plant PPPs using minimum revenue guarantee and real options	(Marzouk & Ali, 2018)	Egipto	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2018.06.014	**37**	**23**	**2**
		2014	SCIENCE DIRECT	Procedia Economics and Finance	Financial and Economic Risks to Public Projects	(Platon et al., 2014)	Rumania	Artículo de investigación	10.1016/s2212-5671(14)00082-3			
18	**TASA DE RENDIMIENTO DE MINIMA ATRACTIVA (TREMA)**	2013	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Financial evaluation program for construction projects at the pre-investment phase in developing countries: A case study	(Halawa et al., 2013)	Egipto	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2012.11.002	**37**	**23**	**1**
19	**TIEMPO DE FINALIZACION**	2018	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Mitigating risks in wastewater treatment plant PPPs using minimum revenue guarantee and real options	(Marzouk & Ali, 2018)	Egipto	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2018.06.013	**37**	**23**	**4**
		2018	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Review of studies on the public–private partnerships (PPP) for infrastructure projects	(Cui et al., 2018)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2018.03.004			

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA												
No	**FACTOR DE RIESGO**	**AÑO**	**GESTOR BIBLIOGRAFICO**	**REVISTA**	**TITULO**	**BIBLIOGRAFIA**	**PAIS**	**TIPO DE DOCUMENTO**	**URL/DOI**	**No ARTÍCULOS CONSULTADOS**	**No ARTÍCULOS RELACIONADOS**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**
		2015	SCIENCE DIRECT	Expert Systems with Applications	Evaluation and ranking of risk factors in public-private partnership water supply projects in developing countries using fuzzy synthetic evaluation approach	(Ameyaw & Chan, 2015)	China	Artículo de investigación	10.1016/j.eswa.2015.02.041			
		2014	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Concession period for PPPs: A win-win model for a fair risk sharing	(Carbonara et al., 2014)	Italia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.01.007			
20	**VALOR ACTUAL NETO (VAN)**	2018	SCIENCE DIRECT	Utilities Policy	Mitigating risks in wastewater treatment plant PPPs using minimum revenue guarantee and real options	(Marzouk & Ali, 2018)	Egipto	Artículo de investigación	10.1016/j.jup.2018.06.017	**37**	**23**	**4**
		2014	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Concession period for PPPs: A win-win model for a fair risk sharing	(Carbonara et al., 2014)	Italia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2014.01.007			
		2013	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	Financial evaluation program for construction projects at the pre-investment phase in developing countries: A case study	(Halawa et al., 2013)	Egipto	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2012.11.001			
		2005	SCIENCE DIRECT	International Journal of Project Management	The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK	(Bing et al., 2005)	Australia	Artículo de investigación	10.1016/j.ijproman.2004.04.006			

Fuente: Autor.

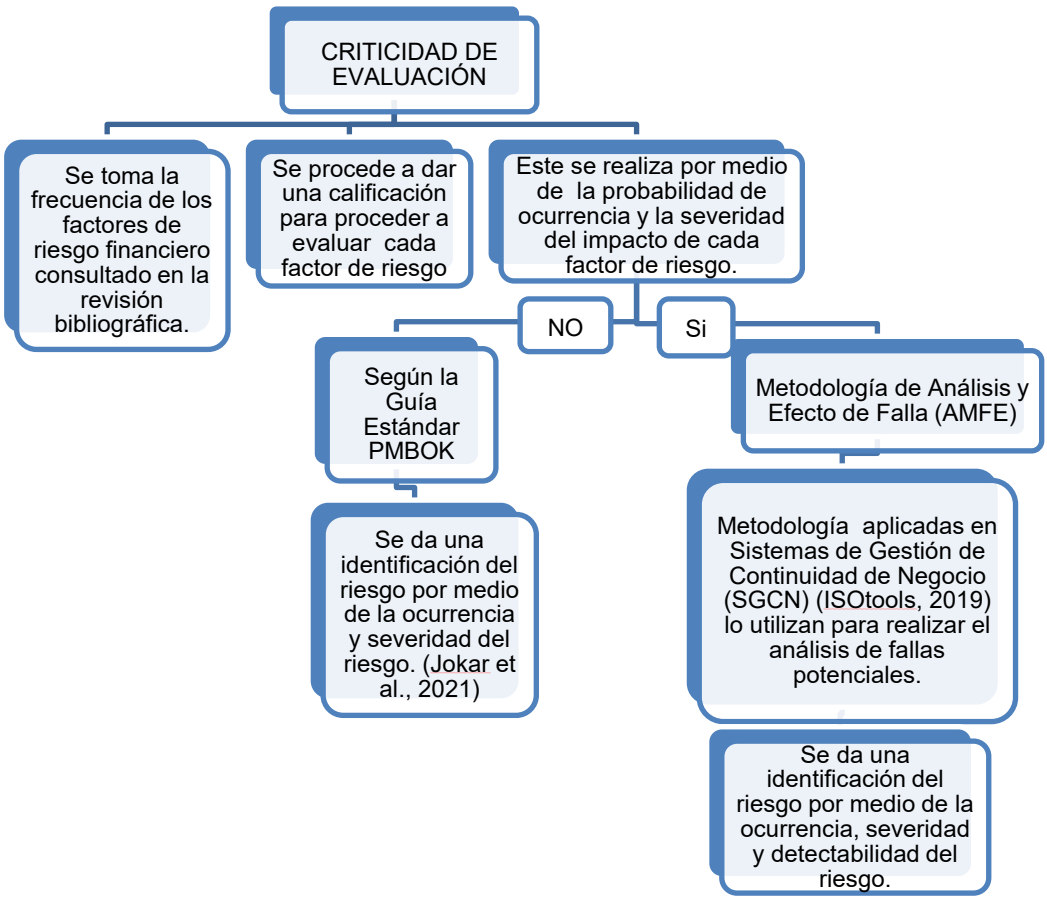
- Evaluar los riesgos financieros a nivel cualitativo y cuantitativo por medio de la Metodología de Análisis y Efecto de Falla -AMFE.

Para dar continuidad a la identificación de los factores de riesgo se procede a realizar la evaluación de los riesgos financieros, este se realiza por medio de la probabilidad de

ocurrencia y la severidad del impacto de cada factor de riesgo, para ello (Jokar et al., 2021) recomienda utilizar la Guía Estándar PMBOK.

Realizando investigaciones para encontrar una metodología más completa para evaluar el riesgo, se encontró la Metodología de Análisis y Efecto de Falla (AMFE), dado a que diversos Sistemas de Gestión de Continuidad de Negocio (SGCN), se fundamentan con la metodología mencionada, donde determinan acciones de prevención a partir de la identificación de riesgos en el análisis de fallas potenciales en servicios y procesos con el fin de determinar las acciones adecuadas que eviten la ocurrencia de las mismas, con el propósito de eliminar o minimizar los riesgos. (ISOtools, 2019)

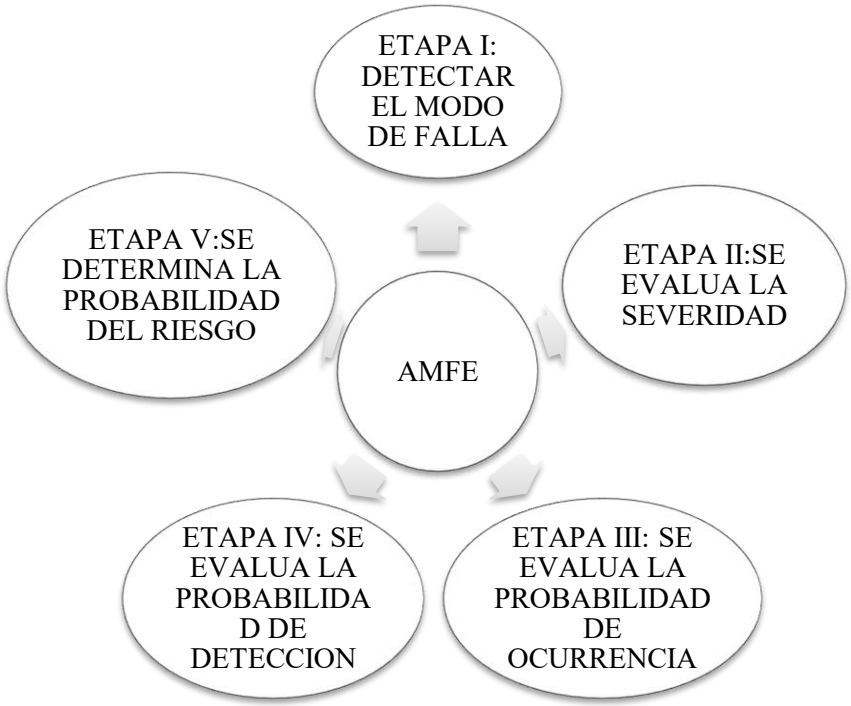
Figura 3. Criticidad para la mejor opción de implementación de metodología



Fuente: Autor

A continuación se muestra las etapas que compone la Metodología de Análisis y Efecto de Falla-AMFE.

Figura 4 Procesos de la Metodología AMFE.



Fuente: (LEAN CONSTRUCTION MEXICO, 2020)

Etapa I: Modo potencial de falla: Se detecta el riesgo a tratar y efecto el daño que causaría de manera potencial.

Etapa II: Severidad (S): Que tan grande es el daño se clasifica de 1 a 5 del menos severo al más severo. (LEAN CONSTRUCTION MEXICO, 2020)

Etapa III: Causas potenciales: Lo que ocasiona los modos de falla y se realiza por medio del diagrama de Pareto (LEAN CONSTRUCTION MEXICO, 2020)

Etapa IV: Ocurrencia(O): Es la frecuencia con la que ocurre causas potenciales se clasifica de 1 a 5 de la probabilidad menos remota a la más remota. (LEAN CONSTRUCTION MEXICO, 2020)

Control: Por medio de indicadores se puede tener el control para evitar y detectar las causas

Etapa V: Detección(D): Que tan efectivo son los controles y que capacidad tiene para prevenir una falla, este se clasifica de 1 a 5, donde 1 es la detección prácticamente segura y 5 el control no detecta la falla. (LEAN CONSTRUCTION MEXICO, 2020)

Luego se procede a ser el análisis del Índice Prioritario del Riesgo (IPR) una vez calculado este valor se debe tomar las medidas correctivas para disminuir la medida y se calcula de la siguiente manera: IPR=S*O*D (LEAN CONSTRUCTION MEXICO, 2020)

Esta metodología es utilizada para el análisis de riesgos y frecuentemente usada por las organizaciones conocida como Análisis Modal de Fallos y Efectos- AMFE, este método tipifica todos los problemas que pueden surgir para luego clasificar la criticidad del riesgo para toma de decisiones.

Se realiza la identificación del riesgo: Por medio de la enumeración de todos los factores internos o externos que pueden generar un riesgo.

Determinación de la criticidad de cada riesgo: Los riesgos se evalúan comparándolos con factores y clasificándolos en una escala de acuerdo a su capacidad de impactar a la organización y se realiza por medio de la criticidad, la probabilidad de ocurrencia y la facilidad o no para detectar el riesgo.

Clasificación del riesgo: Algunos riesgos pueden resultar aceptables para la organización, debido a la baja incidencia o su escaza probabilidad de ocurrencia, lo cual pueden ser mitigados.

Determinar las acciones a seguir: Después de tener una visión global de los riesgos a los que se encuentra expuesto una organización, su capacidad de impacto y su probabilidad de ocurrencia se procede a diseñar las acciones para el tratamiento de estos riesgos.

Los beneficios principales que trae la implementación de esta metodología son:

Aumentar la eficacia, la fiabilidad de un proyecto de inversión Publico-´Privada

La implementación de la metodología facilita la identificación y eliminación de todo lo que generan fallos en el inicio y ejecución del proyecto

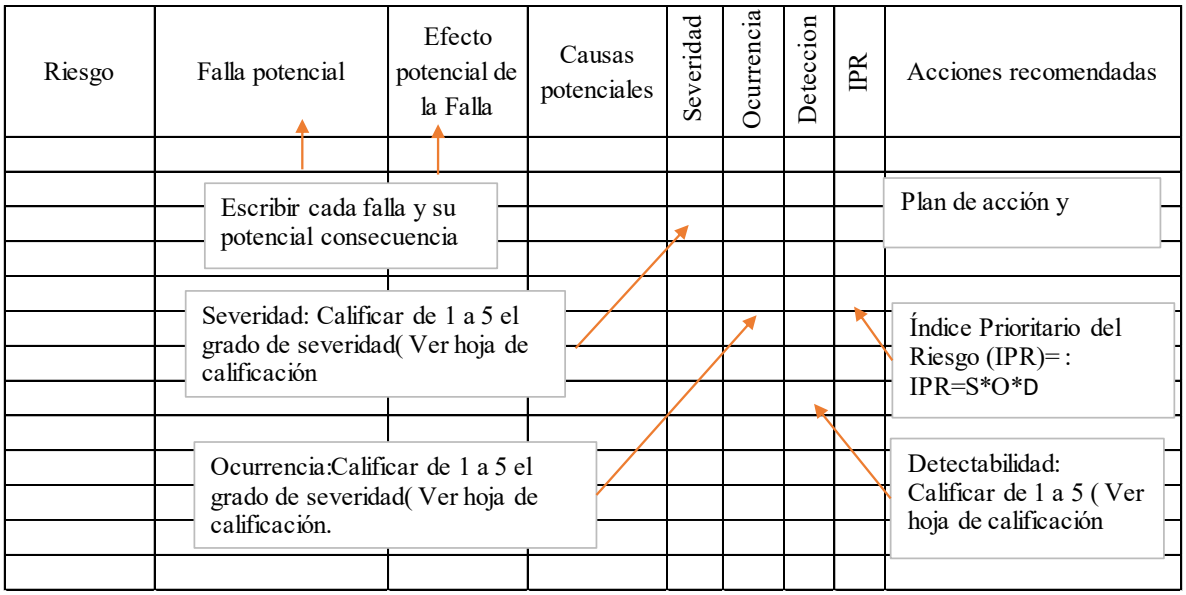
Permite minimizar cambios

Se logra determinar las características críticas y significativas

Establecer un histórico de fallas y sus soluciones.

A continuación se muestra cómo se debe evaluar el riesgo por medio de la Metodología AMFE.

Figura 5.Componentes del Análisis del Modo y Efectos de Fallo (AMFE)



Fuente: Tomado de(Consuegra Mateus, 2015)

Figura 6. Calificación según la frecuencia del factor de riesgo encontrado

Frecuencia del factor de riesgo	Calificación
1-2	1
3-4	2
5-6	3
7-8	4
9-10	5

Fuente: Autor

Figura 7. Calificación de la Severidad.

Calificación	Categoría	Criterio
1	Muy baja	No perjudica a las partes
2	Menor	Produce un agravio temporal entre las partes y requiere de monitoreo e intervención al inicio
3	Media	Produce un agravio temporal entre las partes y requiere de monitoreo e intervención en toda la fase del proyecto.
4	Alta	Produce un agravio permanente menor afectando la inversión del proyecto
5	Muy Alta	Produce un agravio permanente mayor afectando la estabilidad económica del inversor.

Fuente: Adoptado de(Consuegra Mateus, 2015)

Figura 8.Calificación de ocurrencia

Calificación	Categoría	Criterio
1	Remota	Casi nunca ocurre
2	Baja	Ocurre raramente
3	Moderada	Ocurre poco frecuente
4	Alta	Ocurre frecuentemente
5	Muy Alta	Casi siempre ocurre

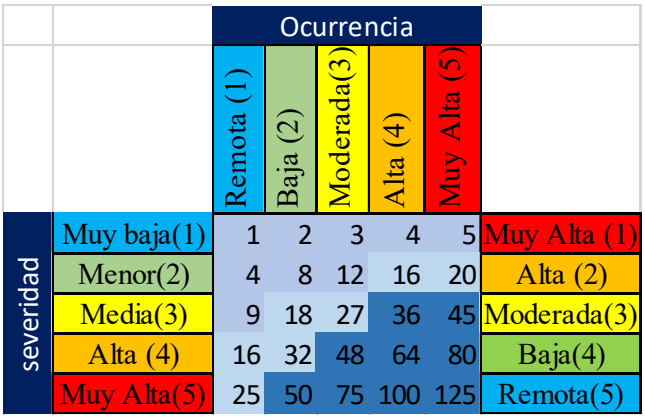
Fuente: Adoptado de(Consuegra Mateus, 2015)

Figura 9.Calificación de la Detección

Calificación	Categoría	Criterio
1	Muy Alta	El error será siempre detectado (95-100%)
2	Alta	El error será frecuentemente detectado (75-94%)
3	Moderada	El error no será detectado frecuentemente (40-74%)
4	Baja	El error raramente será detectado (6-39%)
5	Remota	La detección no será posible en ningún punto. (0-5%)

Fuente: Adoptado de(Consuegra Mateus, 2015)

Figura 10.Para categorizar el riesgo.



Fuente: Adoptado de(Consuegra Mateus, 2015)

Figura 11. Categorización del Riesgo.

Riesgo Bajo	Probabilidad de que las entidades públicas no cumpla con sus obligaciones de pago.
Riesgo Medio	La tasa de retorno se vea afectada por múltiples factores.
Riesgo Alto	Puede ocasionar grandes fluctuaciones, desequilibrios económicos por múltiples factores.

Fuente: Adoptado de(Consuegra Mateus, 2015)

Evaluación Cualitativa por medio de la Metodología AMFE.

Para aplicar la metodología AMFE según la frecuencia del factor de riesgo financiero identificado se da una calificación de 1 a 5 para evaluar la severidad, ocurrencia y detectabilidad según la figura 4.

A continuación Se describe la falla y consecuencia ,luego el efecto potencial de la falla, causa de la falla y se realiza la calificación según la ocurrencia, severidad y detectabilidad y se procede hallar el Índice Prioritario del Riesgo (IPR) para proceder a categorizar el riesgo.

Tabla 2. Evaluación Cualitativa por medio de la Metodología AMFE.

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA			METODOLOGIA DE ANALISIS,MODO,FALLA Y EFECTO -AMFE								
No	**FACTOR DE RIESGO**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**	**CALIFICACIÓN**	**FALLA POTENCIAL**	**EFECTO POTENCIAL DE LA FALLA**	**CAUSA DE LA FALLA**	**SEVERIDAD**	**OCURRENCIA**	**DETECCION**	**IPR**	**CLASIFICACION DEL RIESGO**
1	**DEUDA TOTAL**	**3**	2	El endeudamiento de países en vía de desarrollo y de bajos ingresos, pueden afectar el balance del gobierno general. Se presenta desequilibrio del gobierno y las restricciones fiscales en los países en desarrollo.	Como fuente alternativa de financiamiento, el modelo de Asociación Público Privada (APP) se ha vuelto cada vez más popular en las últimas décadas como un mecanismo para apoyar las actividades de inversión relacionadas con la infraestructura de los países de bajos ingresos y en desarrollo.	Búsqueda de nuevas formas de inversión como las asociaciones público-privadas.	2	5	4	40	RIESGO ALTO
2	**DEMANDA DEL MERCADO**	**5**	3	La demanda de mercado no sea eficiente y se vuelva un punto crítico llamado "cuello de botella"	*Son fallas que pueden causar desequilibrios económicos de la entidad contratada para ejecución del contrato. *El cambio de precios afecta la estabilidad del desarrollo del proyecto.	El creciente desequilibrio entre la oferta y la demanda. Costos y tiempos adicionales para el cumplimiento de proyectos.	3	4	5	60	RIESGO ALTO
3	**INFLACION**	**10**	5	Las fluctuaciones que experimenta de un año a otro la tasa de crecimiento de un país generan una volatibilidad macro económica presente principalmente en países en desarrollo.	La inestabilidad macroeconómica no es atractiva para los inversores de entidades privadas, debido a que la incapacidad para crecer a un ritmo sostenido es la principal manifestación de un ambiente macroeconómico inestable.	Los inversores privados buscan entornos empresariales más seguros y menos riesgosos.	5	4	3	60	RIESGO ALTO

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA			METODOLOGIA DE ANALISIS,MODO,FALLA Y EFECTO -AMFE								
No	**FACTOR DE RIESGO**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**	**CALIFICACIÓN**	**FALLA POTENCIAL**	**EFECTO POTENCIAL DE LA FALLA**	**CAUSA DE LA FALLA**	**SEVERIDAD**	**OCURRENCIA**	**DETECCION**	**IPR**	**CLASIFICACION DEL RIESGO**
4	**FACTOR EXOGENO**	**9**	5	La corrupción en medio de las asociaciones Publico-Privadas.	En esencia, estos riesgos surgen de eventos de riesgo que ocurren más allá de los límites del sistema de un proyecto, pero cuyas consecuencias cruzan los límites del proyecto para impactar sobre el proyecto y sus resultados. *Perjuicio en la imagen de las organizaciones implicadas	Se requiere estabilidad del entorno político en el país,otra fuente de riesgo surge de la cooperación entre los dos socios. Este tipo de riesgo se genera por la racionalidad acotada de los agentes que genera asimetrías de información y posibles comportamientos oportunistas entre ellos. Estos riesgos pueden aparecer ex ante a través de una selección adversa (por ejemplo, la elección de un socio privado subóptimo para realizar el servicio. Los riesgos en este nivel suelen estar asociados con condiciones políticas y legales, condiciones económicas.	5	4	3	60	RIESGO ALTO
5	**FACTOR ENDOGENO**	**7**	4	El riesgo moral y los contratos incompletos, es una preocupación natural abordada por la literatura a lo largo de los años (Fang et al., 2009 ; Fernández et al., 2018. Se presenta Comportamiento corrupto por parte de funcionarios públicos involucrados en el proceso de verificación de contratos.	Los contratos se encuentran lo más incompletos ya que es una forma para que los funcionarios públicos corruptos canalicen una mayor compensación a la entidad contratante.	El riesgo moral (por ejemplo, desempeño deficiente o desarrollo relacionado con el comportamiento de las partes privadas, donde no solo afecta la eficiencia de las operaciones, sino que también puede afectar el éxito o el fracaso de un proyecto. Incremento de los costos de financiamiento para honrar las obligaciones de la entidad contratante.	4	4	4	64	RIESGO ALTO

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA			METODOLOGIA DE ANALISIS,MODO,FALLA Y EFECTO -AMFE								
No	**FACTOR DE RIESGO**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**	**CALIFICACIÓN**	**FALLA POTENCIAL**	**EFECTO POTENCIAL DE LA FALLA**	**CAUSA DE LA FALLA**	**SEVERIDAD**	**OCURRENCIA**	**DETECCION**	**IPR**	**CLASIFICACION DEL RIESGO**
6	**FLUJO DE ENTRADA**	**3**	2	El volumen de las aguas residuales es un riesgo de ingresos importante para las partes involucradas.	Al no ser claros en la contratación se puede llegar a la reformulación de proyectos debido a los sobredimensionamientos por un volumen de agua no correspondiente a tratar.	Las incertidumbres asociadas con las entradas de las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden llevar a instalaciones de tamaño insuficiente o excesivo. Genera una reformulación de estudios y diseños lo que causa nuevos costos de inversión por parte de la entidad contratante.	2	5	4	40	RIESGO ALTO
7	**MALA GESTION ORGANIZACIONAL**	**3**	2	La estructuración de la comunicación entre las partes del proyecto no se encuentre en relación de la Gestión Organizacional. Falta de recursos humanos, competencias disponibles y relaciones tensas, compromiso deficiente de ambas partes, capacidad débil de los sectores público y privado	Cuando los objetivos no están claros se genera un proceso de desorganización, al igual genera una organización incorrecta lo que produce varias personas realizando el mismo trabajo, entre otras responsabilidades.	El riesgo de organización y coordinación es el único factor de riesgo a nivel micro que se asigna preferentemente únicamente al sector privado y se puede presentar la falta de compromiso de un socio, Estos riesgos de relación son causados por el trabajo conjunto de ambos sectores y, por lo tanto, ni el sector público ni el privado podrían gestionarlos sin el compromiso y la contribución de la otra parte.	2	2	2	8	RIESGO BAJO

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA			METODOLOGIA DE ANALISIS,MODO,FALLA Y EFECTO -AMFE								
No	**FACTOR DE RIESGO**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**	**CALIFICACIÓN**	**FALLA POTENCIAL**	**EFECTO POTENCIAL DE LA FALLA**	**CAUSA DE LA FALLA**	**SEVERIDAD**	**OCURRENCIA**	**DETECCION**	**IPR**	**CLASIFICACION DEL RIESGO**
8	**GOBERNANZA DEL PROYECTO**	**6**	3	Triangulación filosófica de la gobernanza del proyecto.	Se genera Metodologías como intrametodos,intermetodos(simultanea, secuencial) por medio de datos(tiempo, espacio) y por medio de la información de investigaciones teóricas.	El liderazgo adecuado de estos proyectos requiere la implementación de un sistema de gestión de proyectos en lugar de una provisión exitosa de los costos, el tiempo y los objetivos de calidad del proyecto. Señalan que el entorno de gobernanza, que abarca factores como la estabilidad política o la calidad de las regulaciones, es un determinante importante del volumen de inversión de las empresas privadas en proyectos de APP. Invertir y ganar dinero de manera racional y eficaz en los mercados financieros necesita paciencia y una visión a largo plazo.	3	2	3	18	RIESGO MEDIO
9	**INESTABILIDAD MACROECONOMICA**	**3**	2	La estabilidad macroeconómica se cita a menudo como un factor significativo para la implementación de proyectos de APP. A mayor inestabilidad macroeconómica, más actividades de Asociaciones público-privadas.	La inestabilidad macroeconómica no es atractiva para los inversores de entidades privadas, debido a que la incapacidad para crecer a un ritmo sostenido es la principal manifestación de un ambiente macroeconómico inestable.	Los inversores privados buscan entornos empresariales más seguros y menos riesgosos. La inestabilidad macroeconómica causa: • Mercado financiero deficiente • Volatilidad de la tasa de inflación • Volatilidad de la tasa de interés • Eventos económicos influyentes	2	5	4	40	RIESGO ALTO

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA			METODOLOGIA DE ANALISIS,MODO,FALLA Y EFECTO -AMFE								
No	**FACTOR DE RIESGO**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**	**CALIFICACIÓN**	**FALLA POTENCIAL**	**EFECTO POTENCIAL DE LA FALLA**	**CAUSA DE LA FALLA**	**SEVERIDAD**	**OCURRENCIA**	**DETECCION**	**IPR**	**CLASIFICACION DEL RIESGO**
10	**IMPERFECCION DE LOS MERCADOS**	**1**	1	No contar con el personal idóneo con habilidades gerenciales que brinden herramientas para realizar una adecuada evaluación de oferentes de proyectos públicos.	Debido a la no regulación de las entidades públicas en el acceso a nuevos oferentes se puede producir una monopolización a causa de las barreras de entrada. Favorecer en los pliegos de contratación a oferentes ya predeterminados.	La disponibilidad de un consorcio privado sólido, la alineación con los objetivos estratégicos del gobierno y la prestación de servicios confiables también se consideran de gran importancia para el éxito de los esquemas de APP.	1	4	2	8	RIESGO BAJO
11	**INGRESOS REALES**	**4**	2	Los ingresos reales durante un período unitario de tiempo caen por debajo del nivel preestablecido, el gobierno pagará al inversor privado la diferencia entre los ingresos reales y el umbral de ingresos.	Genera pérdidas económicas para el sector público y se genera un beneficio para la parte contratada(sector privado).	Presentaron los riesgos financieros como aquellos que impactan negativamente en los flujos de efectivo y la rentabilidad de los proyectos. Esta definición es amplia y cubre los riesgos de ingresos/mercado. La rentabilidad y el atractivo financiero son los factores de evaluación más importantes según la clasificación del sector público y el consorcio privado.	2	4	5	40	RIESGO ALTO
12	**MERCADO DEFICIENTE**	**1**	1	Se presenta baja oferta debido a la Deuda Total	Contaminación directa de fuentes hídricas por falta de tratamiento de agua residuales.	Menos recursos para la financiación de proyectos encaminados al tratamiento de aguas vertidas sin ningún tipo de tratamiento a las fuentes hídricas causando contaminación.	1	4	3	12	RIESGO BAJO

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA			METODOLOGIA DE ANALISIS,MODO,FALLA Y EFECTO -AMFE								
No	**FACTOR DE RIESGO**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**	**CALIFICACIÓN**	**FALLA POTENCIAL**	**EFECTO POTENCIAL DE LA FALLA**	**CAUSA DE LA FALLA**	**SEVERIDAD**	**OCURRENCIA**	**DETECCION**	**IPR**	**CLASIFICACION DEL RIESGO**
13	**PERIODO DE CONCESIÓN**	**5**	3	El período de concesión como el mejor instante de tiempo que crea una solución "ganar-ganar" tanto para el concesionario como para el gobierno y permite una distribución justa del riesgo entre las dos partes. En otras palabras, el período de concesión es capaz de satisfacer al privado y al gobierno al garantizar a ambas partes una ganancia mínima y, al mismo tiempo, distribuir equitativamente los riesgos entre las partes	Si el período de concesión es demasiado corto, el inversionista rechazará el contrato.	La larga duración del contrato. Esto hace que sea fácil verse afectado negativamente por diversos riesgos, lo que lleva al fracaso de los proyectos. La indeterminación durante los largos períodos de concesión de proyectos y el carácter incompleto de muchos contratos de APP resaltan la necesidad de un contrato incompleto y la renegociación del contrato. La entidad contratada se verá obligado a aumentar las tarifas del servicio en la fase de ejecución y operación	3	3	2	18	RIESGO MEDIO
14	**PRECIO DEL PRODUCTO**	**2**	1	Precio varía de acuerdo con la demanda del mercado.	Inestabilidad de precios produce cambios en tiempo y costo lo que genera retrasos y mayores costos.	Riesgo significativas como la incertidumbre de los precios (tarifas), aumento de precios, dificultades en la recaudación y diseño deficiente del proyecto.	1	5	3	15	RIESGO MEDIO

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA			METODOLOGIA DE ANALISIS,MODO,FALLA Y EFECTO -AMFE								
No	**FACTOR DE RIESGO**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**	**CALIFICACIÓN**	**FALLA POTENCIAL**	**EFECTO POTENCIAL DE LA FALLA**	**CAUSA DE LA FALLA**	**SEVERIDAD**	**OCURRENCIA**	**DETECCION**	**IPR**	**CLASIFICACION DEL RIESGO**
15	**RELACION CALIDAD PRECIO**	**8**	4	La relación calidad-precio es la combinación óptima de costo de vida total y calidad (o idoneidad para el propósito) para cumplir con los requisitos del proyecto. existe una necesidad obvia de garantizar que se haya logrado una buena relación calidad-precio, el Gobierno busca utilizar la financiación del sector privado en la provisión de infraestructura y servicios del sector público y así lograr una buena relación calidad-precio. El criterio de la relación calidad-precio debe establecer los mejores medios para lograr la función requerida del proyecto al menor costo	Muchos profesionales e investigadores creen que las APP pueden aliviar la presión presupuestaria de los gobiernos inyectando recursos del sector privado, fomentando la innovación, mejorando la productividad, permitiendo una mejor asignación de riesgos, aumentando la relación calidad-precio.	La APP se ha centrado pruebas sobre la relación calidad-precio. Al presentar un producto de mala calidad a un buen precio o se realice un producto de buena calidad a un mal precio, en la primera opción la entidad contratada puede generar una ganancia mayor por presentar un producto de mala calidad y en el segundo se presente que la entidad contratada no cumpla con una tasa interna de retorno favorable, lo que causa perdidas para la entidad contratada.	4	4	2	32	RIESGO MEDIO
16	**RESTRICCIONES PRESUPUESTARIAS**	**1**	1	El sector público puede buscar beneficios al asociarse con el sector privado dado a su capacidad de administrar los gastos de capital al tiempo que logra los objetivos institucionales	Lograr los objetivos institucionales	Entidad privada tiene la capacidad de administrar los gastos de capital de la entidad contratante.	1	2	4	8	RIESGO BAJO

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA			METODOLOGIA DE ANALISIS,MODO,FALLA Y EFECTO -AMFE								
No	**FACTOR DE RIESGO**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**	**CALIFICACIÓN**	**FALLA POTENCIAL**	**EFECTO POTENCIAL DE LA FALLA**	**CAUSA DE LA FALLA**	**SEVERIDAD**	**OCURRENCIA**	**DETECCION**	**IPR**	**CLASIFICACION DEL RIESGO**
17	**RIESGO DE INGRESOS**	**2**	1	Las entradas de efectivo del proyecto no cubran su salida de efectivo y el rendimiento esperado por parte de las asociaciones público-privadas.	Se puede presentar la no culminación exitosa del proyecto, debido a que las salidas de efectivo sean mayores que las entradas del efectivo del proyecto.	Uno de los riesgos importantes de un proyecto de APP es el riesgo de ingresos, que es la posibilidad de que las entradas de efectivo del proyecto no cubran su 'salida de efectivo y el rendimiento esperado de las partes privadas'	1	4	4	16	RIESGO MEDIO
18	**TASA DE RENDIMIENTO DE MINIMA ATRACTIVA (TREMA)**	**1**	1	La tasa de rendimiento mínima atractiva demuestra si una propuesta de inversión vale la pena desde el punto de vista de la organización, en cuanto al costo de oportunidad del capital	Define la ganancia o pérdida de una inversión en un lapso determinado de tiempo	La TREMA especificada para la evaluación económica de las propuestas de inversión es de vital importancia para determinar si una propuesta de inversión vale la pena desde el punto de vista de la organización	1	4	2	8	RIESGO BAJO
19	**TIEMPO DE FINALIZACIóN**	**4**	2	El tiempo de finalización permite proteger los intereses del inversionista de entidad privada y la entidad pública y lograr asegurar los intereses para las dos partes de una manera equilibrada.	Culminación exitosa de los proyectos.	Confiabilidad y participación de las entidades privadas en la participación de proyectos públicos en pro del saneamiento básico para las comunidades. Tiempos prolongados de 20-40 años	2	4	2	16	RIESGO MEDIO

ANALISIS DE REVISION BIBLIOGRAFICA			METODOLOGIA DE ANALISIS,MODO,FALLA Y EFECTO -AMFE								
No	**FACTOR DE RIESGO**	**FRECUENCIA DEL FACTOR**	**CALIFICACIÓN**	**FALLA POTENCIAL**	**EFECTO POTENCIAL DE LA FALLA**	**CAUSA DE LA FALLA**	**SEVERIDAD**	**OCURRENCIA**	**DETECCION**	**IPR**	**CLASIFICACION DEL RIESGO**
20	**VALOR ACTUAL NETO (VAN)**	**4**	2	El valor actual neto (VAN) del flujo de caja del proyecto como criterio para calcular el período de concesión. Algunas de ellas determinan el período de concesión considerando únicamente la maximización de los beneficios del concesionario.	El valor actual neto (VAN) negativo no implica no haya un beneficio, sino que evidencia que no se están obteniendo beneficios o que estos no alcanzan a cubrir las expectativas del proyecto.	El beneficio financiero de un proyecto se mide por su valor actual neto (VAN), que se determina descontando todos los flujos de efectivo que surgen al momento de inicio del proyecto". Por lo tanto, no debemos descuidar ningún factor que pueda afectar la evaluación financiera de los proyectos de construcción en la fase de preinversión. La no culminación del proyecto de la entidad contratada y se genera sanciones y multas.	2	3	3	18	RIESGO MEDIO

Fuente: Autor

Evaluación cuantitativa.

Para realizar la evaluación cuantitativa es necesario tener un software especializado para evaluar individualmente cada factor de riesgo, en la revisión bibliográfica se encontró un estudio de caso referente a riesgos financieros en viabilidad de proyectos relacionados a sistemas de tratamiento de aguas residuales STAR, el cual se procede a traducir y redactar de la mejor manera para que pueda ser entendible para el lector.

Este caso describe la aplicación del contrato de mitigación del riesgos, marco y los métodos de valoración de opciones reales de ejercicio múltiple, Método de Monte Carlo de mínimos cuadrados (MLSM) y ejercicio múltiple Límite (MEB), con condiciones de contrato y afluencia muy similar a los del sistema de tratamiento de aguas residuales de New Cairo - Egypt respecto (Orascom, 2014): (Marzouk & Ali, 2018)

• Valor total del contrato (2.800 millones de EGP)

• Costo de construcción (1.100 millones de EGP)

• Capacidad de la planta y afluencia base

• Tendencia de crecimiento exponencial del área de servicio (ciudad nueva)

• Incentivos contractuales.

El período de concesión del estudio de caso en cuestión es de 18 años. El que invierte tiene derecho a canjear la diferencia entre el mínimo garantía de flujo y la entrada a la planta al final de cualquier año, dependiendo del número de opciones. Las cláusulas de los escenarios del contrato de concesión que diferencian entre las ejecuciones del modelo son: Garantía de flujo mínimo (MFG), pagos fijos y flexibilidad gradual.(Marzouk & Ali, 2018)

Tabla 3. Detalles de los escenarios de las cláusulas en el estudio de caso.

Garantía de flujo mínimo (MFG)	El valor del flujo mínimo se toma en consideración como un porcentaje de la capacidad de la planta o de la entrada de base (determinada) Los porcentajes considerados son: 1) 12,5%, 2) 25%, 3) 37,5% y 4) 50%.
Pagos fijos	Hay dos tipos de pagos fijos en el estudio de caso que nos ocupa: 1) según la capacidad de la planta; 2) pagos de operación fijos (sin tener en cuenta la capacidad de la planta). Los valores de los dos tipos de pagos fijos se suman y su suma representa un porcentaje del total de pagos recibidos. Los porcentajes considerados son: 50%, 37,5%, 25%, 12,5% y 0%.
Flexibilidad gradual	Construcción de una sola etapa: CAP = 100.000 m3
	Construcción en dos fases: CAP1 = 50.000 m 3, CAP2 = 50.000 m3

Fuente:(Marzouk & Ali, 2018)

Entradas del modelo.

Los datos de entrada son comunes a todas las ejecuciones del modelo. Con la inicial La población atendida por el sistema sea igual a 550.000 per cápita(por persona). al inicio de la construcción del sistema y se proyecta a lo largo del período de concesión un crecimiento exponencial de los 3,000,000 per cápita, luego de 20 años (es decir, 2 años de construcción + 18 años operativos). Según el modelo de simulación, la diferencia en los valores de flujo fue adoptado de Picanyol y Chaponda (2010).

$$Q_0 = Q_{0\,opt} = Q_{0\,pes} \approx 151.000\ \frac{m^3}{dia}$$

$$Q_T \approx 670.000\frac{m^3}{dia}; Q_{T\,opt} \approx 1.040.000\frac{m^3}{dia}\ ; Q_{T\,pes} \approx 462.000\frac{m^3}{dia}$$

$$Q_t = Q_0 * e^{0.008*t}$$

$$V_0 = 0\left(\frac{m^3}{dia}\right)^2\ ;\ V_T = 179.736\ \left(\frac{m^3}{dia}\right)^2$$

Donde: Q0 es la entrada inicial esperada; $Q0_{opt}$ y $Q0_{pes}$ son los 85 percentiles iniciales esperadas de entradas optimistas y pesimistas, respectivamente; $Q_{T\,opt}$ y $Q_{T\,pes}$ son el percentil 85 final (al final del período de concesión) se esperan entradas optimistas y pesimistas, respectivamente; T = 18 años; $0 \le t \le T = 18$ con $\Delta t = 1$; V0 y V_T son los variaciones iniciales y finales de la afluencia. (Marzouk & Ali, 2018)

Las tasas de descuento (r) utilizadas en este modelo son:

El costo promedio ponderado del promedio del inversor = 0,14. Se utiliza para descontar todas las entradas y salidas de efectivo, excepto por el de las opciones.

La tasa de descuento de opciones = 0.09 (solvencia crediticia del garante (el gobierno)

Se muestra precio del tratamiento y costo de penalización según el flujo mínimo de la capacidad de la planta proyectada, como se muestra a continuación:

Tabla 4.Precio del tratamiento y Costo de penalización por el flujo de derivación en EGP.

Fijo / Variable (%)	Precio del tratamiento (EGP / m 3)	Pagos operativos anuales fijos (EGP / año)	Pagos anuales dependientes de la capacidad de la planta (EGP / año / m 3)	Costo de penalización (EGP / m 3)
50%	2,27	60,730,000.00	340,12	1,14
37,5%	2,85	45.344.942,96	253,93	1,43
25%	3,42	30.227.475,74	169,29	1,71
12,5%	3,99	15.113.737,87	84,65	2,00
0%	4.56	-	-	2,28

Fuente: (Marzouk & Ali, 2018)

Tabla 5.Precio del tratamiento y Costo de penalización por el flujo de derivación en COP

Fijo / Variable (%)	Precio del tratamiento (COP / m 3)	Pagos operativos anuales fijos (COP/ año)	Pagos anuales dependientes de la capacidad de la planta (COP / año / m 3)	Costo de penalización (COP / m3)
50%	$ 567.50	$ 9.777.530.000.00	$ 54.759.32	$ 183.54
37,5%	$ 458.85	$ 7.300.535.662.00	$ 40.882.73	$ 230.23
25%	$ 550.62	$ 4.866.623.475.00	$ 27.255.69	$ 275.31
12,5%	$ 642.39	$ 2.433.311.657.00	$ 13.628.65	$ 322.00
0%	$ 734.16	-	-	$ 367.08

1 libra egipcia EGP = 161 pesos Colombianos para el año 2018. Fuente: Adoptado (Marzouk & Ali, 2018)

Los costos de construcción del sistema se estiman en 1.100 millones de EGP ($177’100.000.000 COP) (divididos entre las 2 fases en caso de que se cancele la construcción del sistema, con una tasa de inflación anual del 10%). Los costos operativos para el tratamiento de un cubo de agua residual de 1 m son de 0,5 EGP($80.50 COP) . Los pagos fijos y variables se calculan utilizando el flujo de entrada esperado (determinista) de

la planta, asumiendo que el valor total del contrato es de aproximadamente 2.800 millones de EGP (equivalente a 472 millones de USD) y ($1.428.744.000.000.00 COP). El precio del tratamiento y los pagos fijos dependen del porcentaje de pagos fijos a variables, como se muestra en la Tabla 4.Cada ejecución tiene un código a efectos de visualización. El código consta de dos palabras y tres números (word1.word2.XYZ).Tabla 6. describe las diferentes opciones para cada término del código. Como tal, el número total de casos es igual a 2 * 3 * 4 * 4 * 5 = 480 casos.

Tabla 6.Ejecuta opciones de código.

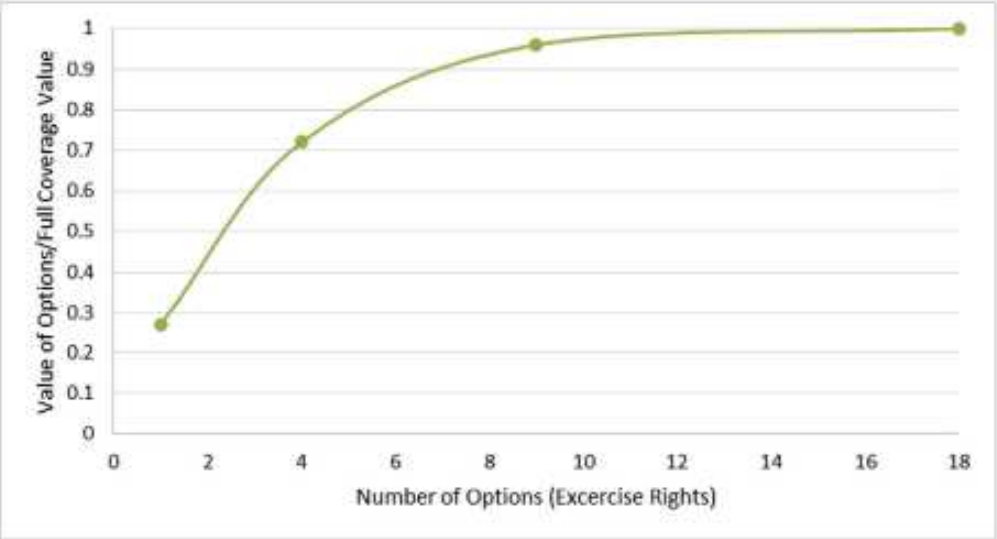
código palabra1	CAP	La garantía de caudal mínimo es un porcentaje de la capacidad del sistema
	REL	La garantía de flujo mínimo es un porcentaje de la entrada esperada.
código palabra2	STAGE	Si el sistema se construye en una sola etapa.
	OBLIGATED	Si el sistema se construye en dos fases de igual capacidad, con la obligación de ampliar la planta antes de que finalice el período de concesión.
	FREE	Si el sistema se construye en dos fases de igual capacidad, sin la obligación de ampliar la planta antes de que finalice el período de concesión
Código X	1	Si la función de incremento de varianza utilizada es g1(t)
	2	Si la función de incremento de varianza utilizada es g2(t)
	3	Si la función de incremento de varianza utilizada es g3(t)
	4	Si la función de incremento de varianza utilizada es g4(t)
Código Y	1	Si el porcentaje del MFG = 12,5% (CAP)
	2	Si el porcentaje del MFG = 25% (ya sea CAP)
	3	Si el porcentaje del MFG = 37.5% (ya sea CAP)
	4	Si el porcentaje del MFG = 50% (CAP)
Código Z	1	Si el porcentaje del valor de los pagos fijos a los variables = 50%
	2	Si el porcentaje del valor de los pagos fijos a los variables = 37,5%
	3	Si el porcentaje del valor de los pagos fijos a los variables = 25%
	4	Si el porcentaje del valor de los pagos fijos a los variables = 12,5%
	5	Si el porcentaje del valor de los pagos fijos a los variables = 0%

Fuente: (Marzouk & Ali, 2018)

Efecto sobre el valor de la garantía de caudal mínimo

El presente caso de estudio corresponde a el valor de la Garantía de Flujo Mínimo (MFG).El valor de la opción es más relevante para el gobierno (garante) que para el inversionista (garantizado) aquí el valor de la opción se encuentra afectado por cuatro factores principales, que se presentan:

Figura 12. Valor de la Garantía de Flujo Mínimo (MFG).



Fuente: (Marzouk & Ali, 2018)

La Figura 10, muestra el número de opciones que estarán bajo el alcance de esta parte del análisis son 1, 4, 9 y 18 opciones. El aumento en el valor de las opciones tiende a cesar a medida que el número de opciones se acerca a 9 opciones (es decir, la mitad de la cobertura). El 90% del valor de las opciones se alcanza después de seis opciones (es decir, una tercera cobertura).

Figura 13. Resultado del número de opciones del valor de la Garantía de Flujo Mínimo (MFG).



Fuente: (Marzouk & Ali, 2018)

La figura 11 revela lo siguiente:

- El valor más alto de las opciones corresponde al conjunto de casos CAP.1-STAGE.
- El siguiente es el conjunto de casos CAP.OBLIGATED.
- El siguiente es el conjunto de casos CAP.FREE

Finalmente, los conjuntos de casos REL.1-STAGE, REL.FREE y REL.OBLIGATED corresponden al valor más bajo de las opciones.

Además, es notable que el promedio más alto del valor de las opciones (que corresponde al conjunto de casos CAP.1-STAGE) es de 147 millones de EGP, lo que equivale a algo menos del 6% del valor promedio del contrato total, esto puede estar relacionado con el hecho de que este conjunto de casos tiene el mayor valor mínimo de garantía de flujo. Mientras que para el resto de los casos el valor medio de las opciones no superará el 3% del valor total del contrato.

Efecto en la curva de flujo de caja neto (curva S)

El flujo de efectivo es más importante para el inversionista que para el gobierno porque representa el estado de rentabilidad del proyecto APP y se ve afectado por estas categorías de factores: función de incremento de la varianza, índice de pagos fijos a variables y flujo mínimo.

El efecto sobre el flujo de caja se medirá a través del efecto en 3 puntos de la curva S para cada conjunto de casos (Figura 11).

Figura 14. curva S para cada conjunto de casos

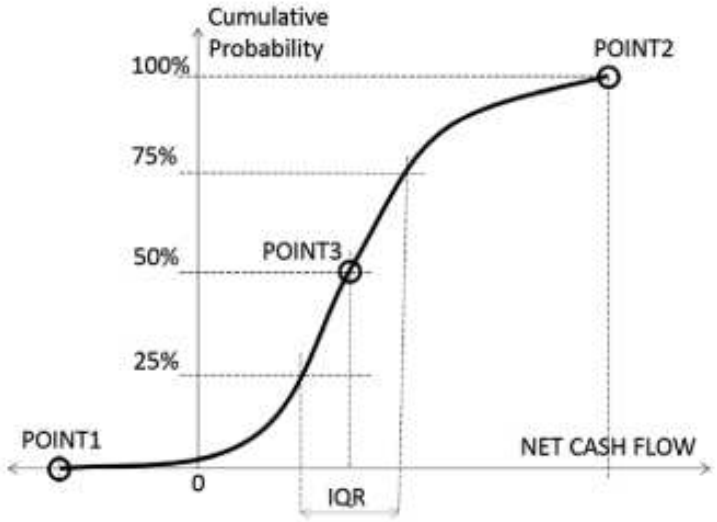


Fig. 8. S-curve considered cases.

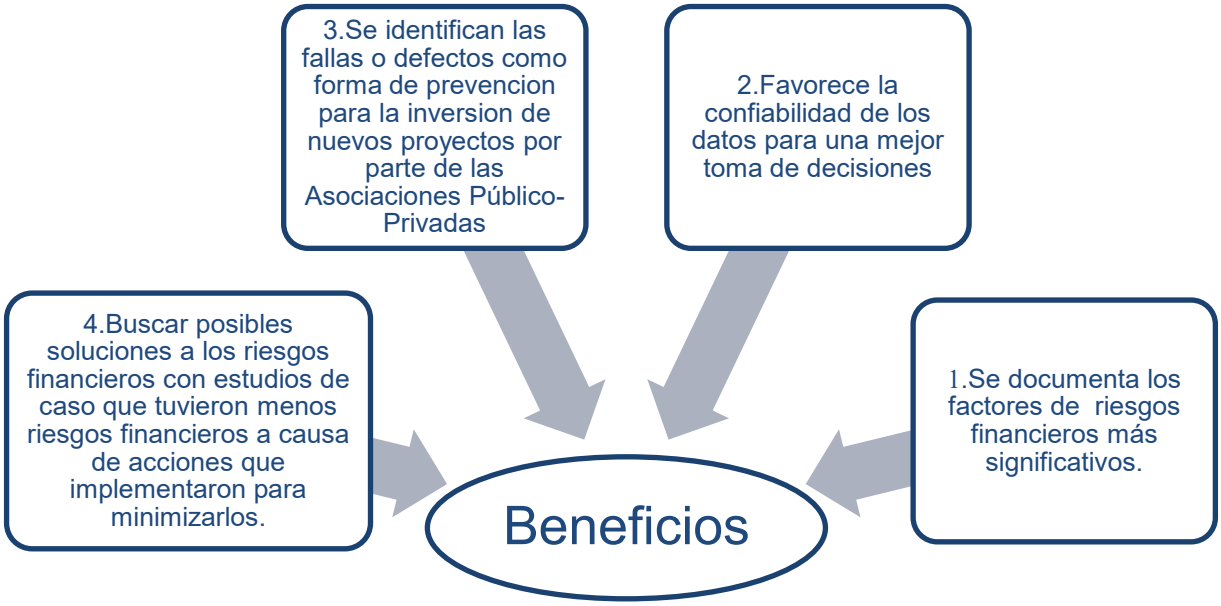
Fuente: (Marzouk & Ali, 2018)

1. Cola de la curva (el flujo de caja neto del 1%): punto1
2. Parte superior de la curva (el 100% del flujo de caja neto): punto2
3. Punto medio (el 50% del flujo de caja neto): punto3

Además de estos tres puntos, el Inter cuartil gama (IQR) del flujo de caja neto curva que sirve como una medida de la amplitud de la curva-S.

- Identificar los riesgos según su importancia y proporcionar posibles soluciones para la prevención del riesgo financiero en la viabilidad de proyectos.

Figura 15**.** Posibles soluciones para la minimización de riesgo financiero en la viabilidad de proyectos de STARD.



Fuente: Autor.

Según los resultados de la aplicación de la Metodología de Análisis del Modo y Efectos de Fallo (AMFE), se obtuvo que los riesgos evaluados se encuentran en riesgo medio y alto, lo que representa una afectación de la tasa de retorno de las partes involucradas por múltiples factores y para el riesgo alto puede ocasionar fluctuaciones y desequilibrios económicos por los siguientes factores:

Tabla 7. Factores con una valoración de riesgo Alto.

No	FACTOR DE RIESGO	IPR	CLASIFICACION DEL RIESGO	REPRESENTA	TOTAL FACTORES EVALUADOS
1	DEUDA TOTAL	40	RIESGO ALTO	40%	100%
2	DEMANDA DEL MERCADO	60			
3	INFLACION	60			
4	FACTOR EXOGENO	60			
5	FACTOR ENDOGENO	64			
6	FLUJO DE ENTRADA	40			
9	INESTABILIDAD MACROECONOMICA	40			
11	INGRESOS REALES	40			

Fuente: Autor

Según los riesgos evaluados por la metodología AMFE, se relaciona que del 100% de los factores evaluados el 40% representan un riesgo alto.

Tabla 8. Factores con una valoración de riesgo Medio.

No	FACTOR DE RIESGO	IPR	CLASIFICACION DEL RIESGO	REPRESENTA	TOTAL FACTORES EVALUADOS
8	GOBERNANZA DEL PROYECTO	18	RIESGO MEDIO	35%	100%
13	PERIODO DE CONCESIÓN	18			
14	PRECIO DEL PRODUCTO	15			
15	RELACION CALIDAD PRECIO	32			
17	RIESGO DE INGRESOS	16			
19	TIEMPO DE FINALIZACION	16			
20	VALOR ACTUAL NETO (VAN)	18			

Fuente: Autor

Según los riesgos evaluados por la metodología AMFE, se relaciona que del 100% de los factores evaluados el 35% representan un riesgo medio.

Tabla 9. Factores con una valoración de riesgo bajo.

No	FACTOR DE RIESGO	IPR	CLASIFICACION DEL RIESGO	REPRESENTA	TOTAL FACTORES EVALUADOS
7	MALA GESTION ORGANIZACIONAL	8	RIESGO BAJO	25%	100%
10	IMPERFECCION DE LOS MERCADOS	8			
12	MERCADO DEFICIENTE	12			
16	RESTRICCIONES PRESUPUESTARIAS	8			
18	TASA DE RENDIMIENTO DE MINIMA ATRACTIVA (TREMA)	8			

Fuente: Autor

Según los riesgos evaluados por la metodología AMFE, se relaciona que del 100% de los factores evaluados el 25% representan un riesgo bajo.

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- **Compilar los riesgos financieros de viabilidad financiera en sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas que se han presentado a nivel global.**

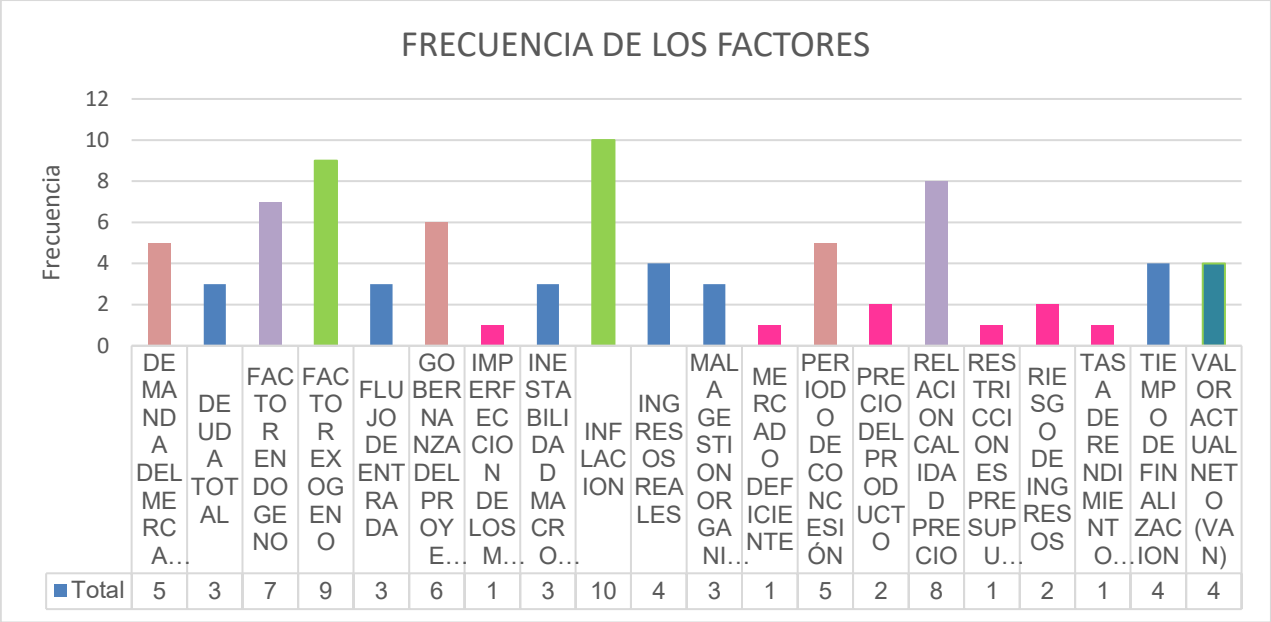
Como análisis de resultados frente a la revisión bibliográfica se evaluaron 20 factores de riesgo presentes en los diferentes artículos de investigación consultados de los cuales cada uno presenta la siguiente frecuencia:

Tabla 10. Frecuencia de factores de riesgo encontrados en la literatura consultada.

Suma de FRECUENCIA DEL FACTOR FACTOR DE RIESGO	Total
DEMANDA DEL MERCADO	5
DEUDA TOTAL	3
FACTOR ENDOGENO	7
FACTOR EXOGENO	9
FLUJO DE ENTRADA	3
GOBERNANZA DEL PROYECTO	6
IMPERFECCION DE LOS MERCADOS	1
INESTABILIDAD MACROECONOMICA	3
INFLACION	10
INGRESOS REALES	4
MALA GESTION ORGANIZACIONAL	3
MERCADO DEFICIENTE	1
PERIODO DE CONCESIÓN	5
PRECIO DEL PRODUCTO	2
RELACION CALIDAD PRECIO	8
RESTRICCIONES PRESUPUESTARIAS	1
RIESGO DE INGRESOS	2
TASA DE RENDIMIENTO DE MINIMA ATRACTIVA (TREMA)	1
TIEMPO DE FINALIZACION	4
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	4
Total general	**82**

Fuente: Autor

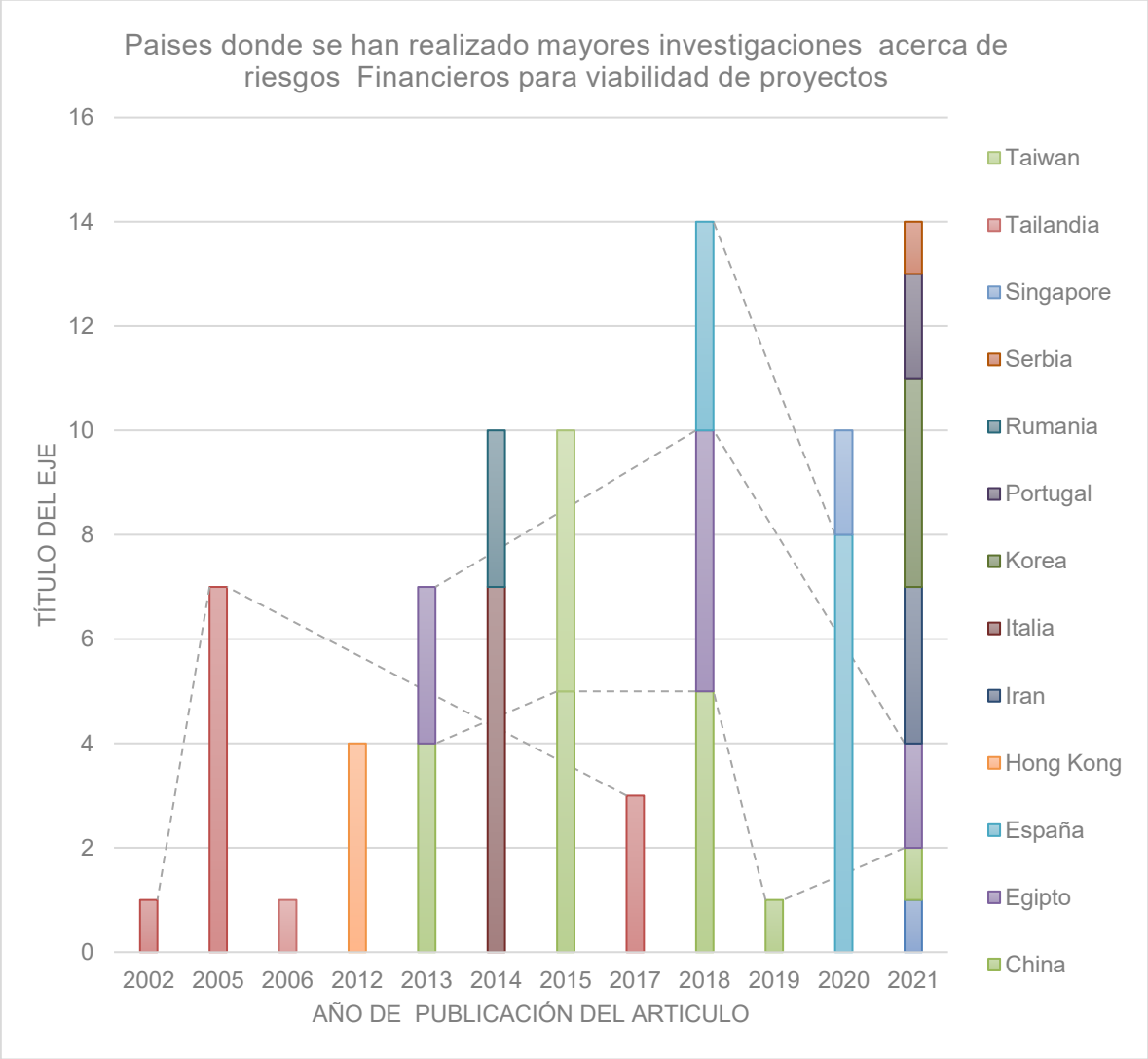
Gráfico 1. Frecuencia de factores de riesgo



Fuente: Autor

Por medio de la anterior grafica se deduce que los factores más repetitivos encontrados en la revisión bibliográfica donde se encuentra la inflación, factores exógenos, seguido de la relación calidad-precio, factores endógenos, luego la Gobernanza del proyecto, demanda del mercado, periodo de concesión, tiempo de finalización, valor actual neto, ingresos reales, inestabilidad macroeconómica, mala gestión organizacional, Deuda total, flujo de entrada, riesgo de ingresos, restricciones presupuestarias, imperfección de los mercados y Tasa De Rendimiento De Mínima Atractiva (TREMA).

Gráfico 2. Año de publicación y país en donde se realizó la investigación



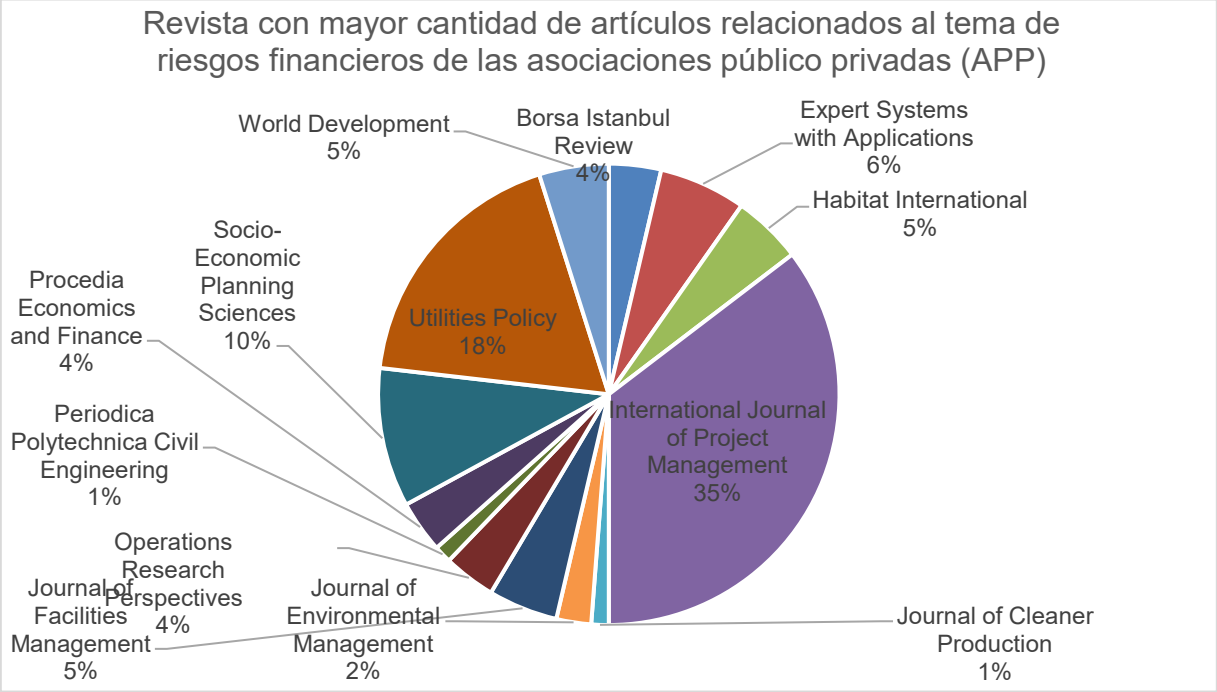
Fuente: Autor

Los artículos consultados frente a los factores de riesgo financiero se analizan que los años donde se han realizado mayor investigación se encuentra en los años 2021 y 2018,seguido de los años 2020,2015 y 2014,luego 2013,2006,2005 y por último 2002,según la frecuencia de factores encontrados en los diferentes países, se difiere que los artículos de investigación realizados frente al tema de riesgos financieros para sistemas de tratamiento

de aguas residuales mediante asociaciones público-privadas (APP) se encuentran localizados en el continente de Asia principalmente, seguido de Europa, África y Oceanía. Con base a la información encontrada se procederá a realizar un análisis cualitativo para los distintos factores de riesgos identificados, es necesario determinar la probabilidad de ocurrencia y la severidad del impacto de cada riesgo, dado a que la frecuencia de la presencia de los datos hallados no significa el grado de riesgo que ese factor me puede llegar a representar en la clasificación del riesgo. (Jokar et al., 2021)

También se muestra la revista con mayor cantidad de artículos relacionados al tema de riesgos financieros de las asociaciones publico privadas entorno a la viabilidad financiera para sistemas de tratamiento de aguas residuales e infraestructura.

Gráfico 3. Revista con mayor cantidad de artículos relacionados al tema de riesgos financieros de las asociaciones público privadas (APP)



Fuente: Autor

Con la revisión bibliográfica se evidencia que la revista “International Journal of Project Management” que representa un 35% siendo la revista con mayores artículos relacionados a los riesgos financieros en la viabilidad de proyectos, seguido de la revista “Utilities Policy” con un 18% de artículos relacionados.

Riesgos Cuantitativo

El desarrollo de riesgos cuantitativos se realiza por medio de modelaciónes,el cual se debe garantizar un flujo mínimo de ingresos, donde se debe evaluar los riesgos financieros para encontrar estrategias de mitigación del riesgo, la presente revisión bibliográfica se muestra un caso de estudio donde utilizan como software de modelación especializada “Monte Carlo” más utilizada para evaluar los riesgos cuantitativos, dado a que al utilizar la simulación de este software, (Carbonara et al., 2014) genera un intervalo de período de concesión dentro del cual el gobierno y el sector privado podrían acordar un período de concesión específico en cualquier punto dentro del intervalo podría considerarse como el período de concesión óptimo que sería ventajoso para ambas partes. (Ng et al., 2012)

El enfoque para las dos partes es el “ganar-ganar” para determinar el período de concesión con un enfoque de beneficio mutuo, donde se requiere dos restricciones:

- La concesión debe ser lo suficientemente prolongada en el tiempo para permitir que el concesionario obtenga una TIR razonable.

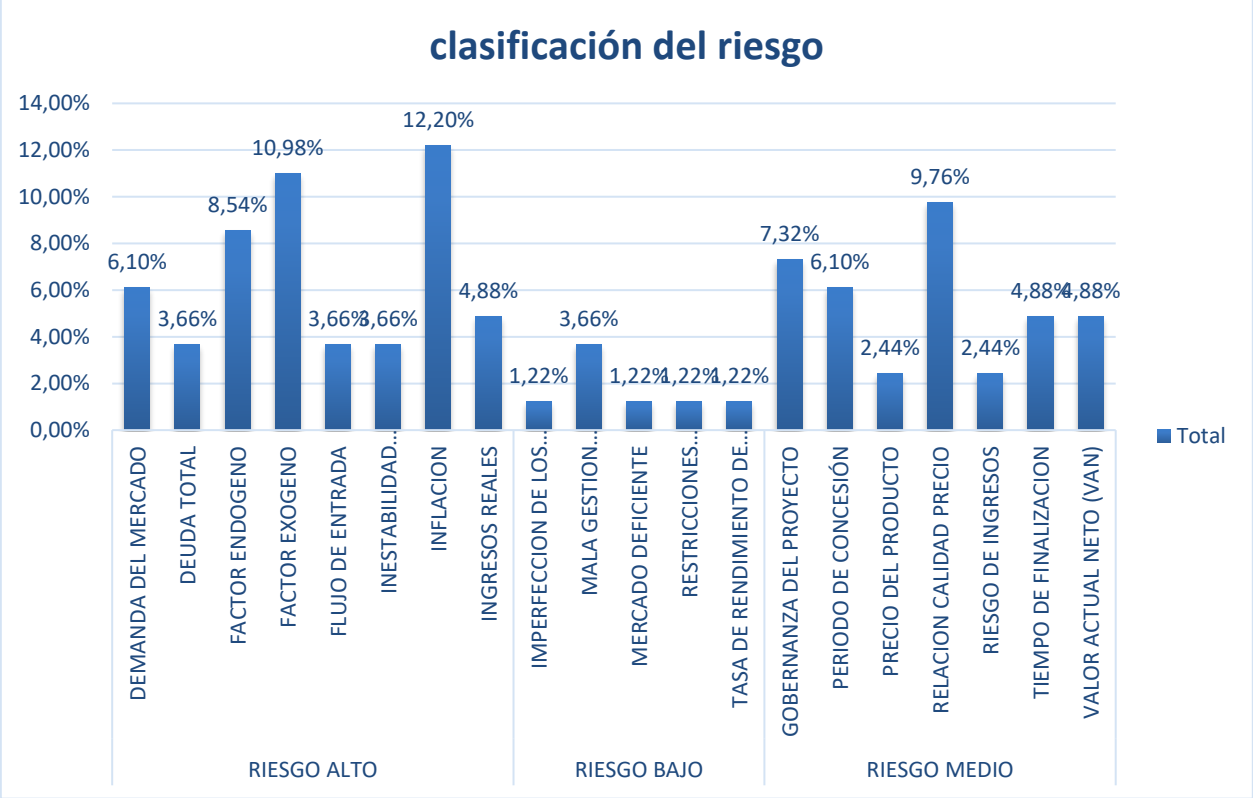
- El concesionario actúa en interés del gobierno con la finalidad de mantener un régimen de precios estable y asequible.

- El modelo de simulación propuesto sirve como base para el análisis cuantitativo de la Garantía de flujo mínimo, donde se tiene presente que el tiempo de concesión prolongada de proyectos de STAR’s se encuentra de 10 a 40 años.(Marzouk & Ali, 2018)

- **Evaluar los riesgos financieros a nivel cualitativo y cuantitativo por medio de la Metodología de Análisis y Efecto de Falla -AMFE.**

Se realizo la clasificación del riesgo como se muestra a continuación:

Gráfico 4. Clasificación del riesgo.



Fuente: Autor

Dado a la evaluación de cada factor de riesgos financieros se da una clasificación del riesgo y según el grafico 3. Se identifica que uno de los mayores riesgos financieros para la viabilidad de proyectos de tratamiento de aguas residuales con una clasificación de RIESGO ALTO el tema de inflación que representa aproximadamente el 12% del total de factores evaluados, seguido del factor exógeno con un aproximado del 11%, Factor endógeno con un aproximado del 8%,demanda del mercado con un aproximado del 6%,deuda total, flujo de entrada, inestabilidad económica con un aproximado del 3%, para la clasificación del RIESGO MEDIO se encuentra la relación calidad-precio con un aproximado del 9%,Gobernanza del proyecto con un aproximado del 8%,periodo de

concesión con un aproximado del 6%,tiempo de finalización, valor actual neto (VAN) con un aproximado del 5%,precio del producto y riesgos de ingreso con un aproximado del 2% y la clasificación con RIESGO BAJO se encuentra la falta de gestión organizacional representa aproximadamente un 3% y la imperfección de los mercados, mercado deficiente, restricción presupuestaria, Tasa De Rendimiento De Mínima Atractiva (TREMA) con un valor aproximado del 2%.

Se evidencia que según la frecuencia del factor de riesgo influye en la calificación del riesgo, por lo que es necesario la evaluación y criticidad del evaluador del riesgo para dar prioridad a ciertos riesgos financieros que son fundamentales para el éxito de viabilidad de un proyecto.

Para el análisis cuantitativo relacionado con el caso de estudio presenta que el valor de la cláusula de garantía de flujo mínimo en el contrato de concesión cambia con los cambios en las condiciones del contrato como:

- garantía de flujo mínimo del sistema, y su porcentaje.
- fases del proyecto (es decir, monofásico o multifase), ya sea que la expansión fuera obligada o no
- porcentaje de pagos fijo a variable.
- La garantía de caudal mínimo se calcula por medio del flujo base esperado.

Para mantener la garantía de flujo mínimo al flujo de entrada base es más económico desde el punto de vista del garante, y también proporciona una red de seguridad contra la realización del flujo de efectivo neto negativo (es decir, protege al inversionista), con el uso de los valores adecuados del mínimo. garantía de caudal (ejemplo., garantía de caudal mínimo = 25% del caudal base, en caso de REL.FREE). En resultado, el uso de la entrada base como referencia para calcular la garantía de flujo mínimo da como resultado una distribución de riesgos más equitativa entre las partes públicas y privadas.(Marzouk & Ali, 2018)

Los casos monofásicos (1-STAGE) corresponden a los valores de opción más altos, lo que sobrecarga el presupuesto del garante. Además, también corresponde a las peores curvas S de flujo de caja neto, lo que no resulta muy atractivo para los inversores.

Se recomienda el desarrollo por fases del sistema para mitigar los riesgos y minimizar el gasto innecesario de fondos y energía durante los primeros años de operación del sistema en las comunidades en desarrollo.(Marzouk & Ali, 2018)

- **Identificar los riesgos según su importancia y proporcionar posibles soluciones para la prevención del riesgo financiero en la viabilidad de proyectos.**

La documentación de la evaluación de riesgos financieros es de gran importancia, dado a que de esta manera se da a conocer las posibles soluciones que dentro de la revisión bibliográfica han utilizado para la minimización del riesgo financiero.

Según los riesgos financieros para la contratación se encuentra que debe haber un equilibrio del gobierno por medio de políticas fiscales prudentes, dado a que el desequilibrio y restricciones fiscales producen una falta de fondos para la financiación de proyectos de índole público, lo cual las asociaciones Publico-Privadas ha sido una de las mejores formas para los proyectos públicos y disminuir la inestabilidad Macroeconómica, para el caso de la inflación y la deuda total, que son inherentes y teóricamente significativos de la estabilidad macroeconómica no resulta de las actividades de las APP, antes la inflación tendrá un impacto negativo en estas, lo que produce que las entidades privadas no se encuentren interesadas en la participación de APP, para mitigar este riesgo las entidades privadas pueden buscar y obtener garantías de precios o ingresos de los gobiernos o entidades públicas para protegerse de los efectos negativos de las altas inflaciones.(Yurdakul et al., 2021)

Para el tema de corrupción depende de la madurez gradual de las entidades para el control de la corrupción en las inversiones y el funcionamiento de las entidades donde se debe fortalecer las regulaciones y controlar el grado de corrupción para atraer inversiones, dado a que los inversores prefieren que el gobierno pague y subsidie directamente los proyectos y para el inversionista se le hace más atractivo el mecanismo de pago directo, adicionalmente si la demanda es estable en el mercado el inversionista lo puede valorar más fácilmente.(Cui et al., 2018)

La rentabilidad en comparación con las formas tradicionales de ejecución de proyectos y el atractivo financiero son los factores más importantes que deben deliberarse para los proyectos de APP según la clasificación del sector público y el sector privado, respectivamente.(Ng et al., 2012)

la implementación de estrategias de cobertura de riesgo disminuye la probabilidad de tener que enfrentar problemas financieros relacionados con el pago de intereses y deudas que trae consigo la materialización del riesgo, para ello se debe realizar un Plan de Gestión de Riesgo.(PMI, 2017)

Cuando los ingresos de los inversores son más bajos de lo esperado, el gobierno o las entidades públicas dan subsidios para compartir el riesgo de ingresos. Al igual ocurre cuando la entidad privada recibe excesos de ingresos y las ganancias reales superan los rendimientos esperados la entidad pública recibe una parte de los excesos de ingresos.(Wang & Liu, 2015)

El análisis cuantitativo de riesgos depende de la cantidad y disponibilidad de datos sobre los riesgos individuales del proyecto, por lo general requiere de un software de riesgo especializado, se conoce como el único método certero para evaluar el riesgo general de un proyecto a nivel cuantitativo y se requiere de la previa información sobre los riesgos individuales que han sido evaluados en el análisis cualitativo de riesgos.(PMI, 2017)

El análisis cuantitativo de costos se utiliza un modelo que simula los efectos combinados de los riesgos individuales, habitualmente la simulación se realiza por medio de del análisis de Monte Carlo. (PMI, 2017) donde se calcula el periodo de concesión como el mejor instante de tiempo que crea una solución “ganar-ganar” para las dos partes involucradas, el periodo de concesión es capaz de satisfacer y garantizar a ambas partes una ganancia mínima y una distribución justa de los riesgos y para ello se utiliza la simulación Monte Carlo(Carbonara et al., 2014)

Los riesgos cuantitativos se representan por medio de histogramas que presenta el número de iteraciones donde se produce un resultado de la simulación en particular, o una distribución de probabilidad acumulada (curva S) que representa la probabilidad de lograr cualquier resultado en particular. (PMI, 2017)

Dado a que un proyecto se mide por su valor actual neto (VAN),se determina descontando todos los flujos de efectivo que surgen al momento de inicio del proyecto". Es importante no descuidar ningún factor que pueda afectar la evaluación financiera de los proyectos de construcción en la fase de preinversión.(Mete, 2014)

Si el VAN es positivo, la rentabilidad de la inversión está por encima de la tasa de descuento y si es cero, la rentabilidad es igual a la tasa de descuento. Por tanto, un proyecto con un VAN positivo o nulo puede considerarse aceptable. .(Mete, 2014)

Si el VAN es negativo, la rentabilidad está por debajo de la tasa de descuento, el proyecto no es factible.

Al igual la Tasa Interna de Retorno (TIR) es utilizado usualmente para la toma de decisiones sobre los proyectos de inversión y financiamiento. La TIR se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto, demuestra el rendimiento generado por los fondos invertidos en el proyecto y depende de los flujos de efectivo. .(Mete, 2014)

La tasa de rendimiento mínima atractiva TREMA es utilizada para la evaluación económica de las propuestas de inversión, es de vital importancia para determinar si una propuesta de inversión vale la pena desde el punto de vista de la organización. (Halawa et al., 2013)

La rentabilidad y el atractivo financiero son los factores más importantes que se deben considerar para los proyectos de APP del sector público y el sector privado pero adicional a estos factores hacen parte la disponibilidad de un consorcio privado fuerte, la alineación con los objetivos estratégicos del gobierno, la entrega confiable de servicios. (Ng et al., 2012)

Cuando se ha cumplido un contrato, si los inversionistas adoptan un comportamiento oportunista, el gobierno o las entidades públicas puede utilizar los medios adecuados para reducir el coeficiente de costo de los esfuerzos productivos como compartir información y tecnología, o elevar el coeficiente de costo de los inversionistas privados. (Liu et al., 2016)

Cuanto más se presente la tendencia oportunista, mayor será la intensidad de los incentivos y asi será la proporción de asignación de beneficios. Cuando se presenta mayores

incentivos ayuda a mejorar el nivel de los esfuerzos productivos y reduce el nivel de comportamiento oportunista en los inversores privados. .(Liu et al., 2016)

La tendencia oportunista de los inversores privados coordina eficazmente la distribución de intereses entre el gobierno y los inversores privados, lo que evita que los inversores conviertan las tendencias oportunistas en un comportamiento oportunista. .(Liu et al., 2016)

Estos hallazgos brindan efectivamente algunos nuevos conocimientos y son de utilidad para el gobierno y los inversionistas privados en el proceso de desarrollo de mecanismos de incentivos para frenar los comportamientos oportunistas en los inversionistas.(Liu et al., 2016)

Los acuerdos de APP se pueden utilizar para transferir riesgos clave al sector privado (por ejemplo, diseño, financiamiento, construcción, operación, etc.), en el cual se realizan compensaciones a cambio de la prestación de servicios, que comúnmente es entregada por el sector público.

A continuación se muestra cómo se debe realizar la gestión del riesgo para cualquier componente ya sea Legal,Tecnico,ambiental,social, y en este caso Financiero, donde se presenta una identificación, un análisis cualitativo del riesgo, un análisis cuantitativo del riesgo, cuál debe ser la respuesta, su implementación para asi realizar el monitoreo del riesgo.

Figura 16. Descripción general de la Gestión de los Riesgos de proyectos según PMBOK – 6ta Edición.

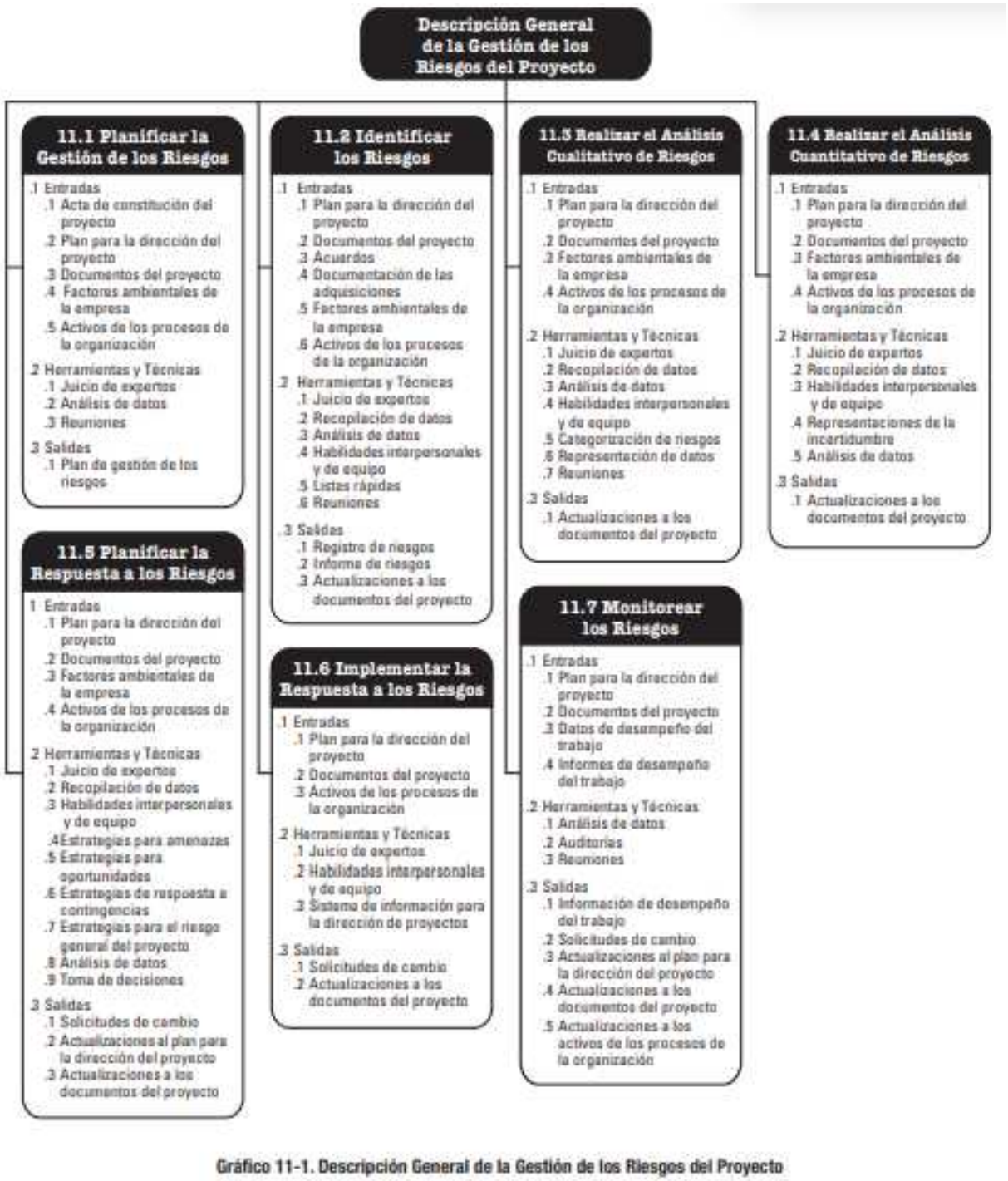


Gráfico 11-1. Descripción General de la Gestión de los Riesgos del Proyecto

Fuente:(PMI, 2017)

10. APORTES Y RECOMENDACIONES

Los riesgos financieros evaluados por medio de la matriz de Análisis Modal y Falla (AMFE),indica su importancia de gestión, seguimiento y control para los contratos relacionados al tratamiento de aguas residuales entorno a una contratación o asociación público-privada. Los riesgos fueron evaluados según la severidad, ocurrencia y detectabilidad, según los resultados los factores considerados de alto riesgo están relacionados con el flujo del caudal a tratar para aguas residuales, factores endógenos que se encuentran relacionados a favorecer a la entidad contratada por parte de la entidad contratante, también un riesgo es el desconocimiento del desarrollo de proyectos anteriores por lo que se hace necesario investigar a las entidades privadas contratantes, el periodo de concesión es uno de los factores más importantes para el desarrollo y ejecución de los proyectos dado a que las entidades contratadas pierden el interés de participar en proyectos públicos, debido a los largos tiempos y lo que puede llegar a generar bajos rendimientos lo que hace poco atractivo el negocio.

Las restricciones presupuestarias se dan en el sector público y debido a ello buscan la asociación Publico-Privada por su capacidad de administrar los gastos de capital al tiempo que logra los objetivos institucionales.

La Demanda de Mercado es uno de los factores de más alto riesgo y puede ser un punto crítico en el desarrollo del proyecto debido a que se encuentra influenciado por la inflación, cambios de precios, existencias de material o productos en el mercado convirtiéndose en un factor limitante para el proyecto.

El endeudamiento total ocurre en países en desarrollo como Colombia que pueden afectar el balance general del gobierno, generando la falta de fondos para financiar proyectos de infraestructura a gran escala, por lo cual se realizan las relaciones o asociaciones Publico-Privadas para que la entidad privada pueda financiar el proyecto y la entidad Publica le hará el desembolso de la inversión realizada.

La inestabilidad económica es uno de los mayores riesgos que se presenta en la parte financiera dado a que no es atractiva para los inversores de entidades privadas, debido a

que la incapacidad para crecer a un ritmo sostenido ,de igual forma se encuentra correlacionado a la inflación, el endeudamiento total de la entidad pública, lo que genera un riesgo económico para la entidad contratada y a su vez la TIR no es atractiva o estable.

La TREMA demuestra si una propuesta de inversión vale la pena desde el punto de vista de la organización, en cuanto al costo de oportunidad del capital y se halla de la siguiente manera:

$$TREMA = INFLACION + PREMIO\ AL\ RIESGO(1+F)(1+I) - 1 = I + F + IF$$

I=Premio al riesgo

F= Inflación

En cuanto a la relación calidad-precio en los proyectos se debe conservar esta relación debido a que si se presenta un producto de mala calidad a un buen precio o se realice un producto de buena calidad a un mal precio como consecuencia tiene afectaciones,legales,fiscales,penales y económicas para las partes involucradas.

Uno de los factores más importantes y que representan un alto riesgo se encuentra el VAN de un proyecto independiente es mayor o igual a 0 el proyecto se acepta.

Una de las principales ventajas de las APP es la eficiencia que se logra al transferir el riesgo del sector público al privado, pero al realizarlo si la entidad privada cuenta con experiencia en el manejo del riesgo una de las ventajas es la minimización del costo que puede acarrearle y por este motivo la entidad aumentaría las ganancias lo cual puede ser un tema oportunista, por lo que se busca un ganar-ganar entre las APP, que asi como la entidad pública puede asumir riesgos, la entidad privada lo realice y si se presenta una mayor ganancia una parte sea para la entidad pública contratante.

Para la evaluación de riesgos se puede realizar con diferentes metodologías con la finalidad de hallar los riesgos que pueden estar involucrados en las decisiones gerenciales y que deben ser documentadas por medio de un Plan de Riesgos que permite realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos para planificar la respuesta, implementar la respuesta y dar un control de la respuesta.

Dentro de la búsqueda de riesgos de viabilidad financiera para STAR's se encontró que es necesario utilizar un simulador o software, dado a que cada proyecto maneja unas variables distintas y los modelos al igual son diferentes, para el presente caso mencionado explica las variables que se tuvieron presentes para la puesta en marcha de un sistema de tratamiento de aguas residuales, lo que se identificó que efectivamente se requiere un flujo de entrada que es el caudal a tratar para asi dimensionar periodos de diseño y su costo.

El período de concesión es una de las variables de decisión más importantes para realizar un contrato de APP exitoso, donde se demarca la autoridad, la responsabilidad y los beneficios entre la entidad privada y la entidad pública. (Carbonara et al., 2014)

En otras palabras, el período de concesión es capaz de satisfacer a la entidad privada y la entidad pública garantizando a ambas partes una ganancia mínima y, al mismo tiempo, distribuir equitativamente los riesgos entre las partes. (Carbonara et al., 2014)

Con la presente revisión bibliográfica existen otros factores que podrían influir en las actividades de APP, por lo que será necesario comprender la dinámica global y observar ejemplos específicos de cada país y en este caso se realizó la compilación de los factores más repetitivos y representativos en los riesgos financieros para dar viabilidad a proyectos para STAR's.(Carbonara et al., 2014)

El objetivo principal del sector público es lograr una buena relación calidad-precio en los servicios prestados, al tiempo que se asegura que las entidades del sector privado cumplan con sus obligaciones contractuales de manera adecuada y eficiente.(Grimsey & Lewis, 2002)

Se ve la necesidad de desarrollar un entendimiento de las diversas expectativas de las partes, dentro de la organización se requiere aclarar los roles y responsabilidades, además se debe mejorar la conciencia, los conocimientos y las capacidades.

El riesgo de la inflación, el riesgo de licencia, el sobrecoste de la construcción y la entrega tardía del sitio son los factores clave causantes del problema del riesgo de viabilidad financiera en los proyectos de APP entorno a los STAR's. Por ello los factores de riesgo

clave de la viabilidad financiera se ven afectados notablemente por las circunstancias económicas, políticas y administrativas del país.

La determinación del impacto del riesgo puede conducir a programas de respuesta adaptados a cada riesgo para reducir el impacto adverso.(Jokar et al., 2021)

La identificación de los factores de riesgo puede facilitar eficazmente la comprensión de los tipos de riesgo de viabilidad financiera para STAR's y con ello lograr una mejor orientación de la gestión del riesgo en las diferentes etapas de la ejecución del proyecto.(Jokar et al., 2021)

Para analizar cualitativamente los distintos riesgos identificados, fue necesario determinar la probabilidad de ocurrencia y la severidad del impacto de cada riesgo por medio de la metodología AMFE,donde se realizó una calificación del nivel de severidad, ocurrencia y detectabilidad para luego realizar el análisis del Índice Prioritario del Riesgo (IPR), el cual permito realizar la calificación y asi lograr la clasificación del riesgo para luego realizar las recomendaciones antes de que se materialice el riesgo de igual mamera se recomienda el seguimiento de la Guide to The Project Management Body Of Knowledge-PMBOK GUIDE-SEVENT EDICION.

El enfoque que se realizó al presente trabajo es debido a que en vista de la grave contaminación del agua a nivel mundial, muchos países han tomado medidas como el tratamiento de aguas residuales para reducir la cantidad de contaminantes presentes en el agua proveniente del sector urbano, la contaminación del agua ocasiona graves daños tanto a los organismos acuáticos como a la salud humana.

Muchos países en desarrollo como Colombia se enfrentan a un grave problema de contaminación del agua. Por lo tanto, es necesario realizar inversión para los STAR's eficientes, cumpliendo especificaciones predeterminadas de calidad del agua antes de ser vertidas a un cuerpo de agua.

El número de sistemas de tratamiento de aguas residuales en ciudades, municipios es actualmente muy bajo para tratar las enormes cantidades de aguas residuales que se generan.

Para mejorar la calidad del medio acuático y acelerar el proceso de control de la contaminación del agua, los gobiernos de todo el mundo están promoviendo activamente un enfoque orientado al mercado para la industria del tratamiento de aguas residuales para ello es importante conocer los riesgos de viabilidad financiera de estos sistemas de tratamiento para realizar actuaciones consistentes utilizando métodos de medición, criterio de expertos para prevenir, controlar los riesgos financieros entorno al desarrollo de los sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR's).

En el proceso inicial de toma de decisiones de los proyectos de APP para el tratamiento de aguas residuales, el gobierno y las entidades privadas deben determinar condiciones justas y razonables para la cooperación, salvaguardando los intereses comunes de la gente, el gobierno y el capital social.

11. CONCLUSIONES

Si la demanda del mercado es menor a la esperada, el período de concesión se extenderá para permitir que el concesionario obtenga una rentabilidad razonable y viceversa.

El objetivo del análisis de riesgos es cuantificar y mitigar los riesgos de financiación de proyectos.

El análisis de riesgos está en el centro de la financiación de proyectos porque solo el control y la gestión totales de los riesgos pueden conducir a la realización exitosa del proyecto.

En el proceso de implementación de un proyecto de APP, el comportamiento oportunista de la entidad contratada en pos del interés propio ocurre constantemente debido a una duración de largo plazo y el desacierto de regulación por parte del gobierno es inevitable, lo que impulsa un comportamiento oportunista por parte de la entidad contratada.

Es muy importante analizar las verdaderas intenciones de participación de los oferentes, de igual manera la entidad pública contratante debe investigar cuidadosamente las condiciones comerciales de los oferentes en particular la situación financiera y la reputación social. y analizar si tienen la fuerza para completar el proyecto, evitando una interrupción de la inversión.

Incentivar a los oferentes con tendencias oportunistas a invertir niveles más altos de esfuerzos productivos, la entidad pública debe elevar la intensidad de los incentivos para permitir que las entidades contratadas obtengan mayores beneficios y así reducir la ocurrencia de comportamientos oportunistas por parte de los inversionistas.(Liu et al., 2016)

El modelo APP es aplicable a los proyectos de tratamiento de aguas residuales de las ciudades.

Para evitar afectaciones por el tema de la inflación, las entidades privadas pueden solicitar garantías de precios o ingresos a las entidades públicas para protegerse de los efectos negativos de la alta inflación.(Yurdakul et al., 2021)

La asignación óptima del riesgo es un factor clave para el éxito de un proyecto de APP.

Se requiere inversión para dar viabilidad a los proyectos de tratamiento de aguas residuales domésticas, dado a que actualmente las aguas residuales generadas en un 80% se vierte sin ningún tipo de tratamiento causando daños acuáticos y afecciones a la salud humana.

Se realizo el análisis de riesgos financieros debido a que entorno a la factibilidad de proyectos de STAR's no siempre se conduce a una gestión eficiente del recurso financiero.

La gestión eficiente de los riesgos por parte del sector privado debería disminuir en costos pero no ocurre debido a que el sector privado no cambiara la magnitud del riesgo a un menor costo, por lo que el gobierno o entidades públicas les resulta difícil ofrecer incentivos para que estas asuman los riesgos, por ello se hace necesario realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos financieros para que la entidad pública como la privada se encuentre sumiendo el riesgo sin llegar afectar los intereses de las partes.

Se debe crear una situación de beneficio mutuo significa tanto asegurar que el inversionista privado no solo recupere la inversión sino que también obtenga una ganancia durante el período de realización del proyecto y además proteger al gobierno para recuperar los costos de depreciación del proyecto.

Existen varias metodologías para identificación de riesgos como estudios de peligro y operabilidad (HazOp,Hazard and Operability),listas de verificación, árboles de falla y la que se utilizada para el presente estudio Análisis de Modos de falla y sus efectos (AMFE).

Para la realizar la evaluación de los riesgos de viabilidad financiera para STAR´s se utilizó la metodología AMFE, La cual permitió dar una calificación de 1 a 5 al grado de

severidad, ocurrencia, detectabilidad para hallar el índice IRP, el cual se procedió a darle una calificación para luego clasificarla como un riesgo bajo, medio y alto.

Los proyectos que se realizan bajo la asociación público-privada APP tienen como finalidad lograr la "triple ganancia" los involucrados por parte del sector público, sector privado y la comunidad general.

Las asociaciones publico privadas APP entorno a proyectos de saneamiento básico pueden fomentar la innovación, mejorando la productividad, permitiendo una mayor asignación de riesgos, aumentando la relación calidad-precio, mejorando la rentabilidad.

Se han realizado pocos estudios centrados en los factores pertinentes a la etapa de viabilidad que son fundamentales para el éxito del proyecto tanto desde la perspectiva pública como privada, el grupo del sector privado cubre a profesionales de la industria, incluidos desarrolladores, consultores, contratistas y banqueros de inversión con experiencia en esquemas de APP, y en el sector público se encuentran funcionarios con experiencia práctica en APP en departamentos gubernamentales importantes. Los socios de los proyecto APP pueden ser analizados con respecto a su interés estratégico individual y mutuo, con el fin de identificar el potencial de asociación, dado a que pueden proporcionar una variedad de beneficios la entidad pública como privada, para identificar el potencia de asociación es necesario gestionar aspectos críticos en el periodo de la contratación, este periodo de contratación se considera como el mejor instante de tiempo que crea una solución "ganar-ganar" donde la entidad pública y privada permite una distribución justa del riesgo entre las partes.

Se da solución al planteamiento del problema acerca de ¿ Cuáles son las múltiples causas de los riesgos financieros entre las asociaciones público-privadas en la viabilidad financiera de sistemas de tratamiento de aguas residuales?, el cual se desarrolló con la metodología AMFE.

Para que los proyectos no fracasen en cuanto a sobrecostos, retrasos y así proporcionar la Garantía de Ingresos Mínimos(MRG),donde el Gobierno garantizará un nivel definido de ingresos durante un período establecido a lo largo del período de la estructuración

del proyecto desde su inicio a culminación, los ingresos reales deben medirse por su valor actual neto (VAN), el cual se determina descontando todos los flujos de efectivo que surgen al momento de inicio de un proyecto.

Los proyectos de APP, se encuentran bajo un riesgo compartido razonable y se determina si el financiamiento del proyecto será exitoso, para ello es necesario que las entidades públicas brinden a los inversionistas garantías que alivien parte del riesgo asumido por las partes privadas para asi atraer inversiones, una garantía de ingresos mínimos por parte de la entidad pública reduce el riesgo de mercado asumido por la entidad privada. (Wang & Liu, 2015)

Los beneficios que reciben deben ser iguales o mayores a los riesgos asumidos, los riesgos pueden dividirse en tres niveles:micro,meso y macro, estos deben distribuirse en las dos partes de manera equitativa dado a que si se asigna un riesgo excesivo a la entidad privada su impacto podría ser negativo en el entusiasmo por la inversión y si la entidad pública se enfrenta a un riesgo excesivo habría una enorme presión financiera, lo que generaría una afectación directa al éxito del financiamiento del proyecto.(Wang & Liu, 2015)

12. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-otero, J. R., Torres-arcique, R., & Magaña-jiménez, D. (2010). Análisis de modos de falla , efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad Failure mode and effects and criticality analysis (FMECA) for maintenance planning using risk and safety crite. *Redalyc.Org*, 17–18. http://www.redalyc.org/Artículo.oa?id=48215094003

Ameyaw, E. E., & Chan, A. P. C. (2015). Evaluation and ranking of risk factors in public-private partnership water supply projects in developing countries using fuzzy synthetic evaluation approach. *Expert Systems with Applications*, *42*(12), 5102–5116. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.02.041

Arias Montoya, L., Castaño Benjumea, J., & Rave Arias, S. (2006). Metodologías para la medición del riesgo financiero en inversiones. *Scientia Et Technica*, *XII*(32), 275–278. https://doi.org/10.22517/23447214.6311

Bing, L., Akintoye, A., Edwards, P. J., & Hardcastle, C. (2005). The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK. *International Journal of Project Management*, *23*(1), 25–35. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.04.006

Carbonara, N., Costantino, N., & Pellegrino, R. (2014). Concession period for PPPs: A win-win model for a fair risk sharing. *International Journal of Project Management*, *32*(7), 1223–1232. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.01.007

Consuegra Mateus, O. (2015). FMEA methodology as a tool for risk management in a University hospital. *Cuadernos Latioamericanos de Administracion*, *11*(20), 37–50. http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=-951788388&_sort=r&_st=13&view=c&md5=62fef86f4bb664e8a878ce8a4d3156ab&searchtype=a

Cossio, C., McConville, J., Rauch, S., Wilén, B. M., Dalahmeh, S., Mercado, A., & Romero, A. M. (2018). Wastewater management in small towns–understanding the failure of small

treatment plants in Bolivia. *Environmental Technology (United Kingdom)*, *39*(11), 1393–1403. https://doi.org/10.1080/09593330.2017.1330364

Chou, J. S., & Pramudawardhani, D. (2015). Cross-country comparisons of key drivers, critical success factors and risk allocation for public-private partnership projects. *International Journal of Project Management*, *33*(5), 1136–1150. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.12.003

Cui, C., Liu, Y., Hope, A., & Wang, J. (2018). Review of studies on the public–private partnerships (PPP) for infrastructure projects. *International Journal of Project Management*, *36*(5), 773–794. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.03.004

Effah Ameyaw, E., & Chan, A. P. C. (2013). Identifying public-private partnership (PPP) risks in managing water supply projects in Ghana. Journal of Facilities Management, 11(2), 152–182. https://doi.org/10.1108/14725961311314651

Fleta-Asín, J., & Muñoz, F. (2020). How does risk transference to private partner impact on public-private partnerships' success? Empirical evidence from developing economies. Socio-Economic Planning Sciences, 72(December 2019). https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100869

França, W. T., Barros, M. V., Salvador, R., de Francisco, A. C., Moreira, M. T., & Piekarski, C. M. (2021). Integrating life cycle assessment and life cycle cost: a review of environmental-economic studies. *International Journal of Life Cycle Assessment*, *26*(2), 244–274. https://doi.org/10.1007/s11367-020-01857-y

Gherghel, A., Teodosiu, C., Notarnicola, M., & De Gisi, S. (2020). Sustainable design of large wastewater treatment plants considering multi-criteria decision analysis and stakeholders' involvement. *Journal of Environmental Management*, *261*(August 2019), 110158. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110158

Giraldo-Prieto, C. A., González Uribe, G. J., Vesga Bermejo, C., & Ferreira Herrera, D. C. (2017). Coberturas financieras con derivados y su incidencia en el valor de mercado en empresas colombianas que cotizan en Bolsa. *Contaduria y Administracion*, *62*(5), 1572–1590. https://doi.org/10.1016/j.cya.2017.04.009

Goodwin, D., Raffin, M., Jeffrey, P., & Smith, H. M. (2019). Collaboration on risk management: The governance of a non-potable water reuse scheme in London. *Journal of Hydrology*, *573*, 1087–1095. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.07.020

Grimsey, D., & Lewis, M. K. (2002). Evaluating the risks of public private partnerships for infrastructure projects. *International Journal of Project Management*, *20*(2), 107–118. https://doi.org/10.1016/S0263-7863(00)00040-5

Guerrero Erazo, J., Salas Quintero, D., & Zapata, M. (2007). Modelo de costos para el tratamiento de las aguas residuales en la región. *Scientia et Technica*, *5*(37), 591–596. https://doi.org/10.22517/23447214.4191

Halawa, W. S., Abdelalim, A. M. K., & Elrashed, I. A. (2013). Financial evaluation program for construction projects at the pre-investment phase in developing countries: A case study. *International Journal of Project Management*, *31*(6), 912–923. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.11.001

Huemann, M., & Martinsuo, M. (2016). In project management, uncertainty is a great opportunity. *International Journal of Project Management*, *34*(6), 1026–1027. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.06.001

Ilyas, M., Kassa, F. M., & Darun, M. R. (2021). Life cycle cost analysis of wastewater treatment: A systematic review of literature. *Journal of Cleaner Production*, *310*(May), 127549. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127549

ISOtools. (07 de 2019). Recuperado el 10 de 2021, de https://www.isotools.org/2019/07/12/matriz-amfe-o-analisis-modal-de-fallos-y-efectos/

Jokar, E., Aminnejad, B., & Lork, A. (2021). Assessing and Prioritizing Risks in Public-Private Partnership (PPP) Projects Using the Integration of Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Methods. *Operations Research Perspectives*, *8*(May). https://doi.org/10.1016/j.orp.2021.100190

LEAN CONSTRUCTION MEXICO. (28 de septiembre de 2020). Obtenido de https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/amfe-an%C3%A1lisis-modal-de-fallos-y-efectos-herramienta-de-planificaci%C3%B3n-de-producci%C3%B3n

Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de Microbiologia*, *46*(1), 1–2. https://doi.org/10.1016/S0325-7541(14)70039-2

Libralato, G., Volpi Ghirardini, A., & Avezzù, F. (2012). To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. *Journal of Environmental Management*, *94*(1), 61–68. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.07.010

Lima, S., Brochado, A., & Marques, R. C. (2021). Public-private partnerships in the water sector: A review. *Utilities Policy*, *69*(January). https://doi.org/10.1016/j.jup.2021.101182

Liu, J., Gao, R., Cheah, C. Y. J., & Luo, J. (2016). Incentive mechanism for inhibiting investors' opportunistic behavior in PPP projects. *International Journal of Project Management*, *34*(7), 1102–1111. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.05.013

Lv, J., Lin, M., & Zhou, W. (2021). Fluctuation in construction costs and its effect on contract renegotiation behavior in PPP wastewater treatment projects: An evolutionary game analysis. *Journal of Cleaner Production*, *314*(November 2019), 128025. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128025

Marzouk, M., & Ali, M. (2018). Mitigating risks in wastewater treatment plant PPPs using minimum revenue guarantee and real options. *Utilities Policy*, *53*(July), 121–133. https://doi.org/10.1016/j.jup.2018.06.012

Mete, R. (2014). Valor actual neto y Tasa de retorno o rendimiento. *Instituto de Investigacion En Ciencias Económicas y Financieras Universidad La Salle - Bolivia*, *7*, 67–85. file:///C:/Users/De%7B%7B/Downloads/todo sobre el tir.pdf

MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y. (Noviembre de 2019). *Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales.* Obtenido de https://www.car.gov.co/uploads/files/5df92650162a3.pdf

Ministerio de Vivienda, C. y. (23 de 03 de 2022). *Asociaciones público privadas*. Obtenido de https://minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/espacio-urbano-y-territorial/aula-de-financiamiento/asociaciones-publico-privadas

Ministerio de Vivienda, C. y.-M. (2020). *Por la cual se establecen los criterios técnicos y requisitos de presentación, aprobación, viabilización y reformulación de los proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico que se adelanten bajo la modalidad de Asociaciones Público Privadas –*. Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/consultasp/Proyecto%20de%20resoluci%C3%B3n_360.pdf

MUNDIAL, B. (20 de Marzo de 2020). *El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial.* Recuperado el agosto de 2021, de https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank

Ng, S. T., Wong, Y. M. W., & Wong, J. M. W. (2012). Factors influencing the success of PPP at feasibility stage - A tripartite comparison study in Hong Kong. *Habitat International*, *36*(4), 423–432. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2012.02.002

Nizkorodov, E. (2021). Evaluating risk allocation and project impacts of sustainability-oriented water public–private partnerships in Southern California: A comparative case analysis. *World Development*, *140*, 105232. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105232

Platon, V., Frone, S., & Constantinescu, A. (2014). Financial and Economic Risks to Public Projects. *Procedia Economics and Finance*, *8*(14), 204–210. https://doi.org/10.1016/s2212-5671(14)00082-3

PMI. (2017). Guía del PMBOK. In *Guia de los Fundamentos para la direccion de Proyectos Sexta Edición.*

Reymond, P., Abdel Wahaab, R., Moussa, M. S., & Lüthi, C. (2018). Scaling up small scale wastewater treatment systems in low- and middle-income countries: An analysis of

challenges and ways forward through the case of Egypt. *Utilities Policy*, *52*(March), 13–21. https://doi.org/10.1016/j.jup.2018.03.008

Sastoque, L. M., Arboleda, C. A., & Ponz, J. L. (2016). A Proposal for Risk Allocation in Social Infrastructure Projects Applying PPP in Colombia. *Procedia Engineering*, *145*, 1354–1361. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.174

Shrestha, A., Chan, T. K., Aibinu, A. A., & Chen, C. (2017). Efficient risk transfer in PPP wastewater treatment projects. *Utilities Policy*, *48*, 132–140. https://doi.org/10.1016/j.jup.2017.03.003

The world Bank. (19 de 03 de 2020). Obtenido de https://www.worldbank.org/en/topic/water/publication/wastewater-initiative#:~:text=In%202018%20the%20World%20Bank%20launched%20the%20%E2%80%9CWastewater%3A,about%20the%20potential%20of%20wastewater%20as%20a%20resource.

Topalić Marković, J., Mučenski, V., Savić, D., Velkovski, T., Peško, I., & Tomaš, L. (2021). Risk assessment model for planning and design processes of wastewater treatment plants. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, *65*(1), 181–190. https://doi.org/10.3311/PPci.16740

Trubetskaya, A., Horan, W., Conheady, P., Stockil, K., Merritt, S., & Moore, S. (2021). A methodology for assessing and monitoring risk in the industrial wastewater sector. *Water Resources and Industry*, *25*(February), 100146. https://doi.org/10.1016/j.wri.2021.100146

Wang, Y., & Liu, J. (2015). Evaluation of the excess revenue sharing ratio in PPP projects using principal-agent models. *International Journal of Project Management*, *33*(6), 1317–1324. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.03.002

Yang, T., Long, R., Cui, X., Zhu, D., & Chen, H. (2017). Application of the public–private partnership model to urban sewage treatment. *Journal of Cleaner Production*, *142*, 1065–1074. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.152[i]

Yurdakul, H., Kamaşak, R., & Yazar Öztürk, T. (2021). Macroeconomic drivers of Public Private Partnership (PPP) projects in low income and developing countries: A panel data analysis. *Borsa Istanbul Review*, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.bir.2021.01.002

Zamorano, D., & Fernando, J. (2019). Analisis , Evaluacion Y Prevención De Riesgos Norma Iso 31000 Y Actualización De La Norma. *Universidad Santiago de Cali*, 1–14. https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/1174