

Manual que establece las disposiciones para determinar la rentabilidad social, así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante el esquema de Asociación Público-Privada



GOBIERNO
FEDERAL

SHCP



Vivir Mejor

**MANUAL QUE ESTABLECE LAS
DISPOSICIONES PARA DETERMINAR LA
RENTABILIDAD SOCIAL, ASÍ COMO LA
CONVENIENCIA DE LLEVAR A CABO UN
PROYECTO MEDIANTE EL ESQUEMA DE
ASOCIACIÓN PÚBLICO-PRIVADA.**

La versión electrónica del presente manual es un documento de carácter exclusivamente informativo y por lo tanto no sustituye ni suple las disposiciones y normas jurídicas que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), haya emitido o emita en cumplimiento de sus facultades legales o reglamentarias. Se autoriza la reproducción parcial o total de la presente obra siempre y cuando se cite la fuente de origen y la reproducción se efectúe sin fines de lucro.

La Unidad de Inversiones de la SHCP pone a disposición de las Dependencias y Entidades el presente manual, a fin de permitir a las mismas, una aplicación más sencilla de las disposiciones contempladas en los Lineamientos que establecen las disposiciones para determinar la rentabilidad social, así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de Asociación Público-Privada. Sin embargo el presente documento puede ser también una herramienta de referencia técnica en proyectos APP que no se encuentren regulados en los Lineamientos anteriormente mencionados.

CONTENIDO

PRÓLOGO	8
INTRODUCCIÓN	9
APARTADO I.....	11
I ANÁLISIS DE RENTABILIDAD SOCIAL	12
1.1 REGISTRO EN CARTERA DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN.....	12
1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS.....	12
1.3 TIPOS DE ANÁLISIS DE RENTABILIDAD	14
1.3.1 <i>Ficha técnica</i>	15
1.3.2 <i>Análisis Costo-Beneficio</i>	23
1.3.3 <i>Análisis Costo-Beneficio Simplificado</i>	32
1.3.4 <i>Análisis Costo-Eficiencia</i>	32
1.3.5 <i>Análisis Costo-Eficiencia Simplificado</i>	40
1.3.6 <i>Consideraciones para los proyectos de inversión</i>	40
1.4 TIPOLOGÍAS DE APP	42
APARTADO II.....	43
II ÍNDICE DE ELEGIBILIDAD	43
2.1 OBJETIVO DEL ÍNDICE DE ELEGIBILIDAD	44
2.2 ANTECEDENTES DEL ÍNDICE DE ELEGIBILIDAD	45
2.3 ¿QUÉ ES UN ÍNDICE DE ELEGIBILIDAD?.....	47
2.4 MÉTODO DE APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE ELEGIBILIDAD PARA ENTIDADES Y DEPENDENCIAS.....	50
2.4.1 OBJETIVO DE LA APLICACIÓN DEL IEAPP	50
2.4.2 DISCUSIÓN DE GRUPO DE TRABAJO.....	50
2.4.3 PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE ELEGIBILIDAD.	52
2.5 FORMATO DEL CUESTIONARIO DEL ESTUDIO ÍNDICE DE ELEGIBILIDAD APP.....	53
2.5.1 INSTRUCCIONES.....	53
2.5.2 CUESTIONARIO IEAPP.....	54
2.6 DETERMINACIÓN DEL RESULTADO DEL ÍNDICE DE ELEGIBILIDAD.....	64
2.6.1 MANUAL DE USO DEL MODELO.....	65
2.7 INFORMACIÓN A PRESENTAR.....	68
APARTADO III	69
III ANÁLISIS DE RIESGOS PARA APP.....	70
3.1 OBJETIVO DEL ANÁLISIS DE RIESGO APP	70
3.2 ¿QUÉ ES EL ANÁLISIS DE RIESGO DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA?	71
3.3 CLASIFICACIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE INVERSIÓN E INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS.....	72
3.4 ETAPAS DEL ANÁLISIS DE RIESGOS DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS.....	74
3.4.1 IDENTIFICACIÓN	74
3.4.2 DESCRIPCIÓN	75
3.4.3 VALORACIÓN	75
3.4.4 ASIGNACIÓN.....	76
3.4.5 MATRIZ DE RIESGOS.....	77
3.5 METODOLOGÍA PARA LA ETAPA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	78
3.5.1 FASE 1: DEFINIR RIESGOS ESTÁNDARES PARA PIIS.....	80

3.5.2 FASE 2: DEFINIR Y CONTEXTUALIZAR LA MATRIZ ESTÁNDAR GENERAL (MEG) PARA EL PROYECTO BAJO ANÁLISIS.....	84
3.5.3 FASE 3: MEJORAR LA MEE A TRAVÉS DE ANÁLISIS DE INFORMES, EVALUACIÓN EX POST Y REGISTROS HISTÓRICOS DE BASES DE DATOS.....	84
3.5.3.1 <i>Análisis de informes</i>	84
3.5.3.2 <i>Evaluaciones ex-post</i>	85
3.5.3.3 <i>Registros históricos de bases de datos</i>	85
3.5.4 FASE 4: REALIZAR EL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DEL RIESGO Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA.....	85
3.5.4.1 <i>Realizar el proceso de identificación de riesgos</i>	86
Identificación de riesgos a través de la técnica “Brainstorming”.....	87
3.5.4.2 <i>Describir los riesgos identificados</i>	87
3.5.4.3 <i>Determinar el riesgo de impacto y la probabilidad de ocurrencia</i>	88
3.5.5 FASE 5: COMPLEMENTAR LA MEE A TRAVÉS DE MEJORES PRÁCTICAS Y REVISIÓN DE LITERATURA ESPECIALIZADA.....	88
3.5.5.1 <i>Revisión de literatura especializada</i>	89
3.5.5.2 <i>Mejores prácticas</i>	89
3.5.6 FASE 6: METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN DE RIESGOS.....	90
3.5.6.1 <i>Jerarquizar los riesgos identificados</i>	90
Riesgo de impacto.....	90
Probabilidad de ocurrencia.....	91
Clasificación.....	92
3.6 METODOLOGÍA PARA LA ETAPA DE VALORACIÓN DE RIESGOS.....	95
3.6.1 DEFINICIÓN DE LA VALORACIÓN DE RIESGO.....	95
3.6.2 HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	96
3.6.2.1 <i>Variable aleatoria</i>	96
3.6.2.2 <i>Probabilidad</i>	97
3.6.2.3 <i>Histograma</i>	98
3.6.2.4 <i>Distribución de probabilidad</i>	100
3.6.2.5 <i>Medidas de tendencia central: Media y desviación estándar</i>	101
3.6.2.6 <i>Regla empírica de la distribución normal</i>	103
3.6.2.7 <i>Percentil y nivel de significancia</i>	106
3.6.3 VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL RIESGO A TRAVÉS DE LA VOLATILIDAD.....	107
3.6.3.1 <i>Regla Percentil 5-50-95 cuando se conoce o se aproxima la distribución de probabilidad a una normal</i>	107
3.6.3.2 <i>Regla empírica de la desigualdad</i>	109
3.6.4 PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN RIESGO.....	111
3.6.5 MECANISMOS PARA OBTENER LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA.....	111
3.6.5.1 <i>Información obtenida a través de datos históricos</i>	112
3.6.5.2 <i>Información obtenida a través de percepción cualitativa riesgos (taller de riesgo)</i>	115
3.6.5.3 <i>Información obtenida a través de estudios referenciales</i>	116
3.6.5.4 <i>Información obtenida a través de opinión experta de manera acotada</i>	117
3.6.6 VALORACIÓN DEL COSTO DEL RIESGO DE SOBREPLOZO Y SOBRECOSTO.....	117
3.6.6.1 <i>Valoración del costo del riesgo con información cualitativa generada a través de expertos</i>	120
3.6.6.2 <i>Riesgos de sobrecostos</i>	123
3.6.6.3 <i>Riesgos de sobrepazos</i>	124
3.6.6.4 <i>Proceso para la valoración del riesgo de ingreso y demanda</i>	126

3.6.6.5 Riesgo de demanda.....	127
3.7 METODOLOGÍA PARA LA ETAPA DE ASIGNACIÓN DE RIESGOS	132
3.7.1 CRITERIOS PARA CONSIDERAR EN LA ASIGNACIÓN DE RIESGOS.....	133
3.7.1.1 Costos de transacción.....	133
3.7.1.2 Capacidades y ventajas competitivas en administración de riesgos.....	135
3.7.1.3 Bancabilidad.....	136
3.7.1.4 Apetito por riesgo.....	136
3.7.1.5 Prima por riesgo	136
3.7.1.6 Diez reglas a considerar en la asignación de riesgos	137
APARTADO IV	139
IV COMPARADOR PÚBLICO PRIVADO.....	140
4.1 OBJETIVO DEL COMPARADOR PÚBLICO PRIVADO	140
4.2 VALOR POR DINERO (VPD).....	141
4.3 DEFINICIONES DEL CPP	143
4.4 DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	145
4.4.1 FORMULACIÓN CONCEPTUAL	145
4.4.2 LAS COMPONENTES DEL CPP.....	146
4.4.3 FORMULACIÓN ANALÍTICA.....	147
4.5 PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DEL CPP Y ETAPAS DE LA METODOLOGÍA.....	153
4.5.1 ETAPAS GENERALES DE LA METODOLOGÍA.....	153
4.5.1.1 Etapa I: Estimación del costo total del Proyecto Público de Referencia	153
4.5.1.2 Etapa II: Medición del costo del proyecto APP.....	154
4.5.1.3 Etapa III: Estimación del Valor por Dinero (VPD).....	154
4.6 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA.....	155
4.6.1 ETAPA I: ESTIMACIÓN DEL COSTO TOTAL DEL PROYECTO PÚBLICO DE REFERENCIA	155
4.6.1.1 Subetapa I.1: Cálculo del costo base.....	155
Componentes del costo de inversión inicial.....	156
Ejemplo de aplicación para el cálculo del costo de la espera pública en el análisis del comparador	159
Costos de explotación	161
Inflación.....	161
4.6.1.2 Subetapa I.2: Cálculo de los ingresos de terceras fuentes del proyecto	162
Ingresos existentes por cobro directo.....	162
Ingresos potenciales	162
4.6.1.3 Subetapa I.3: Análisis de riesgos.....	163
Identificación, descripción y cuantificación de riesgos.....	163
Matriz de riesgos.....	163
4.6.1.4 Subetapa I.4: Cálculo de los costos ajustados por riesgo del PPR.....	164
Costo base ajustado.....	164
Costo del riesgo retenible.....	164
Costo del riesgo transferible.....	165
Ingresos de terceras fuentes.....	165
Costo ajustado total del PPR	167
4.6.2 ETAPA II: MEDICIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA.....	168
4.6.2.1 Subetapa II.1 Definición y descripción del Proyecto APP.....	168
Estructura del modelo o plan de negocio	168
4.6.2.2 Subetapa II.2: Viabilidad Económica y Financiera	171
4.6.2.3 Subetapa II.3: Cálculo del costo ajustado por riesgo.....	172

Costo del riesgo retenible.....	172
Costo de la administración del contrato.....	172
Pago al desarrollador	173
Costo ajustado total del Contrato APP	174
4.6.3 ETAPA III: ESTIMACIÓN DEL VALOR POR DINERO (VPD)	175
4.6.3.1 Subetapa III.1: Análisis comparativo de alternativas.....	175
Análisis de sensibilidad	175
Cálculo del VPD	176
4.6.3.2 Subetapa III.2: Elaboración del reporte final del Valor por Dinero	176
4.6.3.3 Oportunidad del plazo	177
4.6.3.4 Cronograma de elaboración del CPP	177
ANEXO I: METODOLOGÍA DEL TALLER DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	178
ANEXO II: DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDADES MÁS USADAS EN ANÁLISIS DE RIESGOS	181
ANEXO III: ALGUNOS TÓPICOS DE INFERENCIA ESTADÍSTICA	183
ANEXO IV: MÉTODO DE MONTE CARLO Y BOOTSTRAP	191
ANEXO V: MODELOS ESTOCÁSTICOS PARA VALORACIÓN DEL RIESGO DE DEMANDA.....	195
ANEXO VI: MODELO ECONÓMICO-FINANCIERO.....	202
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	213

PRÓLOGO

Para el Gobierno de México, la provisión de infraestructura y servicios públicos constituye una de las prioridades en su agenda de desarrollo, es por ello, que el esquema de Asociación Público Privada es un importante complemento de la inversión pública tradicional.

El Gobierno Federal los últimos años ha realizado un gran esfuerzo para crear mecanismos institucionales y de evaluación que permiten que la participación privada vea más atractivo el invertir en proyectos públicos, para ello el esfuerzo de planeación, conceptualización, estructuración de cada uno de los proyectos que se realizan por Dependencias y Entidades es indispensable y por ello su correcta evaluación representa la certeza de que la inversión de largo plazo, que se realiza a través de este esquema de inversión, genera beneficios a la sociedad.

Por lo anterior la Secretaría de Hacienda y Crédito Público a través de la Unidad de Inversiones pone a disposición de las Dependencias y Entidades el presente Manual que establece las disposiciones para determinar la Rentabilidad Social así como la Conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de Asociación Público-Privada, como parte complementaria a lo establecido en los Lineamientos que esta Secretaría a publicado para tal efecto, permitiendo con ello la preparación e inicio de los proyectos de Asociación Público-Privada que se identifique deben realizarse.

Hemos dividido el presente manual en cuatro apartados, que las Dependencias y Entidades deberán contemplar con el fin de llevar a cabo un proyecto a través del esquema APP: Acreditación de la rentabilidad socioeconómica; Análisis de Elegibilidad; Análisis de Riesgos y Análisis del Comparador Público Privado (VPD).

Con el seguimiento de las metodologías que se desarrollan en los distintos apartados, se mejora el esfuerzo de planeación y evaluación que las Dependencias y Entidades realizarán al desarrollar este tipo de proyectos mediante dicho esquema, contribuyendo de esta forma la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en dotar de herramientas a la Administración Pública Federal, que le permita estructurar mejores proyectos de Asociación Público-Privada.

Unidad de Inversiones

INTRODUCCIÓN

Las nuevas herramientas que han surgido para analizar los recursos del sector privado al desarrollo de infraestructura pública en el marco de las diferentes modalidades de Asociaciones Público Privada (APP), hacen necesario diseñar procesos que permitan abordar este tipo de proyectos durante todo su ciclo de vida, de tal manera, que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal cuenten con herramientas y criterios técnicos para su análisis y evaluación.

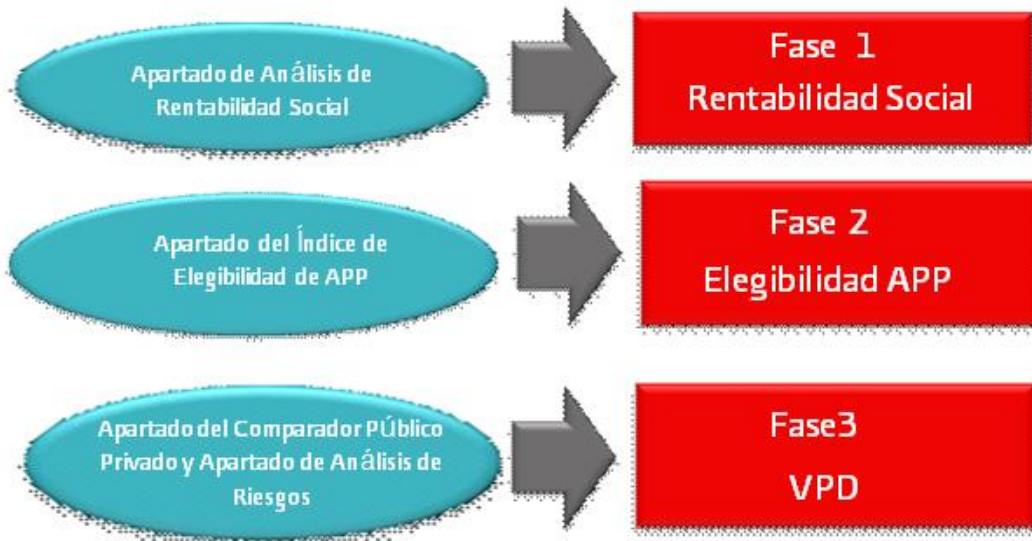
Con la finalidad de lograr este objetivo la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) a través de la Unidad de Inversiones ha diseñado el presente Manual, que es una guía para la aplicación de los Lineamientos que establecen las disposiciones para determinar la rentabilidad social así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de Asociación Público-Privada (Lineamientos) y las etapas que debe seguir toda dependencia o entidad que desee llevar a cabo proyectos a través de APP.

De esta forma, el presente Manual describe de manera sistematizada y ordenada la secuencia a seguir para la toma de decisiones respecto a la conveniencia de incorporar al sector privado en la provisión y gestión de activos públicos:

- ◆ En el Apartado I, se describe el proceso que las dependencias y entidades deben observar para obtener el registro en la cartera de inversiones que administra la SHCP y como presentar a la Secretaría el análisis costo y beneficio de los proyectos a su cargo, en donde se muestre que son susceptibles de generar en cada caso, un beneficio social neto bajo supuestos razonables necesario para continuar en el proceso de análisis de la conveniencia de llevar a cabo este proyecto, bajo la modalidad APP.
- ◆ En el Apartado II, se describe el proceso a seguir para la evaluación de elegibilidad de un proyecto en cuanto a su desarrollo mediante una APP una vez que obtuvo el registro en cartera.
- ◆ En el Apartado III, se describe el Análisis de Riesgos para proyectos APP el cual aporta insumos necesarios en el análisis del comparador público privado.
- ◆ En el Apartado IV, se describe el proceso del comparador público privado, el cual se complementa con los insumos obtenidos del análisis de riesgos y determina la

conveniencia de llevar a cabo un proyecto bajo un esquema de obra pública tradicional o mediante una APP.

El presente manual se ha dividido en los apartados ya descritos con la finalidad de facilitar su identificación bajo la secuencia para determinar la conveniencia de desarrollar un proyecto de APP, la cual comienza en una primera fase con la evaluación socio-económica del proyecto a través de la obtención del registro en cartera, para luego proseguir, en una segunda fase, con la aplicación de la metodología de evaluación de elegibilidad y finalmente en una tercera fase con la evaluación de la modalidad de ejecución a través de la metodología del Comparador Público Privado.



APARTADO I

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD SOCIAL

I ANÁLISIS DE RENTABILIDAD SOCIAL

Este proceso se basa en lo descrito en los Lineamientos que establecen las disposiciones para determinar la rentabilidad social, así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de Asociación Público-Privada, los cuales consideran que para la fase de la rentabilidad social de un proyecto debe efectuarse lo siguiente:

1.1 Registro en Cartera de los proyectos de inversión

Para demostrar la rentabilidad social de los proyectos de inversión apoyados con recursos federales presupuestarios, las Dependencias y Entidades deberán observar el procedimiento siguiente:

Las Dependencias y Entidades:

- Deberán mantener actualizada la información contenida en la Cartera.
- Cuando el análisis de rentabilidad contenga información clasificada como reservada, se deberá presentar una versión pública para difundirse a través de la Página web de la SHCP.

☛ La Secretaría, podrá dar trámite a las solicitudes de registro que le sean formuladas conforme a sus atribuciones y las disposiciones

- ◆ Presentar a la SHCP el Análisis costo y beneficio o de rentabilidad que corresponda, de acuerdo al proyecto de que se trate, en donde se muestre que son susceptibles de generar en cada caso, un beneficio social neto bajo supuestos razonables.
- ◆ Registrar los proyectos en la Cartera a través del PIPP, para lo cual se deberá presentar el Análisis costo y beneficio o de rentabilidad correspondiente.

La SHCP podrá negar o cancelar el registro si el proyecto de inversión no cumple con las disposiciones aplicables.

1.2 Clasificación de los proyectos

Con el fin de obtener el registro en la Cartera, en esta fase los proyectos de inversión se clasifican en los tipos siguientes:

- ◆ **Proyectos de infraestructura económica:** cuando se trate de la prestación de servicios que impliquen o requieran la construcción, adquisición y/o ampliación de activos fijos para la producción de bienes y prestación de servicios en los sectores de agua,

comunicaciones y transportes, electricidad, hidrocarburos y turismo. Bajo esta denominación, se incluyen los de rehabilitación y mantenimiento cuyo objeto sea incrementar la vida útil o capacidad original de los activos fijos destinados a la producción de bienes y prestación de servicios de los sectores mencionados;

- ◆ Proyectos de infraestructura social: cuando se trate de la prestación de servicios que impliquen o requieran la construcción, adquisición y/o ampliación de activos fijos para llevar a cabo funciones en materia de educación, ciencia y tecnología, cultura, deporte, salud, seguridad social, urbanización, vivienda y asistencia social;
- ◆ Proyectos de infraestructura gubernamental: cuando se trate de la prestación de servicios que impliquen o requieran la construcción, adquisición y/o ampliación de activos fijos para llevar a cabo funciones de gobierno, tales como seguridad nacional, seguridad pública y procuración de justicia, entre otras, así como funciones de desarrollo económico y social distintos a los proyectos de infraestructura económica e infraestructura social. Este tipo de inversión no incluye los proyectos de inmuebles destinados a oficinas administrativas, mismos que están comprendidos en el siguiente tipo;
- ◆ Proyectos de inmuebles: cuando se trate de la prestación de servicios que impliquen o requieran la construcción, adquisición y/o ampliación de inmuebles destinados a oficinas administrativas;
- ◆ Mantenimientos: cuando se trate de la prestación de servicios de conservación o mantenimiento de los activos existentes en condiciones adecuadas de operación y que impliquen o requieran aumentar la vida útil o capacidad original de dichos activos para la producción de bienes y servicios.
- ◆ Estudios de preinversión: cuando se trate de estudios que sean necesarios para que las Dependencias o Entidades tomen la decisión de llevar a cabo un proyecto de inversión. Tanto los estudios de preinversión como los que se realicen con posterioridad a la decisión de ejecutar un proyecto deberán considerarse dentro del Monto total de inversión del mismo, y
- ◆ Otros proyectos de inversión: cuando se trate de aquellos que no estén identificados en los tipos de inversión ya señalados.

1.3 Tipos de análisis de rentabilidad

Los tipos de Análisis de rentabilidad social que serán aplicables en esta fase a los proyectos de inversión que consideren realizar las Dependencias y Entidades serán los siguientes:

Para facilitar la elaboración y presentación encontrará los formatos correspondientes en la siguiente liga:

<http://www.shcp.gob.mx/LASHCP/MarcoJuridico/ProgramasYProyectosDeInversion/Paginas/lineamientos.aspx>

- ◆ A través de una Ficha Técnica
- ◆ A través de un análisis costo-beneficio (ACB) o un análisis costo-beneficio simplificado¹ (ACBS).
- ◆ A través de un análisis costo-eficiencia (ACE) o un análisis costo-eficiencia simplificado (ACES), solamente en caso de que los beneficios no sean cuantificables o sean de difícil cuantificación.

¹Un análisis costo-beneficio o costo-eficiencia es “simplificado” cuando se realiza a nivel perfil.

1.3.1 Ficha técnica

Su objetivo es proporcionar una descripción detallada de la problemática o necesidades a resolver con el proyecto de inversión, así como las razones por las cuales se elige tal solución.

La ficha técnica se aplicará cuando:

- ◆ Los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos, tengan un monto de inversión menor o igual a **50 mdp**, así como mantenimientos menores a **150 mdp**.
- ◆ Los proyectos de inversión mayores a **1,000 mdp** o aquellos que por su naturaleza o características particulares lo requieran, donde deberán solicitar primero el registro de estudios de preinversión a través de esta ficha técnica, previa elaboración y presentación del análisis costo y beneficio correspondiente.

☞ Recordar que en caso de no requerir estudios de preinversión, se deberá justificar dentro del análisis costo y beneficio la razón de no requerirlos.

1.3.1.1 Elementos que deberá contener la Ficha Técnica

- I. **Información general del Proyecto**, en esta primera parte se deberá describir lo siguiente:
 - ◆ Nombre y tipo de proyecto,
 - ◆ Fuentes de financiamiento,
 - ◆ Calendario,
 - ◆ Monto estimado de inversión,
 - ◆ El horizonte de evaluación,
 - ◆ Aspectos relevantes y,
 - ◆ Localización geográfica, la cual deberá ir acompañada de un mapa de ubicación, siempre y cuando la naturaleza del proyecto lo permita.
- II. **Alineación estratégica** en esta sección se especifican los objetivos, estrategias y líneas de acción que atiende el proyecto, conforme a los planes y programas gubernamentales. Además, se identifican los proyectos relacionados o que podrían verse afectados por su ejecución.

- III. **Análisis de la situación actual**, se deberá describir la problemática específica que justifique la realización del proyecto, que incluye una estimación de la Oferta y la Demanda de los bienes y servicios relacionados.

- IV. **Análisis de la situación sin proyecto**, en esta sección del formato se deberán especificar las optimizaciones, entendidas como las medidas administrativas o de bajo costo que contribuirían a optimizar la situación actual descrita; asimismo, se deberá realizar una estimación de la Oferta y la Demanda de los bienes y servicios relacionados con el proyecto, planeado a lo largo del horizonte de evaluación, considerando las optimizaciones identificadas.
- V. **Justificación de la alternativa de solución seleccionada**, en esta sección del formato correspondiente a la siguiente imagen, se deberá describir las alternativas que resuelvan la problemática planteada, así como la cuantificación de sus costos y la descripción de los criterios técnicos y económicos de selección, utilizados para determinar la alternativa más conveniente.

Figura 2
Formato ficha técnica, elementos IV y V descritos

Ficha Técnica	
IV. Análisis de la Situación Sin Proyecto	
Posibles medidas de optimización	
Medida	Descripción
Análisis de la oferta sin proyecto* (considerando medidas de optimización)	Análisis de la demanda sin proyecto* (considerando medidas de optimización)
* Se deberá realizar la estimación de los bienes y servicios relacionados con el PPI, proyectado a lo largo del horizonte de evaluación, considerando las optimizaciones identificadas.	
V. Alternativas de Solución	
Descripción de las alternativas de solución desechadas	Costo total (incluye IVA)
	\$ -
	\$ -
	\$ -
Justificación de la alternativa de solución seleccionada*	
* Se deberán cuantificar sus costos y describir los criterios técnicos y económicos de selección utilizados para determinar esta alternativa	

- VI. **Análisis de la situación con proyecto**, en esta sección del formato deberá describir:
- ◆ El proyecto y sus componentes,
 - ◆ Los aspectos técnicos,
 - ◆ Ambientales y legales más importantes relacionados con su ejecución,
 - ◆ Croquis con su ubicación en caso de que aplique y,
 - ◆ Estimación de la Oferta y la Demanda proyectada bajo el supuesto de que el proyecto se lleve a cabo, con el fin de determinar su

interacción y verificar que contribuya a solucionar la problemática identificada.

Figura 3
Formato ficha técnica, elemento VI descrito.

Ficha Técnica				
VI. Análisis de la Situación con Proyecto				
Descripción General				
Descripción de los componentes del proyecto				
Componente	Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Monto total (incluye IVA)
		\$	-	\$
		\$	-	\$
		\$	-	\$
		\$	-	\$
		\$	-	\$
		\$	-	\$
Aspectos técnicos más relevantes		Plano de la localización del proyecto		
Aspectos ambientales más relevantes				
Aspectos legales más relevantes				
Análisis de la oferta con proyecto		Análisis de la demanda con proyecto		
Diagnóstico de la situación con proyecto				

VII. **Identificación y en su caso, cuantificación y valoración de los costos y beneficios**, dentro de esta sección se deben identificar los costos de inversión, operación o mantenimiento, así mismo se deberá señalar su descripción y temporalidad, cuantificación, valoración así como su periodicidad.

Además en aquellos proyectos de infraestructura económica con un monto total de inversión mayor a 30 mdp y hasta 50 mdp, se deberán calcular adicionalmente lo descrito en el anexo I.

Figura 4
Formato ficha técnica, elemento VII descrito.

Ficha Técnica				
VII. Identificación y cuantificación de costos y beneficios				
Solo para aquellos proyectos de infraestructura económica con un monto de inversión mayor a 30 mdp y hasta 50 mdp, se deberá incluir el Anexo I (Cuantificación de costos, beneficios y cálculo de indicadores) como parte de la Ficha Técnica, adicionalmente a la siguiente información:				
Identificación de costos				
Tipo de Costo*	Descripción y Temporalidad	Cuantificación**	Valoración**	Periodicidad
Identificación de Beneficios				
Beneficio	Descripción	Cuantificación**	Valoración**	Periodicidad
*Se refiere a costos de inversión, operación o mantenimiento.				
** Justificar en caso de difícil cuantificación y/o valoración.				

Como ya se comentó, los proyectos de infraestructura económica con un monto de inversión entre 30 y 50 mdp, deberán llenar el anexo I (figura VII) como parte de la situación con proyecto donde se cuantificaran los costos de inversión, operación, mantenimiento, beneficios y externalidades sin incluir IVA.

Además se deberán calcular los indicadores de rentabilidad:

◆ Valor Presente Neto (VPN)

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t}$$

Donde:

B_t : son los beneficios totales en el año t

C_t : son los costos totales en el año t

$B_t - C_t$: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación

r: es la tasa social de descuento

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

◆ Tasa Interna de Retorno (TIR)

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Donde:

B_t : son los beneficios totales en el año t

C_t : son los costos totales en el año t

$B_t - C_t$: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación

TIR: Tasa Interna de Retorno

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

◆ Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)

$$TRI = \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t}$$

Donde:

B_{t+1} : es el beneficio total en el año t+1

C_{t+1} : es el costo total en el año t+1

I_t : Monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)

t: año anterior al primer año de operación

t+1: primer año de operación

En caso de que los beneficios no sean cuantificables o sean de difícil cuantificación y valoración, se deberá justificar dicha situación y realizar el cálculo del CAE.

◆ Costo Anual Equivalente (CAE) (proyecto evaluado y alternativa),

$$CAE = (VPC) \frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1}$$

Donde:

VPC: Valor presente del Costo total del proyecto de inversión (debe incluir la deducción del valor de rescate del programa o proyecto de inversión)

r: indica la tasa social de descuento

m: indica el número de años de vida útil del activo

El VPC debe calcularse mediante la fórmula siguiente:

$$VPC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Figura 5
Formato ficha técnica, elemento descrito Anexo I.

Ficha Técnica								
Para aquellos programas o proyectos de inversión de infraestructura económica con un monto de inversión entre 30 y 50 mdp.								
Anexo I. Situación con proyecto								
Cuantificación de costos (Sin incluir IVA)								
Año	Inversión	Operación	Mantenimiento	Externalidades	Total			
0	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
1	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
2	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
3	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
4	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
5	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
6	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
7	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
Total	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
Total de costos de inversión		\$ -						
Total de costos de operación		\$ -						
Total de costos de mantenimiento		\$ -						
Total de costos de externalidades		\$ -						
Cuantificación de beneficios (Sin incluir IVA)								
Año	Beneficio 1	Beneficio 2	Beneficio 3	Beneficio 4	Beneficio 5	Beneficio 6	Externalidades	Total
0	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
1	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
2	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
3	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
4	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
5	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
6	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
7	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
Total	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
Cálculo de indicadores de rentabilidad								
VPN	TIR	TRI	CAE*					
			Proyecto Evaluado:					
			Alternativas:					
*Aplica para el caso de que los beneficios no sean cuantificables o sean de difícil cuantificación y valoración. Se deberá realizar el cálculo del CAE de acuerdo con el Anexo 1 de los "Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión"								

VIII. Estudios de preinversión, como se muestra en la siguiente imagen, esta sección únicamente se utilizará para estudios de preinversión y se deberá señalar:

- ◆ El nombre del estudio,
- ◆ Tipo de estudio,
- ◆ Fecha estimada de realización,
- ◆ Justificación de su realización,
- ◆ Descripción y
- ◆ Monto estimado de inversión.

Figura 6
Formato ficha técnica, elemento VIII descrito.

Ficha Técnica					
Este apartado sólo se deberá llenar para estudios de preinversión					
VIII. Estudios de Preinversión					
Estudios de preinversión requeridos					
Nombre del estudio	Tipo de estudio	Fecha estimada de realización	Justificación de su realización	Descripción	Monto estimado (Incluye IVA)
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
Suma Total de inversión en estudios:					\$ -

Para concluir el llenado de la ficha técnica, en esta sección se deberán incluir los comentarios finales como parte de las consideraciones generales así como los responsables de la información que se está generando.

Figura 7
Formato ficha técnica, consideraciones generales y responsables de la información.

Ficha Técnica				
Consideraciones Generales				
Comentarios Finales				
Responsables de la Información				
Ramo:				
Entidad:				
Área Responsable:				
	Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Autorizó				
Responsable de la Información:				
Teléfono:				
Correo electrónico:				
	Versión	Fecha		
<small>*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.</small>				

1.3.2 Análisis Costo-Beneficio.

Este análisis de rentabilidad del proyecto de inversión se realiza a nivel prefactibilidad y su objetivo es determinar la valoración en términos monetarios de los costos y beneficios directos e indirectos, incluyendo externalidades, en la ejecución y operación de un proyecto.

El análisis costo beneficio se aplicará cuando:

- ◆ Los Proyectos cuyo monto total de inversión sea mayor a **500 mdp**.
- ◆ Los Proyectos distintos de los anteriores, cuando así lo determine la Secretaría, a través de la Unidad de Inversiones, independientemente de su monto total de inversión.

Al al análisis costo-beneficio de los proyectos de inversión se deberán anexar las principales conclusiones y, en su caso, el avance de los estudios técnicos, legales, ambientales y de mercado.

1.3.2.1 Elementos que deberá contener el Análisis Costo-Beneficio

- I. **Resumen ejecutivo**, en esta primera parte del formato se explicará en forma concisa, el objetivo del proyecto, la problemática identificada, así como una breve descripción de sus principales características:
- ◆ Horizonte de evaluación,
 - ◆ La identificación y descripción de los principales costos y beneficios,
 - ◆ Indicadores de rentabilidad,
 - ◆ Principales riesgos asociados a la ejecución y operación, y
 - ◆ Conclusión referente a la rentabilidad del proyecto.

Análisis costo-beneficio

Este análisis:

- Identifica, cuantifica y valora tanto los costos como los beneficios.
- Obtiene el VPN, la TIR y la TRI como indicadores de rentabilidad del proyecto.

Figura 1
Formato análisis costo-beneficio, elemento I descrito.

Análisis Costo-Beneficio		Análisis Costo-Beneficio	
Análisis Costo-Beneficio¹			
Nombre del PPI			
I. Resumen Ejecutivo			
En esta sección, deben llenarse los campos de la tabla que se muestran a continuación, a manera de resumen de las secciones que componen el análisis.			
Problemática, objetivo y descripción del PPI			
Problemática Identificada	Incluir una breve descripción de la problemática identificada, que justifique la realización del PPI.		
Objetivo del PPI	Puntualizar el objetivo del PPI.		
Breve descripción del PPI	Incluir una descripción del PPI y sus componentes.		
Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI			
Horizonte de Evaluación	Número de años considerados dentro de la evaluación del PPI.		
Descripción de los principales costos del PPI	Ejemplar y describir los principales costos de inversión, mantenimiento y operación del PPI.		
Descripción de los principales beneficios del PPI	Ejemplar y describir los principales beneficios relacionados con la implementación del PPI.		
Monto total de inversión	Monto de inversión incluyendo IVA, expresado en		
<small>¹ Para facilitar la elaboración y presentación de la ficha técnica, así como del análisis costo-beneficio y costo-beneficio simplificado, la Unidad de Incentivos para el Desarrollo y el Banco Financiero de conformidad con el número 23 de los Lineamientos para la elaboración y presentación de la oferta como inversión, que se encuentran en el Anexo 1 del presente documento.</small>			
1	[con IVA] <input type="text" value="Pesos"/>		2
	Riesgos asociados al PPI <input type="text" value="Riesgos asociados a la ejecución y operación del PPI."/>		
Indicadores de Rentabilidad del PPI			
	Valor Presente Neto (VPN) <input type="text" value="Pesos"/>		
	Tasa de Interna de Retorno (TIR) <input style="width: 50px;" type="text" value="%"/>		
	Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) <input style="width: 50px;" type="text" value="%"/>		
Conclusión			
Conclusión del Análisis del PPI	Breve conclusión del análisis, referente a la rentabilidad del PPI.		

- II. **Situación actual**, en esta segunda parte del formato se deberá mencionar el diagnóstico que motiva la realización del proyecto, resaltando la problemática que se pretende resolver; el análisis de la oferta, infraestructura y servicios existentes; el análisis de la demanda actual; y la interacción entre la oferta y la demanda, realizando un análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda del mercado en el cual se llevará a cabo el proyecto, describiendo de forma detallada la problemática identificada. Este análisis deberá incluir la explicación de los principales supuestos, metodología y las herramientas utilizadas en la estimación.

Figura 2
Formato análisis costo-beneficio,
elemento II descrito.

Análisis Costo-Beneficio	Análisis Costo-Beneficio
<p>II. Situación Actual</p> <p>a) Diagnóstico de la Situación Actual Incluir un diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del PPI, resaltando la problemática que se pretende resolver.</p> <p>b) Análisis de la Oferta Resumir los resultados del análisis de la oferta actual del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI. Los resultados presentados serán respaldados con gráficas y tablas. El análisis completo de la oferta actual debe integrarse en el Anexo A del presente documento. Adicionalmente, describir brevemente la infraestructura existente encaso de contar con la misma.</p> <p>c) Análisis de la Demanda Resumir los resultados obtenidos del análisis de la demanda actual del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI. Los resultados presentados serán respaldados por gráficas y tablas que clarifiquen el análisis e indiquen el año del mismo. El análisis completo de la demanda debe integrarse en el Anexo A del presente documento.</p> <p>d) Interacción de la Oferta-Demanda Describir de forma detallada el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI. El análisis debe incluir la relación precio-cantidad, la estimación de la oferta y la demanda total del mercado, la cuantificación del excedente de la demanda y la</p>	<p>explicación de los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en la estimación.</p>

III. **Situación sin el PPI**, en esta tercera parte del formato se debe incluir la situación esperada en ausencia del proyecto, así como los principales supuestos técnicos y económicos utilizados para el análisis y el horizonte de evaluación. Asimismo, se deben incluir:

- ◆ Optimizaciones,
- ◆ Análisis de la oferta y la demanda,
- ◆ Diagnóstico de la interacción oferta-demanda y
- ◆ Las alternativas de solución.

Figura 3
Formato análisis costo-beneficio,
elemento III descrito.

Análisis Costo-Beneficio	Análisis Costo-Beneficio
<p>III. Situación sin el PPI</p> <p>Describir la situación esperada en ausencia del PPI, considerando la implantación de las optimizaciones descritas en el inciso a) de esta misma sección, presentando una descripción de los supuestos técnicos y económicos de mayor relevancia utilizados para el análisis.</p> <p>Describa los supuestos técnicos y económicos</p> <p>a) Optimizaciones Describir las posibles medidas administrativas o inversiones de bajo costo que podrían ser implementadas en la zona relevante. Por ejemplo, en lugar de realizar el reemplazo de un activo, realizar actividades de mantenimiento al mismo. Las optimizaciones contempladas deben ser incorporadas para en el análisis de la oferta y la demanda de la situación sin el PPI.</p> <p>b) Análisis de la Oferta Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que el PPI no se llevara a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.</p> <p>c) Análisis de la demanda Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que el PPI no se llevara a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.</p>	<p>d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda considerando las optimizaciones, la cual debe proyectarse para todo el horizonte de evaluación del PPI.</p> <p>e) Alternativas de solución Incluir una descripción de las alternativas de solución consideradas para atender la problemática identificada, así como la justificación de los criterios utilizados para la selección de la mejor alternativa.</p>
4	5

IV. **Situación con el PPI**, en esta cuarta parte del formato se debe incluir la situación esperada en caso de que se realice el proyecto de inversión y deberá contener los siguientes incisos requeridos en el formato:

- a) **Descripción general:** describir el proyecto, señalando las características físicas del mismo y los componentes que resultarían de su realización, incluyendo cantidad, tipo y principales características;
- b) **Alineación estratégica:** mencionar como el proyecto contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan;
- c) **Localización geográfica:** señalar la ubicación geográfica donde se desarrollará el proyecto y su zona de influencia, acompañada de un plano de localización geo-referenciado y un diagrama para señalar su ubicación exacta, siempre y cuando la naturaleza del proyecto lo permita;
- d) **Calendario de actividades:** programar las principales actividades e hitos que serían necesarias para la realización del proyecto;
- e) **Monto total de inversión:** calendarizar la inversión por año y la distribución del monto total entre sus principales componentes o rubros. Asimismo, deberá desglosarse el impuesto al valor agregado y los demás impuestos que apliquen;
- f) **Financiamiento:** indicar las fuentes de financiamiento del proyecto;

Figura 4
Formato análisis costo-beneficio, elemento IV descrito, incisos a al f.

Análisis Costo-Beneficio

IV. Situación con el PPI

Describir la situación esperada en caso de que se realice el PPI, la cual debe contener los siguientes elementos:

a) Descripción general
De la siguiente tabla se seleccionará el tipo de PPI.

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura social	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura gubernamental	<input type="checkbox"/>
Proyecto de inmuebles	<input type="checkbox"/>
Programa de adquisiciones	<input type="checkbox"/>
Programa de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
Otros proyectos de inversión	<input type="checkbox"/>
Otros programas de inversión	<input type="checkbox"/>

Detallar las características físicas del PPI. Por ejemplo, construcción de una escuela primaria con 44 aulas de estudio, patio de actividades recreativas de 100 metros cuadrados, una biblioteca con capacidad para 5,000 libros, estacionamiento con capacidad para automóviles, etc.

Describir los componentes o activos que resultarán de la realización del PPI, así como su cantidad, tipo y principales características.

Componente	Cantidad	Principales Características

b) Alineación estratégica
Describir cómo el PPI contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales, así como al mecanismo de planeación al que hace referencia el artículo 34 fracción I de la Ley.

Análisis Costo-Beneficio

c) Localización geográfica
Definir la localización geográfica del PPI así como su zona de influencia, acompañado de un plano de localización y un diagrama en el que se señale la ubicación exacta, siempre y cuando el proyecto lo permita.

d) Calendario de actividades
Establecer el calendario de actividades de la ejecución y operación del PPI.

Actividad	Año 1	Año 2	Año 1+2

e) Monto total de inversión del PPI
Especificar el monto total de inversión del PPI, desglosando los impuestos correspondientes.

Monto total de inversión	
Componentes	Monto de inversión
1	
2	
3	
Subtotal	
Impuestos totales	
Total	

f) Fuentes de financiamiento
Enlistar las fuentes de financiamiento del PPI, así como su porcentaje de participación, especificando si los recursos son federales, estatales, municipales, fideicomisos y en su caso privados. En el caso de recursos estatales y municipales, especificar el nombre completo del estado o municipio; para fideicomisos

- g) **Capacidad instalada** que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación del proyecto;
- h) **Metas anuales y totales de producción de bienes y servicios** cuantificadas en el horizonte de evaluación;
- i) **Vida útil:** describir el tiempo de operación del proyecto expresado en años;
- j) **Mencionar los aspectos más relevantes y las conclusiones de:** los estudios técnicos, legales, ambientales, de mercado y, en su caso, algún otro estudio que se requiera. Los aspectos a considerar deben ser aquellos que tienen un impacto significativo en el resultado del proyecto;
- k) **Análisis de la Oferta a lo largo del horizonte de evaluación,** considerando la implementación del proyecto;

Figura 4
Formato análisis costo-beneficio,
elemento IV descrito, incisos g a k.

Análisis Costo-Beneficio																															
<p>i) Especificar el nombre completo del mismo; y en caso de recursos privados especificar el nombre completo o razón social del privado.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Origen de los recursos</th> <th>Procedencia</th> <th>Monto</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Federales</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Estatales</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Municipales</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. Fideicomisos</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5. Otros</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Total</td> </tr> </tbody> </table>				Origen de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje	1. Federales				2. Estatales				3. Municipales				4. Fideicomisos				5. Otros				Total			
Origen de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje																												
1. Federales																															
2. Estatales																															
3. Municipales																															
4. Fideicomisos																															
5. Otros																															
Total																															
<p>g) Capacidad instalada Explicar la capacidad que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación con la ejecución del PPI.</p>																															
<p>h) Metas anuales y totales Explicar las metas que se tendrán con el PPI cuantificadas en el horizonte de evaluación.</p>																															
<p>i) Vida útil del PPI Detallar la vida útil del PPI, la cual debe contemplar el tiempo de inversión más el horizonte de evaluación.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vida útil del PPI en años</th> <th>Vida útil del PPI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Vida útil del PPI en años	Vida útil del PPI																										
Vida útil del PPI en años	Vida útil del PPI																														
<p>j) Descripción de los aspectos más relevantes Estudios técnicos</p>																															
<p>Análisis Costo-Beneficio</p> <p>Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios técnicos realizados para el PPI, los cuales deben ser integrados en el Anexo B del presente documento.</p>																															
<p>Estudios legales Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios legales realizados para el PPI, los cuales deben ser integrados en el Anexo C del presente documento.</p>																															
<p>Estudios ambientales Detallar los resultados y recomendaciones relevantes de los estudios ambientales realizados para el PPI, los cuales deben ser integrados en el Anexo D del presente documento.</p>																															
<p>Estudios de mercado Detallar los resultados y recomendaciones relevantes de los estudios de mercado realizados para el PPI, los cuales deben ser integrados en el Anexo E del presente documento.</p>																															
<p>k) Análisis de la Oferta Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.</p>																															

- l) **Análisis de la Demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto, y**
- m) **Interacción de la Oferta y la Demanda a lo largo del horizonte de evaluación: indicar y analizar la interacción entre la Oferta y la Demanda del mercado, considerando la implementación del proyecto. Dicho análisis deberá incluir la estimación de la Oferta y de la Demanda total del mercado y la explicación de los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en la estimación.**

Figura 4
Formato análisis costo-beneficio, elemento IV descrito,
incisos l y m.

Análisis Costo-Beneficio
<p>l) Análisis de la Demanda Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.</p>
<p>m) Diagnóstico de la Interacción Oferta-Demanda Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda una vez que el proyecto haya sido implementado.</p>

V. **Evaluación del PPI**, en esta quinta parte del formato debe compararse la situación sin proyecto optimizada con la situación con proyecto, considerando los elementos siguientes:

- a) **Identificación, cuantificación y valoración de los costos del proyecto:** considerar el flujo anual de costos del proyecto, tanto en su etapa de ejecución como la de operación. Adicionalmente, se deberá explicar de forma detallada cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los supuestos y fuentes empleadas para su cálculo;
- b) **Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto:** considerar el flujo anual de los beneficios del proyecto, tanto en su etapa de ejecución como de operación. Adicionalmente, se deberá explicar de forma detallada cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los beneficios, incluyendo los supuestos y fuentes empleadas para su cálculo;
- c) **Cálculo de los indicadores de rentabilidad:** calcular a partir de los flujos netos a lo largo del horizonte de evaluación, con el fin de determinar el beneficio neto y la conveniencia de realizar el proyecto. El cálculo de los indicadores de rentabilidad incluye: el VPN, la TIR y la TRI. Para el cálculo de los indicadores de rentabilidad deberán considerarse las fórmulas contenidas en el Anexo 1 de los Lineamientos;
- d) **Análisis de sensibilidad:** A través del cual, se deben identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto: el VPN, la TIR y, en su caso, la TRI. Entre otros aspectos, deberá considerarse el efecto derivado de las variaciones porcentuales en el Monto total de inversión, los costos de operación y mantenimiento, los beneficios, la Demanda, el precio de los principales insumos y los bienes y servicios producidos, entre otros; asimismo, se deberá señalar la variación porcentual de estos rubros con la que el VPN sería igual a cero, y
- e) **Análisis de riesgos:** Se deberán identificar los principales riesgos asociados al proyecto. Dichos riesgos deberán clasificarse con base en la probabilidad de su ocurrencia y se deberán analizar sus impactos sobre la ejecución y la operación del proyecto en cuestión, así como las acciones necesarias para su mitigación.

Figura 5
Formato análisis costo-beneficio, elemento V descrito.

Análisis costo-beneficio

V. Evaluación del PPI
Resumir los principales puntos de la evaluación del PPI. Asimismo, desglosar el cálculo completo de los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad en el Anexo G del presente documento.

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI
Desglosar los costos del PPI de forma anual y total, diferenciando aquellos que se realizarán durante la etapa de ejecución y durante la etapa de operación. Dichos costos pueden ser agrupados por su tipo: costos directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicionalmente, explicar cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del PPI
Detallar los beneficios y ahorros generados por el PPI de forma anual y total. Dichos beneficios podrán ser agrupados por su tipo: beneficios directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicionalmente, explicar cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los beneficios, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad
Incorporar el cálculo de los indicadores de rentabilidad del PPI, resultados del análisis del PPI. La memoria de cálculo con la información cuantitativa del PPI debe ser integrado en el Anexo G del presente documento.

11

Análisis costo-beneficio

Indicadores de Rentabilidad

Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	Pesos
Tasa interna de retorno (TIR)	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	%

d) Análisis de sensibilidad
Describir las variables seleccionadas para realizar el análisis de sensibilidad. Adicionalmente, mostrar el impacto de las(s) variable(s) relevante(s) en la evaluación del PPI, y su valor en el cual el VPN es igual a cero. Finalmente, resumir de forma concreta las principales conclusiones del análisis de sensibilidad. El análisis de sensibilidad completo debe ser integrado en el Anexo H del presente documento.

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el resultado de Rentabilidad

e) Análisis de riesgos
Identificar los principales riesgos asociados al PPI en sus periodos de ejecución y operación, así como el impacto derivado y las estrategias de mitigación identificadas.

Descripción	Impacto

12

VI. Conclusiones y recomendaciones, en esta sexta parte del formato indicar en forma clara y precisa, los argumentos por los cuales debe llevarse a cabo el PPI, con base en los resultados obtenidos del análisis realizado.

Figura 6
Formato análisis costo-beneficio, elemento VI descrito.

Análisis costo-beneficio

VI. Conclusiones y Recomendaciones
Exponer de forma clara y precisa, las razones por las cuales debe llevarse a cabo el PPI, con base en los resultados obtenidos del análisis realizado.

13

VII. Anexos, en esta septima parte del formato se mencionaran aquellos documentos y hojas de cálculo, que soportan la información y estimaciones contenidas en el Análisis de rentabilidad, tales como:

- ◆ El análisis de la oferta y la demanda
- ◆ Estudios técnicos
- ◆ Estudios legales

- ◆ Estudios ambientales
- ◆ Estudios de mercado
- ◆ Estudios específicos
- ◆ Análisis de sensibilidad
- ◆ Memoria de cálculo que incluya los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI

Figura 7
Formato análisis costo-beneficio, elemento VII descrito.

Análisis costo-beneficio

VII. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A.	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene el análisis de la oferta y demanda en la situación actual, sin proyectos y con proyecto.
Anexo B.	Estudios Técnicos	
Anexo C.	Estudios Legales	
Anexo D.	Estudios ambientales	
Anexo E.	Estudios de Mercado	
Anexo F.	Estudios Específicos	
Anexo G.	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	
Anexo H.	Análisis de Sensibilidad	

15

VIII. Bibliografía, en esta octava parte del formato indicar las fuentes de información y referencias consultadas para elaborar el Análisis de rentabilidad.

Figura 8
Formato análisis costo-beneficio, elemento VIII descrito.

Análisis costo-beneficio

VIII. Bibliografía

Incorporar la bibliografía de las fuentes de información utilizadas para la realización del análisis del PPI.

Responsables de la Información

Ramo:

Entidad:

Área Responsable:

	Nombre	Cargo	Firma	Fecha
Elaboró				
Revisó				
Autorizó				

Versión	Fecha

17

1.3.3 Análisis Costo-Beneficio Simplificado.

Este análisis de rentabilidad del proyecto de inversión se realiza a nivel perfil y deberá contener los mismos elementos descritos en la sección 1.3.2 Análisis Costo Beneficio del presente Manual.

La información utilizada para la evaluación a nivel de perfil, debe ser verificable e incluir las fuentes de la misma en la sección de bibliografía del formato.

El análisis costo-beneficio simplificado de los proyectos de inversión se aplicará en los casos siguientes:

- ◆ Proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos con un monto total de inversión mayor a **50 mdp** y hasta **500 mdp**.
- ◆ Mantenimientos con un monto total de inversión mayor a **150 mdp** y hasta **500mdp**.

1.3.4 Análisis Costo-Eficiencia.

Este análisis de rentabilidad del proyecto de inversión se realiza a nivel prefactibilidad y su objetivo es asegurar el uso eficiente de los recursos al comparar dos alternativas de solución, bajo el supuesto de que generan los mismos beneficios.

El análisis costo-eficiencia se aplicará en los casos siguientes:

- ◆ Proyectos de inversión mayores a **500 mdp**, en los que los beneficios no sean cuantificables.
- ◆ Proyectos de inversión mayores a **500 mdp**, en los que los beneficios sean de difícil cuantificación, es decir, cuando no generan un ingreso o un ahorro monetario y se carezca de información para hacer un análisis adecuado de los beneficios no monetarios.

1.3.4.1 Elementos del análisis costo-eficiencia

II. **Resumen ejecutivo**, en esta primera parte del formato se explicará en forma concisa, el objetivo del proyecto, la problemática identificada, así como una breve descripción de sus principales características:

- ◆ Horizonte de evaluación,
- ◆ La identificación y descripción de los principales costos y beneficios,
- ◆ Indicadores de eficiencia (CAE primera alternativa, CAE segunda alternativa)
- ◆ Principales riesgos asociados a la ejecución y operación, y
- ◆ Conclusión referente a la rentabilidad del proyecto.

Análisis costo-eficiencia

Este análisis se realiza bajo el uso de dos supuestos:

- El primero considera que el proyecto es rentable desde una perspectiva socioeconómica.
- El segundo indica que las dos alternativas de solución consideradas para el análisis generan los mismos beneficios

Figura 1
Formato análisis costo-eficiencia, elemento I descrito.

Análisis Costo-Eficiencia	
Análisis Costo-Eficiencia	
Nombre del PPI	
I. Resumen Ejecutivo	
En esta sección, deben llenarse los campos de la tabla que se muestran a continuación, a manera de resumen de las secciones que componen el análisis.	
Problemática, objetivo y descripción del PPI	
Objetivo del PPI:	<input type="text" value="Actualizar el objetivo del PPI."/>
Problemática identificada:	<input type="text" value="Incluir una breve descripción de la problemática identificada, que justifique la realización del PPI."/>
Breve descripción del PPI:	<input type="text" value="Incluir una descripción del PPI y sus componentes."/>
Horizonte de evaluación, costos, y beneficios del PPI	
Horizonte de Evaluación:	<input type="text" value="Número de años considerados dentro de la evaluación del PPI."/>
Descripción de los principales costos del PPI:	<input type="text" value="Enlistar y describir los principales costos de inversión, mantenimiento y operación del PPI."/>
Descripción de los principales beneficios del PPI:	<input type="text" value="Enlistar y describir los principales beneficios relacionados con la implementación del PPI, además se deberá señalar las razones por los."/>
<small>*Para facilitar la elaboración y presentación del análisis costo-eficiencia, esta herramienta simplifica la unidad de inversión de la SHCP para el análisis de la rentabilidad socioeconómica. Se recomienda utilizar como unidad de inversión el monto de la inversión de los componentes que se evaluarán y se presentará en los análisis costo-eficiencia de los programas y proyectos de inversión.</small>	

Análisis Costo-Eficiencia	
cuales los beneficios no son cuantificables o valorables.	<input type="text"/>
Monto total de inversión (con IVA)	<input type="text" value="Monto de inversión incluyendo IVA, expresado en pesos."/>
Riesgos asociados al PPI	<input type="text" value="Riesgos asociados a la ejecución y operación del PPI."/>
Indicadores de Eficiencia del PPI	
Costo Anual Equivalente, Primera alternativa	<input type="text" value="Peso"/>
Costo Anual Equivalente, Segunda alternativa	<input type="text" value="Peso"/>
Conclusión	
Conclusión del Análisis del PPI	<input type="text" value="Breve conclusión del análisis, referente a la rentabilidad del PPI."/>

II. **Situación actual**, en esta segunda parte del formato se deberá mencionar el diagnóstico que motiva la realización del proyecto, resaltando la problemática que se pretende resolver; el análisis de la oferta, infraestructura y servicios existentes; el análisis de la demanda actual; y la interacción entre la oferta y la demanda, realizando un análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda del mercado en el cual se llevará a cabo el proyecto, describiendo de forma detallada la problemática identificada. Este análisis deberá incluir la explicación de los principales supuestos, metodología y las herramientas utilizadas en la estimación.

Figura 2
Formato análisis costo-eficiencia, elemento II descrito.

Análisis Costo-Eficiencia	Análisis Costo-Eficiencia
<p>II. Situación Actual del PPI</p> <p>a) Diagnóstico de la Situación Actual Incluir un diagnóstico de la situación actual que motive la realización del PPI, resaltando la problemática que se pretende resolver.</p> <p>b) Análisis de la Oferta Existente Resumir los resultados del análisis de la oferta actual del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI. Los resultados presentados serán respaldados con gráficas y tablas. El análisis completo de la oferta actual debe integrarse en el Anexo A del presente documento. Adicionalmente, describir brevemente la infraestructura existente en caso de contar con la misma.</p> <p>c) Análisis de la Demanda Actual Resumir los resultados obtenidos del análisis de la demanda actual del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI. Los resultados presentados serán respaldados por gráficas y tablas que clarifiquen el análisis e indiquen el año del mismo. El análisis completo de la demanda debe integrarse en el Anexo A del presente documento.</p> <p>d) Interacción de la Oferta-Demanda Describir de forma detallada el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda del mercado en el cual se llevará a cabo el PPI. El análisis debe incluir la relación precio-cantidad, la estimación de la oferta y la demanda total del mercado, la cuantificación del excedente de la demanda y la</p>	<p>Aplicación de los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en la estimación.</p>

III. Situación sin el PPI, en esta tercera parte del formato se debe incluir la situación esperada en ausencia del proyecto, así como los principales supuestos técnicos y económicos utilizados para el análisis y el horizonte de evaluación. Asimismo, se deben describir las optimizaciones; el análisis de la oferta y la demanda; el diagnóstico de la interacción oferta-demanda; y las alternativas de solución.

Figura 3
Formato análisis costo-eficiencia, elemento III descrito.

Análisis Costo-Eficiencia	Análisis Costo-Eficiencia
<p>d) Diagnóstico de la Interacción Oferta-Demanda Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda considerando las optimizaciones, la cual debe proyectarse para todo el horizonte de evaluación del PPI.</p> <p>e) Alternativas de solución Incluir una descripción de las alternativas de solución consideradas para atender la problemática identificada, así como la justificación de los criterios utilizados para la selección de la solución encontrada.</p>	<p>III. Situación sin el PPI Describir la situación esperada en ausencia del PPI, considerando la implementación de las optimizaciones descritas en el inciso e) de esta misma sección, presentando una descripción de los supuestos técnicos y económicos de mayor relevancia utilizados para el análisis y el horizonte de evaluación.</p> <p>Describa los supuestos técnicos y económicos e incluya el horizonte de evaluación.</p> <p>a) Optimizaciones Describir las posibles medidas administrativas o inversiones de bajo costo que podrían ser implementadas en la zona relevante. Por ejemplo, en lugar de realizar el reemplazo de un activo, realizar actividades de mantenimiento al mismo. Las optimizaciones contempladas deben ser incorporadas para en el análisis de la oferta y la demanda de la situación sin el PPI.</p> <p>b) Análisis de la Oferta Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que el PPI no se lleve a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.</p> <p>c) Análisis de la demanda Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que el PPI no se lleve a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.</p>

IV. Situación con el PPI, en esta cuarta parte del formato se debe incluir la situación esperada en caso de que se realice el proyecto de inversión y deberá contener los elementos siguientes:

- Descripción general: describir el proyecto, señalando los componentes que resultarían de su realización, incluyendo cantidad, tipo y principales características;
- Alineación estratégica: mencionar como el proyecto contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan;

- c. Localización geográfica: señalar la ubicación geográfica donde se desarrollará el proyecto y su zona de influencia, acompañada de un plano de localización georeferenciado y un diagrama para señalar su ubicación exacta, siempre y cuando la naturaleza del proyecto lo permita;
- d. Calendario de actividades: programar las principales actividades a desarrollar para la realización del proyecto;
- e. Monto total de inversión del PPI: señalar el monto total de inversión del PPI, desglosando el impuesto al valor agregado y los demás impuestos que correspondan;
- f. Fuente de financiamiento: indicar las fuentes de financiamiento del proyecto del PPI, así como su porcentaje de participación, especificando si los recursos son federales, estatales, municipales, fideicomisos y en su caso privados;

Figura 4
Formato análisis costo-eficiencia, elemento IV
descrito incisos a al f.

Análisis Costo-Eficiencia

IV. Situación con el PPI
Describir la situación esperada en caso de que se realice el PPI, la cual debe contener los siguientes elementos:

a) Descripción general
De la siguiente tabla seleccionar el tipo de PPI:

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	[]
Proyecto de infraestructura social	[]
Proyecto de infraestructura gubernamental	[]
Proyecto de inmuebles	[]
Programa de adquisiciones	[]
Programa de mantenimiento	[]
Otros proyectos de inversión	[]
Otros tipos de inversión	[]

Detallar las características físicas del PPI. Por ejemplo, construcción de una escuela primaria con 40 aulas de estudio, patio de actividades recreativas de 100 metros cuadrados, una biblioteca con capacidad para 5,000 libros, estacionamiento con capacidad para automóviles, etc.

Describir los componentes o activos que resultarán de la realización del PPI, así como su cantidad, tipo y principales características.

Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características

b) Alineación estratégica
Describir cómo el PPI contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales, así como al mecanismo de planeación al que hace referencia el artículo 34 fracción I de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

Análisis Costo-Eficiencia

c) Localización geográfica
Definir la localización geográfica del PPI así como su zona de influencia, acompañado de un plano de localización y un diagrama en el que se señale la ubicación exacta, siempre y cuando el proyecto lo permita.

d) Calendario de actividades
Establecer la programación de actividades necesarias para la ejecución y operación del PPI.

Actividad	Año 1	Año 2	Año n*

e) Monto total de inversión
Establecer el calendario de inversión por año y la distribución del monto total, desglosando los impuestos correspondientes.

Monto total de inversión	
Componente/Fuente	Monto de inversión
1	
2	
3	
Subtotal de Componentes/Fuentes	
Impuesto al Valor Agregado	
Otros Impuestos	
Subtotal de Impuestos	
Total	

f) Fuentes de financiamiento
Enlistar las fuentes de financiamiento del PPI, así como su porcentaje de participación, especificando si los recursos son federales, estatales, municipales, fideicomisos y en su caso privados. En el caso de recursos estatales y municipales, especificar el nombre completo del estado o municipio; para fideicomisos especificar el nombre completo del mismo; y en caso de recursos privados especificar el nombre completo o razón social del privado.

- g. Capacidad instalada: indicar la capacidad que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación del proyecto;
- h. Metas anuales y totales: señalar las metas que se tendrán con el PPI cuantificadas en el horizonte de evaluación;
- i. Vida útil del PPI: describir el tiempo de operación del proyecto expresado en años;
- j. Descripción de los aspectos más relevantes: mencionar los aspectos relevantes y las conclusiones de los estudios técnicos, legales, ambientales, de mercado y, en su caso, algún otro estudio que se requiera. Los aspectos a considerar deben ser aquellos que tienen un impacto significativo en el resultado del proyecto;
- k. Análisis de la Oferta: indicar los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación;
- l. Análisis de la Demanda: indicar los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto, y
- m. Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda: describir la interacción de la Oferta y la Demanda una vez que el proyecto este implementado.

Figura 4
Formato análisis costo-eficiencia,
elemento IV descrito incisos g al m.

Fuente de los recursos	Procedencia	Moneda	Porcentaje
1. Federales			
2. Estatales			
3. Municipales			
4. Fideicomisos			
5. Otros			
Total			

g) Capacidad instalada
 Explicar la capacidad que se tendrá y su evolución en el horizonte de evaluación con la ejecución del PPI.

h) Metas anuales y totales de producción
 Explicar las metas que se tendrán con el PPI de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación.

i) Vida útil
 Detallar la vida útil del PPI, la cual debe contemplar el tiempo de operación expresado en años.

Vida útil en años	Vida útil del PPI
<input style="width: 80%;" type="text"/>	<input style="width: 20%;" type="text"/>

j) Descripción de los aspectos más relevantes
 Estudios técnicos
 Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios técnicos realizados para el PPI, los cuales deben ser integrados en el Anexo B del presente documento.

10

Análisis costo-eficiencia

Estudios legales
 Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios legales realizados para el PPI, los cuales deben ser integrados en el Anexo C del presente documento.

Estudios ambientales
 Detallar los resultados y recomendaciones relevantes de los estudios ambientales realizados para el PPI, los cuales deben ser integrados en el Anexo D del presente documento.

Estudios de mercado
 Detallar los resultados y recomendaciones relevantes de los estudios de mercado realizados para el PPI, los cuales deben ser integrados en el Anexo E del presente documento.

Estudios Específicos
 Detallar los resultados y recomendaciones relevantes de los estudios requeridos y realizados para el PPI, los cuales deben ser integrados en el Anexo F del presente documento.

k) Análisis de la Oferta
 Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.

11

Análisis costo-eficiencia

l) Análisis de la Demanda
 Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del proyecto. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.

m) Interacción Oferta-Demanda
 Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del PPI.

12

V. Evaluación de Costos del PPI, esta quinta parte del formato se integra con los elementos siguientes:

- a. **Identificación, cuantificación y valoración de los costos de las alternativas de solución:** explicar de forma detallada cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los supuestos y fuentes empleadas para su cálculo;
- b. **Cálculo de los indicadores de análisis:** describir los indicadores de rentabilidad obtenidos del análisis del PPI;
- c. **Análisis de sensibilidad:** mencionar las variables seleccionadas y mostrar el impacto de las variables relevantes en la evaluación del PPI, asimismo señalar las conclusiones del análisis de sensibilidad;
- d. **Análisis de riesgos:** señalar los principales riesgos inherentes al PPI, el impacto derivado y las estrategias de mitigación.

Diferencias entre costo-beneficio y costo-eficiencia.

- ◆ El costo-eficiencia no cuantifica beneficios¹.
- ◆ En un costo-eficiencia se incluye una segunda alternativa² en donde se muestra en términos de costos la más conveniente, para ello se deberán comparar las opciones a través del indicador de eficiencia CAE.

$$CAE = (VPC) \frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1}$$

1 Supone que las dos alternativas de solución generan los mismos beneficios.

2 No se considera como alternativa diferente la comparación entre distintos prestadores del mismo servicio.

Figura 5
Formato análisis costo-eficiencia, elemento V descrito.

Análisis Costo-Eficiencia

V. Evaluación de Costos del PPI

a) Identificación, cuantificación y valoración de los costos de las alternativas de solución
Presentar los detalles de la identificación, cuantificación y valoración de los costos de cada una de las alternativas de solución planteadas, explicando de forma detallada cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

b) Cálculo de los indicadores de análisis
Incorporar los indicadores de eficiencia de las alternativas de solución, resultantes del análisis del PPI.

Indicador	Indicadores de Eficiencia	Valor
Costo anual Equivalente (CAE) de la alternativa 1		
Costo anual Equivalente (CAE) de la alternativa 2		

c) Análisis de sensibilidad
Describir las variables seleccionadas para realizar el análisis de sensibilidad. Adicionalmente, mostrar el impacto de 1(0) variable(s) relevante(s) en la evaluación del PPI, y su valor en el cual el CAE del proyecto se iguala con el CAE de la segunda alternativa. Finalmente, resumir de forma concreta las principales conclusiones del análisis de sensibilidad. El análisis de sensibilidad completo debe ser integrado en el Anexo II del presente documento.

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Eficiencia

13

Análisis Costo-Eficiencia

d) Análisis de riesgos
Identificar los principales riesgos asociados al PPI en sus etapas de ejecución y operación, dichos riesgos deberán clasificarse con base en la factibilidad de su ocurrencia y se deberán analizar sus impactos, así como las acciones necesarias para su mitigación.

Descripción	Impacto

14

VI. Selección de la Mejor Alternativa, en esta sexta parte del formato se debe seleccionar la mejor alternativa de solución de acuerdo al análisis realizado.

Figura 6
Formato análisis costo-eficiencia, elemento VI descrito.

Análisis Costo-Eficiencia

VI. Selección de la Mejor Alternativa

Seleccionar la mejor alternativa de solución de acuerdo al análisis realizado. Adicionalmente, describir las ventajas y desventajas técnicas y económicas de la alternativa seleccionada.

Alternativa	Ventajas	Desventajas

Presentar un cuadro comparativo de los indicadores de eficiencia calculados para cada una de las alternativas de solución.

Indicador	Alternativa 1	Alternativa 2
Costo Total Recurrente		

Describir los criterios cualitativos que se tomaron en cuenta para la selección de la mejor alternativa de solución.

Criterio cualitativo	Alternativa 1	Alternativa 2

15

VII. Conclusiones y recomendaciones, en esta séptima parte del formato indicar en forma clara y precisa, las razones por las cuales debe llevarse a cabo el PPI, con base en los resultados obtenidos del análisis realizado.

Figura 7
Formato análisis costo-eficiencia, elemento VII descrito.

Análisis Costo-Eficiencia

VII. Conclusiones y Recomendaciones

Exponer de forma clara y precisa, las razones por las cuales debe llevarse a cabo el PPI, con base en los resultados obtenidos del análisis realizado.

16

VIII. **Anexos**, en esta octava parte del formato se mencionaran aquellos documentos y hojas de cálculo, que soportan la información y estimaciones contenidas en el Análisis de rentabilidad.

Figura 8
Formato análisis costo-eficiencia, elemento VIII descrito.

Análisis Costo-Eficiencia

VIII. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene el análisis de la oferta y demanda en la situación actual, en presente y por gobierno.
Anexo B	Estudios Técnicos	
Anexo C	Estudios Legales	
Anexo D	Estudios Ambientales	
Anexo E	Estudios de Mercado	
Anexo F	Estudios Específicos	
Anexo G	Materiales de cálculo con los costos e inversiones de eficiencia del 801	
Anexo H	Análisis de Rentabilidad	

16

IX. **Bibliografía**, en esta novena parte del formato indicar las fuentes de información y referencias consultadas para elaborar el Análisis de rentabilidad.

Figura 9
Formato análisis costo-eficiencia, elemento IX descrito.

Análisis Costo-Eficiencia

IX. Bibliografía

Incorporar la bibliografía de las fuentes de información utilizadas para la realización del análisis del 801.

Responsables de la Información

Ramo:

Entidad:

Área Responsable:

Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Versión			Fecha

*El administrador del programa o proyecto de inversión de donde deberá ser como mínimo el nivel de Director de Área y no necesariamente de dependencia o entidad correspondiente, según sea el caso de lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

17

1.3.5 Analisis Costo-Eficiencia Simplificado.

Su objetivo consiste en un análisis de rentabilidad a nivel de perfil y contiene los mismos elementos descritos en la sección 1.3.4 Analisis Costo Eficiencia del presente Manual.

El análisis costo-eficiencia simplificado de los proyectos de inversión se aplicará en los casos siguientes:

- ◆ Proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos con un monto total de inversión mayor a **50 mdp** y hasta **500 mdp**, y que sus beneficios sean no cuantificables o de difícil cuantificación.
- ◆ Mantenimientos con un monto total de inversión mayor a **150 mdp** y hasta **500 mdp**, y que sus beneficios sean no cuantificables o de difícil cuantificación.

1.3.6 Consideraciones para los proyectos de inversion

Cuando los proyectos de inversión sufran modificaciones en función al analisis de rentabilidad y que estos representen cambios en el alcance deberán actualizar su analisis de rentabilidad.

Así mismo los proyectos de inversión deberán considerar que los beneficios y los costos se expresaran en términos reales, esto significa que deberán de descontar el efecto causado por la inflación. Para ello en el caso de los análisis de rentabilidad de los

Tipos de modificaciones al alcance del proyecto de inversión

- ◆ Por monto total de inversión:

Monto total de inversión (mdp)	Porcentaje
Hasta 1,000	25%
Superior a 1,000 y hasta 10,000	15%
Mayor a 10,000	10%

- ◆ También se considera modificación cuando los proyectos de infraestructura económica presenten una variación en sus metas físicas del 25%, con relación a las registradas en la Cartera
- ◆ Por tipo de inversión, cuando existan cambios en la modalidad de aportaciones o financiamiento.
- ◆ Por tipo de proyecto, cuando se presente un cambio en el tipo de inversión, así mismo cuando se presenten variaciones significativas en el diseño, en los componentes o en ambos.

proyectos de inversión que están por iniciar, los beneficios y costos se expresarán a precios del año en el que se está solicitando el registro en cartera.

Para el caso de proyectos que ya fueron iniciados y los cuales requieran la actualización del análisis de rentabilidad, se deberá utilizar la información en términos reales sobre erogaciones realizadas que se hayan reportado a través del sistema PIPP con la finalidad de dar seguimiento al ejercicio de dichos proyectos, el deflactor que se deberá emplear es el correspondiente al Producto Interno Bruto.

Consideraciones que no se deben olvidar en el análisis de rentabilidad social

- ◆ Utilizar la tasa social del 12 por ciento en términos reales.
- ◆ Utilizar preferentemente precios sociales¹.
- ◆ Incorporar de ser posible la cuantificación de las externalidades positivas o negativas que genere el proyecto.
- ◆ No incluir en la cuantificación de los costos y beneficios del análisis de rentabilidad, los impuestos, subsidios y aranceles.

✉ La Unidad de Inversiones podrá solicitar debido a sus características que un proyecto se evalúe utilizando precios sociales, podrá requerir modificaciones en el tipo de análisis de rentabilidad, considerando las características técnicas y económicas, así como el impacto social de un proyecto.

¹ En la elaboración de las fichas técnicas, análisis costo beneficio, costo beneficio simplificado, costo eficiencia y costo eficiencia simplificado.

Una vez que se determinó que el proyecto tiene rentabilidad social las dependencias y entidades deberán establecer que tipo de recursos pretenden utilizar para financiar el proyecto de acuerdo a una tipología.

Así mismo, deberán realizar el análisis para determinar la conveniencia de llevar a cabo dicho proyecto bajo un esquema APP en una etapa temprana, a través del índice de elegibilidad descrito en el siguiente apartado.

1.4 Tipologías de APP

Las Dependencias o Entidades deberán clasificar el proyecto de asociación público-privada con aportaciones de recursos federales presupuestarios, de acuerdo con lo siguiente:

I. Proyecto de asociación público-privada puro:

Proyectos donde el origen de los recursos para el pago de la prestación de servicios al sector público o al usuario final y de los costos de inversión, operación, mantenimiento y conservación de la infraestructura, son en su totalidad recursos federales presupuestarios.

II. Proyecto de asociación público-privada combinado:

Proyectos donde el origen de los recursos para el pago de la prestación de servicios al sector público o al usuario final y de los costos de inversión, operación, mantenimiento y conservación de la infraestructura provengan del sector público, ya sea a través de recursos

federales presupuestarios, recursos del Fondo Nacional de Infraestructura u otros recursos públicos federales no presupuestarios.

☛ En esta categoría se encuentran, por ejemplo, los contratos de concesiones que requieren aportes iniciales a fondo perdido durante la etapa de construcción, pagos periódicos diferidos en el tiempo en la forma de pagos fijos o variables, así como de tarifas cobradas directamente a los usuarios.

☛ En estas dos clasificaciones de proyectos que involucran recursos federales presupuestarios, se requieren el registro en la Cartera, así como acreditar el Índice de elegibilidad y el comparador público privado.

APARTADO II

ÍNDICE DE ELEGIBILIDAD

II ÍNDICE DE ELEGIBILIDAD

2.1 Objetivo del Índice de Elegibilidad

El objetivo de este apartado es proporcionar una metodología, mediante el análisis cualitativo y cuantitativo, que permita determinar la elegibilidad de un proyecto de Asociación Público Privada (APP) de infraestructura y servicios en etapas tempranas de su formulación.

El usuariodelametodología con este apartado podrá:

- ◆ Conocer y comprender las diferentes variables y/o criterios que resulta conveniente considerar para evaluar la potencialidad que tiene un proyecto para ser desarrollado a través de una Asociación Público Privada.
- ◆ Reflexionar y discutir sobre el grado de incidencia de cada variable en el desarrollo de un proyecto en particular.
- ◆ Obligarse a sistematizar información y requerimientos necesarios para tomar decisiones respecto a las etapas posteriores del proyecto.
- ◆ Contar con una herramienta diseñada en la plataforma de Microsoft® Office Excel 2007, que le permita obtener un indicador que refleje la conveniencia de llevar a cabo un proyecto de inversión a través de un esquema APP y con ello pasar a una siguiente fase que demuestre definitivamente la conveniencia del proyecto por medio de la generación de valor por el dinero.

2.2 Antecedentes del Índice de Elegibilidad

El análisis formal sobre la conveniencia de implementar esquemas de Asociación Público Privada hasta antes del año 1999, solamente se había circunscrito en el análisis costo-beneficio, en el cual se determinan desde la óptica de la sociedad, los costos y beneficios y se calcula el valor actual neto utilizando para ello una tasa de descuento social. Como segundo criterio, utilizado principalmente para proyectos y programas sociales (p. ej. inversiones en infraestructura de educación y salud), se encuentra el análisis de costo-eficiencia, que resulta apropiado cuando los beneficios de diferentes alternativas son los mismos o cuando existe dificultad en la cuantificación de algunos costos y beneficios en términos monetarios. Así mismo, a partir de 1999, un enfoque que emergió de manera creciente fue la evaluación de la modalidad de contratación, es decir, el análisis de la conveniencia acerca de la forma de ejecutar un proyecto en el largo plazo. Donde primero se evalúa el proyecto económicamente y si su resultado es positivo, entonces, resulta recomendable desde la perspectiva social implementarlo, en una segunda etapa, se evalúa la modalidad de ejecución a través de una metodología denominada Comparador Público Privado (CPP) y presenta una forma objetiva de comparar una modalidad de ejecución por obra pública tradicional, denominada proyecto público de referencia (PPR), con una modalidad de ejecución privada denominada proyecto de Asociación Público Privada.

Sin embargo, ambos enfoques requieren de un nivel importante de precisión de la información sobre costos, inversiones, demanda, marcos regulatorios, estructuración de la operación, análisis de riesgos, consideraciones detalladas de tasas de descuento y modelación financiera, lo que obliga a los tomadores de decisiones públicas a esperar los resultados de las evaluaciones para avanzar en las etapas siguientes de la estructuración y posteriormente licitación del proyecto APP, o en otros casos a tomar decisiones para incorporar al sector privado en un proyecto en base a consideraciones de economía política, intuición técnica, razones presupuestarias, y experiencias previas, entre otras.

En consecuencia, para apoyar la decisión de avanzar en la implementación de un esquema APP, en el presente Apartado se presenta el Índice de Elegibilidad para Seleccionar Proyectos de Asociaciones Público Privadas (IEAPP) que debe ser aplicado en etapas tempranas y de identificación de un proyecto APP.

La aplicación del IEAPP es una condición necesaria pero no suficiente para la implementación de una Asociación Público Privada, ya que el requisito principal es que el proyecto genere valor por dinero, es decir, se demuestre que la alternativa privada (APP) es superior a la alternativa de obra pública tradicional.

2.3 ¿Qué es un índice de elegibilidad?

Un índice es una combinación lineal de variables explicativas de un problema, en forma de preguntas a través de un cuestionario estructurado, cuya finalidad es obtener una sola puntuación que indicará el grado que describe a la variable objetivo. La confección de un índice, responde a la necesidad de medir fenómenos complejos, no directamente observables por variables individuales ya existentes.

Para la construcción del IEAPP, se han agrupado una serie de variables específicas en criterios generales a través de la determinación de factores². Estos criterios generales se muestran a continuación:

Cuadro 1
Descripción de los criterios

Factores	Criterios Generales	Descripción
F1	Institucionalidad	Cualidad referida al funcionamiento y organización del sector público para llevar adelante un esquema APP.
F2	Competencia	Presencia de condiciones de mercado que generan comportamientos adecuados de los agentes participantes y retornos normales dado el riesgo del proyecto, en un contexto de oferta y demanda.
F3	Licitación	Procedimiento público de selección objetiva del oferente.
F4	Involucrados	Consideración del impacto de cualquier grupo que puede afectar o ser afectado por la consecución de los objetivos del proyecto.
F5	Complejidad	Procesos de difícil desarrollo y donde intervienen una serie de variables.
F6	Macroeconomía	Condiciones de la economía relacionadas con el clima de inversión y acceso a financiamiento de largo plazo,
F7	Tamaño	Dimensión en duración y tiempo de ejecución del proyecto.

²Un factor (o también conocido como variable latente) es una variable que está conformada por otras variables con la finalidad de explicar un concepto, el cual no puede ser medido directamente.

Expresado en la siguiente ecuación³:

$$IEAPP = 0,38 \times \text{Institucionalidad} + 0,24 \times \text{Competencia} + 0,16 \times \text{Involucrados} + 0,17 \times \text{Complejidad} + 0,05 \times \text{Macroeconomía}$$

$$\text{Licitación} = 0,52 \times \text{Competencia} \text{ Tamaño} = 0,48 \times \text{Competencia}$$

Cuadro 1
Factores y ponderadores

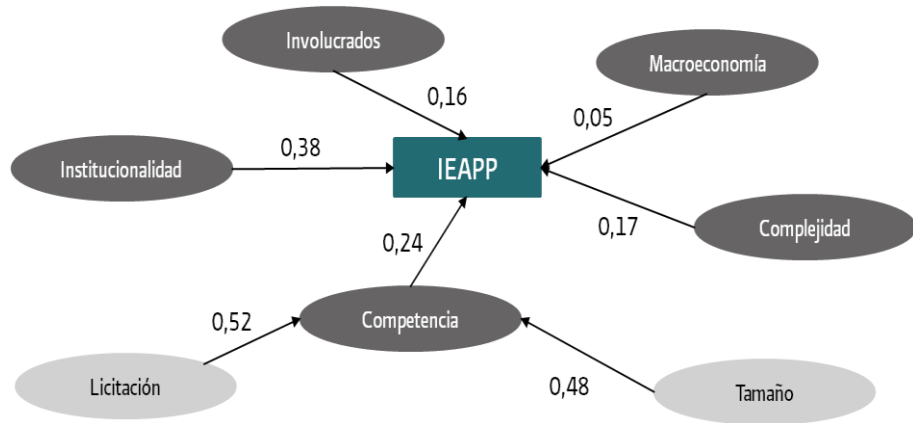
Factores	Ponderador
Institucionalidad	0,38
Competencia	0,24
Involucrados	0,16
Complejidad	0,17
Macroeconomía	0,05

Cuadro 2
Subfactores y ponderadores

Factores	Ponderador
Licitación	0,52
Tamaño	0,48

³ Los factores y ponderadores que se incorporan se basan en un estudio previo aplicado en varios países de América Latina, incluido México

Figura 1
Modelo Estructural del IEAPP



2.4 Método de aplicación del Índice de elegibilidad para entidades y dependencias.

2.4.1 Objetivo de la aplicación del IEAPP

Recopilar información primaria a través de un grupo de trabajo y por medio de la respuesta a una serie de 30 preguntas que permita calcular de manera cuantitativa el Índice de Elegibilidad del proyecto APP en estudio.

2.4.2 Discusión de grupo de trabajo

La aplicación del IEAPP debe ser realizada por las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal a proyectos que estas pretendan desarrollar mediante el esquema de APP, y su resultado debe ser enviado a la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público a efecto de cumplir lo dispuesto en los "Lineamientos que establecen las disposiciones para determinar la rentabilidad social, así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de Asociación Público-Privada".

Para lo anterior, se deberá realizar una discusión mediante un grupo de trabajo, el cual consiste en una reunión con un mínimo de 7 participantes, con un moderador encargado de hacer las preguntas y dirigir la discusión, el moderador del grupo de trabajo será quien funja como administrador del proyecto de APP de que se trate y este será designado por los titulares de las dependencias y entidades. Su labor es la de encausar la discusión para que no se aleje del tema de estudio y se puedan responder de manera concreta la totalidad de las preguntas que conforman el IEAPP.

Integración del grupo de trabajo del Índice de Elegibilidad

Requisitos para servidores públicos integrantes del grupo de trabajo del IEAPP

Obligatorio:

- Nivel jerárquico mínimo de director de área u homólogo, que les permita adoptar decisiones que incidan en el desarrollo o ejecución del proyecto APP*.

Cumplir al menos uno de los siguientes:

- Conocer los aspectos específicos del proyecto.
- Tener experiencia o haber participado en proyectos de inversión o de APP anteriores aún cuando estos últimos no hayan sido implementados.

*Al menos 7 servidores públicos.

☞ La dependencia o entidad podrá invitar a expertos del sector privado o social a efecto de participar en las actividades que efectúe el grupo de trabajo.

A través del grupo de trabajo se pueden establecer los puntos de articulación de los temas, los ejes de discusión y los lugares de interlocución, en torno al esquema APP, todos los cuales se reproducen en la interacción entre los participantes. Por lo tanto, además de aportar aspectos de contenido sobre la experiencia de cada participante en proyectos APP, también este grupo permite intercambiar información disponible y su conocimiento del proyecto, entre otros, contribuyendo a optimizar la medición cuantitativa que es el punto focal para la construcción del IEAPP.

Cabe destacar que esta metodología de recopilación de información permite la discusión abierta sobre cada tema a evaluar y con ello se evitan sesgos como “el contestar rápido” o “situaciones de apreciación intermedia” (colocar la mayoría de notas neutras cuando no se tiene mucho conocimiento de un aspecto específico del proyecto), o simplemente calificar con notas extremadamente negativas o positivas por “sesgo personal” respecto de la preferencia por lo netamente público o privado.

De esta forma es posible que entre los participantes puedan compartir explícitamente información, discutiendo más allá de la pregunta, tanto su contenido como su impacto, a fin de lograr un acuerdo conjunto de la nota sobre cada tema a evaluar.

Esta técnica de grupos de trabajo potencializa la realidad del proyecto en todo el contexto sectorial y nacional en términos de la nota de evaluación que se le asigna a cada tema evaluado (preguntas), por lo que cada individuo participante debe defender su propia nota con argumentos sólidos dado su grado de conocimiento del proyecto APP, e incluso en algunos casos deberá entregar documentación de respaldo si así se requiere para la conformidad de la nota final del grupo.

2.4.3 Procedimiento para la aplicación del Índice de Elegibilidad.

Analizar, discutir y consensuar las respuestas, se debe realizar una sesión con todos los participantes y el moderador: En estas sesión de discusión de grupo, uno de los participantesserá el moderador. Este moderador deberá poseer experiencia en temas de evaluación de proyectos y asumirá la dirección del grupo de trabajo como ya se definió.

El moderador da inicio a la sesión de grupo, explicando el objetivo de la reunión, presentando a cada uno de los participantes y estableciendo la forma en que se desarrollará dicha sesión. Posteriormente entregará el formato de cuestionario a cada uno de los participantes donde cada uno de ellos deberá fijar su posición en torno a cada una de las preguntas del cuestionario. Posteriormente el moderador leerá en voz alta la pregunta que será sometida a discusión y cada uno de los miembros del grupo de trabajo participará aportando información así como recomendando una nota de acuerdo a la escala de medición utilizada de 5 puntos con la finalidad de llegar a un acuerdo de la nota final que se le asignará como respuesta a dicha pregunta. Así hasta completar las 30 preguntas que conforman el Índice a fin de plasmarlas en el informe final del IEAPP.

2.5 Formato del cuestionario del estudio Índice de Elegibilidad APP

2.5.1 Instrucciones

A continuación se presenta una serie de preguntas cuyo objetivo es evaluar el proyecto en estudio en diferentes ámbitos, a fin de determinar su propensión a ser desarrollado vía mecanismos APP.

Para cada una de las preguntas, traslade el resultado de la respuesta colectiva del grupo de discusión al casillero denominado “Nota resultante del acuerdo colectivo”. La respuesta debe reflejarse en una escala de notas del 1 al 5 para cada una de dichas preguntas, en números enteros, es decir, 1, 2, 3, 4 o 5. No existen notas con decimales.

2.5.2 Cuestionario IEAPP

Identificación del proyecto (Nombre/descripción)

--

Hora de inicio reunión de evaluación: _____

Pregunta 1: Relación del proyecto con el plan estratégico de gobierno de mediano o largo plazo

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto no forma parte absolutamente en nada del plan de gobierno ni en el mediano ni largo plazo	El proyecto no forma parte integral del plan de gobierno de mediano plazo, pero podría serlo en el largo plazo	El proyecto si bien no forma parte integral explícita del plan de gobierno de mediano/largo plazo, es posible interpretarlo como parte de él	El proyecto forma parte de manera explícita en cierta medida del plan de gobierno de mediano/largo plazo	El proyecto forma parte integral y explícita del plan de gobierno de mediano/largo plazo
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 2: Relación del proyecto con la estrategia sectorial de desarrollo específica

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto no forma parte de la estrategia sectorial de desarrollo actual ni futura	El proyecto no forma parte integral de la estrategia de desarrollo sectorial actual, pero podría serlo en el largo plazo	El proyecto si bien no forma parte de la estrategia de desarrollo sectorial de manera explícita, si podría ser interpretado como parte de ella	El proyecto forma parte en cierta medida de la estrategia sectorial	El proyecto forma parte integral y explícita de la estrategia sectorial
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 3: Tamaño del proyecto o grupo de proyectos

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto o grupo de proyectos en su conjunto, alcanza a una inversión inferior a los USD 10 millones	El proyecto o grupo de proyectos en su conjunto, alcanza a una inversión entre USD 10 y USD 15 millones	El proyecto o grupo de proyectos en su conjunto, alcanza a una inversión entre USD 15 y USD 20 millones	El proyecto o grupo de proyectos en su conjunto, alcanza a una inversión entre USD 20 y USD 100 millones	El proyecto o grupo de proyectos en su conjunto, alcanza a una inversión superior a los USD 100 millones
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 4: Localización del Proyecto

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto se ubica totalmente lejano al área de influencia que permite atender zonas de marginación alta	El proyecto se ubica algo lejos del área de influencia que permite atender zonas de marginación alta	El proyecto se ubica medianamente cerca del área de influencia que permite atender zonas de marginación alta	El proyecto se ubica cercano al área de influencia que permite atender zonas de marginación alta	El proyecto se ubica totalmente en un área de influencia que permite atender zonas de marginación alta
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 5: Innovaciones institucionales

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto no genera ninguna innovación institucional	El proyecto genera varias innovaciones institucionales pero existe muy poca capacidad institucional para adaptarse a ellas	El proyecto genera algunas innovaciones institucionales y existe mediana capacidad institucional para adaptarse a ellas	El proyecto genera algunas innovaciones institucionales y existe gran capacidad institucional para adaptarse a ellas	El proyecto genera varias innovaciones institucionales y existe total capacidad institucional para adaptarse a ellas
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 6: Complejidad del diseño

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto tiene un muy alto grado de complejidad en sus especificaciones técnicas, de ingeniería (arquitectura), ambientales y de niveles de servicio	El proyecto tiene alto grado de complejidad en sus especificaciones técnicas, de ingeniería (arquitectura), ambientales y de niveles de servicio	El proyecto tiene mediano grado de complejidad en sus especificaciones técnicas, de ingeniería (arquitectura), ambientales y de niveles de servicio	El proyecto tiene poco grado de complejidad en sus especificaciones técnicas, de ingeniería (arquitectura), ambientales y de niveles de servicio	El proyecto no tiene ningún grado de complejidad en sus especificaciones técnicas, de ingeniería (arquitectura), ambientales y de niveles de servicio
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 7: Experiencia previa y de mejores prácticas a nivel nacional

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
No hay experiencia en México de aplicación ni de mejores prácticas para el desarrollo del proyecto	Hay una baja experiencia en México así como de mejores prácticas para el desarrollo del proyecto	Hay mediana experiencia previa en México así como de mejores prácticas para el desarrollo del proyecto	Hay bastante experiencia previa en México así como de mejores prácticas para el desarrollo del proyecto	Hay una gran experiencia previa en México así como de mejores prácticas para el desarrollo del proyecto
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 8: Probabilidad de rechazo de los involucrados

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
Se estima que hay total probabilidad de rechazo por parte de los agentes participantes del proyecto	Se estima que hay alta probabilidad de rechazo por parte de los agentes participantes del proyecto	Se estima que hay mediana probabilidad de rechazo por parte de los agentes participantes del proyecto	Se estima que hay escasa probabilidad de rechazo por parte de los agentes participantes del proyecto	Se estima que hay nula probabilidad de rechazo por parte de los agentes participantes del proyecto
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 9: Número de actores involucrados

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
Existe un número excesivo de agentes involucrados, lo que podría impedir el logro de acuerdos para el desarrollo del proyecto	Existe un gran número de agentes involucrados, lo que dificultaría el logro de acuerdos para el desarrollo del proyecto	Aun cuando existen varios agentes, es posible readecuar el número para poder lograr acuerdos para el desarrollo del proyecto	Existen varios agentes involucrados, pero se puede llegar al logro de acuerdos para el desarrollo del proyecto	Existe un número apropiado de agentes involucrados, lo que permite el logro de acuerdos para el desarrollo del proyecto
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 10: Número de proveedores del servicio

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
Es muy improbable que exista un amplio número de proveedores que puedan otorgar los servicios para la ejecución del servicio	Es improbable que exista un amplio número de proveedores que puedan otorgar los servicios para la ejecución del servicio	Es medianamente probable que exista un amplio número de proveedores que puedan otorgar los servicios para la ejecución del servicio	Es probable que exista un amplio número de proveedores que puedan otorgar los servicios para la ejecución del servicio	Es muy probable que exista un amplio número de proveedores que puedan otorgar los servicios para la ejecución del servicio
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 11: Atractividad para el sector privado

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto es muy poco atractivo tanto para inversionistas como para instituciones financieras	El proyecto es poco atractivo tanto para inversionistas como para instituciones financieras	El proyecto es indiferente tanto para inversionistas como para instituciones financieras	El proyecto es atractivo tanto para inversionistas como para instituciones financieras	El proyecto es altamente atractivo tanto para inversionistas como para instituciones financieras
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 12: Configuración monopólica

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto genera totalmente una configuración monopólica donde se implementa	El proyecto genera algo de configuración monopólica donde se implementa	El proyecto si bien no genera configuración monopólica donde se implementa, si lo pudiese generar en el mediano y largo plazo	El proyecto no tiene grandes probabilidades de generar configuración monopólica donde se implementa	El proyecto no genera en lo absoluto ninguna configuración monopólica donde se implementa
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 13: Generación de competencia en la licitación

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto generará una muy baja competencia durante el proceso de licitación	El proyecto generará una baja competencia durante el proceso de licitación	El proyecto generará suficiente competencia durante el proceso de licitación	El proyecto generará una alta competencia durante el proceso de licitación	El proyecto generará una muy alta competencia durante el proceso de licitación
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 14: Uso intensivo de tecnologías específicas

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto es altamente intensivo en tecnologías que pueden enfrentar rápidos cambios	El proyecto es intensivo en tecnologías que pueden enfrentar rápidos cambios	El proyecto es medianamente intensivo en tecnologías que pueden enfrentar rápidos cambios	El proyecto es poco intensivo en tecnologías que pueden enfrentar rápidos cambios	El proyecto es muy poco intensivo en tecnologías que pueden enfrentar rápidos cambios
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 15: Participación de Empresas

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
Se estima con total certeza que el proyecto no tendrá una participación importante de empresas de ingeniería y construcción nacional	Se estima con una baja certeza que el proyecto tendrá una participación importante de empresas de ingeniería y construcción nacional	Se estima con mediana certeza que el proyecto tendrá una participación importante de empresas de ingeniería y construcción nacional	Se estima con alta certeza que el proyecto tendrá una participación importante de empresas de ingeniería y construcción nacional	Se estima con total certeza que el proyecto tendrá una participación importante de empresas de ingeniería y construcción nacional
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 16: Transferencia de Tecnología

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto permitirá nula transferencia de tecnología extranjera de punta a empresas nacionales	El proyecto permitirá una baja transferencia de tecnología extranjera de punta a empresas nacionales	El proyecto permitirá una mediana transferencia de tecnología extranjera de punta a empresas nacionales	El proyecto permitirá una alta transferencia de tecnología extranjera de punta a empresas nacionales	El proyecto permitirá la total transferencia de tecnología extranjera de punta a empresas nacionales
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 17: Grado de avance expediente técnico y estudios

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
La entidad ejecutora no cuenta con ningún avance en la preparación del expediente técnico, que incluye: proyecto ejecutivo, estudios prediales, derechos de vía, permisos ambientales y otros	La entidad ejecutora cuenta con poco grado de avance en la preparación del expediente técnico, que incluye: proyecto ejecutivo, estudios prediales, derechos de vía, permisos ambientales y otros	La entidad ejecutora cuenta con cierto grado de avance en la preparación del expediente técnico, que incluye: proyecto ejecutivo, estudios prediales, derechos de vía, permisos ambientales y otros	La entidad ejecutora cuenta con un alto grado de avance en la preparación del expediente técnico, que incluye: proyecto ejecutivo, estudios prediales, derechos de vía, permisos ambientales y otros	La entidad ejecutora cuenta con la totalidad del expediente técnico, que incluye: proyecto ejecutivo, estudios prediales, derechos de vía, permisos ambientales y otros
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 18: Líder del proyecto

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
No se identifica ningún líder del proyecto que tenga la capacidad técnica y de liderazgo como para asegurar la coordinación, interacción y cooperación de los entes involucrados para el proyecto	Se identifica un responsable del proyecto con poca capacidad técnica y de liderazgo como para asegurar la coordinación, interacción y cooperación de los entes involucrados para el proyecto	Se identifica un responsable del proyecto con cierta capacidad técnica y de liderazgo para realizar coordinación, interacción y cooperación de los entes involucrados para el proyecto	Se identifica un líder del proyecto con capacidad técnica y de liderazgo que puede coordinar, interactuar y lograr la cooperación de los entes involucrados para el proyecto	Se identifica un líder del proyecto con total capacidad técnica y de liderazgo que permite asegurar la coordinación, interacción y cooperación de los entes involucrados para el proyecto
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 19: Solidez del marco institucional

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
No hay un marco institucional sólido en APP, que permita la coordinación eficiente entre la entidad contratante con otras dependencias	Hay un débil marco institucional en APP, que permita la coordinación eficiente entre la entidad contratante con otras dependencias	Hay un marco institucional medianamente sólido en APP, que puede permitir la coordinación eficiente entre la entidad contratante con otras dependencias	Hay un marco institucional sólido en APP, que permite gran coordinación eficiente entre la entidad contratante con otras dependencias	Hay un marco institucional muy sólido en APP, que permite la total coordinación eficiente entre la entidad contratante con otras dependencias
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 20: Cohesión institucional (Joined-Up)

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El proyecto presenta una muy baja cohesión institucional entre las dependencias del sector público	El proyecto presenta baja cohesión institucional entre las dependencias del sector público	El proyecto presenta un nivel intermedio de cohesión institucional entre las dependencias del sector público	El proyecto presenta un nivel alto de cohesión institucional entre las dependencias del sector público	El proyecto presenta un muy alto nivel de cohesión institucional con la totalidad de las dependencias del sector público
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 21: Flexibilidad del contrato

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
No es posible suponer que habrán cláusulas que le den flexibilidad al contrato para ajustarse a imprevistos y contingencias	Hay por lo menos una cláusula que le pudiese dar algo de flexibilidad al contrato para ajustarse a imprevistos y contingencias	Es posible suponer que habrán algunas cláusulas que le dan algo de flexibilidad al contrato para ajustarse a imprevistos y contingencias	Podrán haber varias cláusulas que le dan flexibilidad al contrato para ajustarse a imprevistos y contingencias	Podrán haber múltiples cláusulas que le dan total flexibilidad al contrato para ajustarse a imprevistos y contingencias
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 22: Cumplimiento del calendario previsto

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
Existe nula probabilidad que el proyecto sea ejecutado dentro del plazo previsto	Existe una muy baja probabilidad que el proyecto sea ejecutado dentro del plazo previsto	Existe mediana probabilidad que el proyecto sea ejecutado dentro del plazo previsto	Existe una alta probabilidad que el proyecto será ejecutado dentro del plazo previsto	Existe una total certeza que el proyecto será ejecutado dentro del plazo previsto
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 23: Modificaciones durante su fase de construcción

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
Existe una altaprobabilidad que el proyecto no sufra modificaciones durante su fase de construcción	Existe una muy baja probabilidad que el proyecto sufra modificaciones durante su fase de construcción	Existe mediana probabilidad que el proyecto sufra modificaciones durante su fase de construcción	Existe una alta probabilidad que el proyecto no sufra modificaciones durante su fase de construcción	Existe una total certeza que el proyecto no sufrirá modificaciones durante su fase de construcción
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 24: Financiamiento según lo Planificado

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
Existe una muy baja probabilidad que el proyecto sea financiado por el sector privado según lo previsto a la fecha de adjudicación	Existe una baja probabilidad que el proyecto sea financiado por el sector privado según lo previsto a la fecha de adjudicación	Existe mediana probabilidad que el proyecto sea financiado por el sector privado según lo previsto a la fecha de adjudicación	Existe una alta probabilidad que el proyecto será financiado por el sector privado según lo previsto a la fecha de adjudicación	Existe una total certeza que el proyecto será financiado por el sector privado según lo previsto a la fecha de adjudicación
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 25: Transparencia en Procesos de Licitación

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
No existe en lo absoluto, certeza que los procesos de licitación serán manejados con gran transparencia antes, durante y después de su licitación	Existe muy poca certeza que los procesos de licitación serán manejados con gran transparencia antes, durante y después de su licitación	Existe mediana certeza que los procesos de licitación serán manejados con gran transparencia antes, durante y después de su licitación	Existe una alta certeza que los procesos de licitación serán manejados con gran transparencia antes, durante y después de su licitación	Existe total certeza que los procesos de licitación serán manejados con gran transparencia antes, durante y después de su licitación
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 26: Promoción y Participación de Empresas Internacionales

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
Hay nula convicción que se promoverá ampliamente la participación de empresas internacionales en la licitación del proyecto	Hay una baja convicción que se promoverá ampliamente la participación de empresas internacionales en la licitación del proyecto	Hay mediana convicción que se promoverá ampliamente la participación de empresas internacionales en la licitación del proyecto	Hay una alta convicción que se promoverá ampliamente la participación de empresas internacionales en la licitación del proyecto	Hay total convicción que se promoverá ampliamente la participación de empresas internacionales en la licitación del proyecto
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 27: Disponibilidad de Recursos Financieros de la Entidad Ejecutora

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
A la fecha, la entidad ejecutora no cuenta con ningún recurso financiero para llevar adelante las etapas posteriores relacionadas con el desarrollo de los estudios de prefactibilidad y factibilidad	A la fecha, la entidad ejecutora cuenta con pocos recursos financieros para llevar adelante las etapas posteriores relacionadas con el desarrollo de los estudios de prefactibilidad y factibilidad (menos del 50%)	A la fecha, la entidad ejecutora cuenta con algunos recursos financieros (alrededor del 50%) para llevar adelante las etapas posteriores relacionadas con el desarrollo de los estudios de prefactibilidad y factibilidad	A la fecha, la entidad ejecutora cuenta con casi la totalidad de los recursos financieros para llevar adelante las etapas posteriores relacionadas con el desarrollo de los estudios de prefactibilidad y factibilidad (más del 50% pero menos del 100%)	A la fecha, la entidad ejecutora cuenta con la totalidad de los recursos financieros para llevar adelante las etapas posteriores relacionadas con el desarrollo de los estudios de prefactibilidad y factibilidad
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 28: Clima de inversión y condiciones macroeconómicas

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
El clima de inversión y las condiciones macroeconómicas del país son altamente desfavorables	El clima de inversión y las condiciones macroeconómicas del país son desfavorables	El clima de inversión y las condiciones macroeconómicas del país son medianas (ni favorables ni desfavorables)	El clima de inversión y las condiciones macroeconómicas del país son favorables	El clima de inversión y las condiciones macroeconómicas del país son altamente favorables
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 29: Disponibilidad de Recursos Humanos y Organización

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
La entidad ejecutora no cuenta con ningún recurso humano, ni capacidad organizativa adecuada para desarrollar proyectos de Asociación Pública Privada	La entidad ejecutora cuenta con pocos recursos humanos, así como capacidad organizativa adecuada para desarrollar proyectos de Asociación Pública Privada	La entidad ejecutora cuenta con algunos recursos humanos, así como capacidad organizativa para desarrollar proyectos de Asociación Pública Privada	La entidad ejecutora cuenta con casi la totalidad de los recursos humanos y capacidad organizativa para desarrollar proyectos de Asociación Pública Privada	La entidad ejecutora cuenta con la totalidad de los recursos humanos y capacidad organizativa para desarrollar proyectos de Asociación Pública Privada
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Pregunta 30: Valoración y Cuantificación de Riesgos a Mitigar

Colocar nota 1 si:	Colocar nota 2 si:	Colocar nota 3 si:	Colocar nota 4 si:	Colocar nota 5 si:
La entidad ejecutora no tiene identificados, cuantificados, ni valorados ninguno de los riesgos posibles de mitigar	La entidad ejecutora tiene identificados, cuantificados y valorados muy pocos riesgos posibles de mitigar	La entidad ejecutora tiene identificados, cuantificados y valorados algunos de los riesgos posibles de mitigar	La entidad ejecutora tiene casi totalmente definidos, cuantificados y valorados los riesgos posibles de mitigar	La entidad ejecutora tiene totalmente definidos, cuantificados y valorados los riesgos posibles de mitigar
Nota resultante del acuerdo colectivo				

Hora de término reunión de evaluación: _____

Informe del IEAPP

Nombre del proyecto				
Fecha de aplicación				
Lugar de aplicación				
Duración				
Nombre jefe del grupo				
Identificación del grupo				
Número de participantes (incluyendo el jefe de grupo)				
Nombre (incluir el jefe de grupo)	División	Teléfono de contacto	email	Firma
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Conclusiones sobre los resultados del IEAPP

2.6 Determinación del resultado del índice de elegibilidad.

Con el objeto de calcular el valor numérico que determine el resultado del índice de elegibilidad APP⁴, se desarrolló un modelo que está orientado a ser una herramienta por medio de la cual un grupo de expertos obtiene un valor cuantitativo, el cual permite complementar la toma de decisiones acerca de la conveniencia o no de utilizar esta modalidad de ejecución y gestión de proyectos de infraestructura y servicios públicos.

Para lograr obtener el resultado cuantitativo se plantea una nota que toma valores enteros entre 1 y 5 para cada una de las preguntas, donde la nota 1 corresponde a la primera alternativa leyendo desde la izquierda en cada una de las preguntas. La nota obtenida es resultado del consenso de todos los expertos o de manera individual de todos aquellos que participan en el grupo de trabajo.

Para facilitar la aplicación del IEAPP se ha construido un modelo que ha sido desarrollado sobre la plataforma Microsoft® Office Excel 2007, con el nombre **IEAPP.xls**, programado en VBA Excel y utilizando macros⁵ se logra cuantificar del IEAPP. El archivo en Excel está compuesto de tres hojas las cuales se describen a continuación:

- ◆ **Inicio:** Esta hoja se utiliza como presentación del modelo, estando conformada por el nombre de la aplicación y el logo de la institución responsable en el diseño del modelo y su aplicabilidad.
- ◆ **Cuestionario:** En esta hoja se encuentra el listado de preguntas que permiten la cuantificación del IEAPP. Cada pregunta cuenta con una celda o campo donde se procede a ingresar las notas correspondiente. Para cada pregunta existen 5 alternativas de evaluación, las que se leen de izquierda a derecha, y que se encuentran asociadas a las notas de 1 a 5 en el mismo sentido de lectura.

⁴El desarrollo de la metodología y la fundamentación y el análisis del índice se encuentran en un documento denominado “Un Indicador de Elegibilidad para Seleccionar Proyectos de Asociaciones Público Privadas para Infraestructura y Servicios”, preparado por el Doctor Sergio Alejandro Hinojosa. Se encuentra disponible en www.piappem.org. En un formato similar pero con variables y factores de aplicación específica se ha construido para los gobiernos de Colombia y Uruguay.

⁵Una Macro es una serie de procedimientos y funciones que se escriben en un modulo, con la finalidad de no tener que repetir tareas dentro de una(s) hoja Excel y pueden ser activados con algún botón de control o una letra.

◆ **APP:** En esta hoja se muestra la nota asignada por el entrevistado a cada una de las preguntas y el valor de las variables que agrupan a las distintas preguntas, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 3
Definición de las variables latentes en función de las variables o indicadores

Variabes Latentes	Preguntas
Institucionalidad	P1, P4, P17, P18, P19, P20, P21, P29, P30
Competencia	P7, P10, P11, P13, P14, P15, P16
Licitación	P2, P25, P26
Involucrados	P8, P9, P27
Complejidad	P5, P6, P22, P23
Macroeconomía	P28, P24
Tamaño	P3, P12

2.6.1 Manual de uso del modelo

En la hoja “Inicio”, se encuentra el logo de la institución responsable en el diseño del modelo y su aplicabilidad.

Figura 2
Hoja “Inicio”



En la hoja “Cuestionario” existen tres tipos de campos. En los campos de color verde se encuentran las 30 preguntas que permiten calcular el valor de las variables latentes asociadas. Para cada pregunta (o afirmación en la forma de pregunta) existen 5 alternativas de evaluación, que se encuentran en los campos de color gris claro, las cuales se leen de izquierda a derecha, y que se encuentran asociadas a las notas de 1 a 5 en el mismo sentido de lectura. Para ingresar la nota con respecto a cada pregunta, existe una lista en el campo de color gris oscuro con los números del 1 al 5, que permite al usuario del modelo, seleccionar la alternativa elegida como respuesta a la pregunta.

Figura 3
Hoja "Cuestionario"

Participante 1		Nivel de percepción				
Descripción de las variables		Poner nota 1 si:	Poner nota 2 si:	Poner nota 3 si:	Poner nota 4 si:	Poner nota 5 si:
P1	Relación del proyecto con el plan estratégico de gobierno de mediano o largo plazo	El proyecto no forma parte absolutamente en nada del plan de gobierno ni en el mediano ni largo plazo	El proyecto no forma parte integral del plan de gobierno de mediano plazo, pero podría serlo en el largo plazo	El proyecto si bien no forma parte integral explícita del plan de gobierno de mediano/largo plazo, es posible interpretarlo en un ítem que si pueda involucrado	El proyecto forma parte de manera explícita en cierta medida del plan de gobierno de mediano/largo plazo	El proyecto forma parte integral y explícita del plan de gobierno de mediano/largo plazo
P2	Relación del proyecto con la estrategia sectorial de desarrollo específica	El proyecto no forma parte de la estrategia sectorial de desarrollo actual ni futura	El proyecto no forma parte integral de la estrategia de desarrollo sectorial actual, pero podría serlo en el largo plazo	El proyecto forma parte de manera explícita en cierta medida de la estrategia sectorial	El proyecto forma parte integral y explícita de la estrategia sectorial	
P3	Tamaño del proyecto o grupo de proyectos	El proyecto o grupo de proyectos en su conjunto, alcanza a una inversión inferior a los USD 10 millones	El proyecto o grupo de proyectos en su conjunto, alcanza a una inversión entre USD 10 y USD 15 millones	El proyecto o grupo de proyectos en su conjunto, alcanza a una inversión entre USD 15 y USD 20 millones	El proyecto o grupo de proyectos en su conjunto, alcanza a una inversión entre USD 20 y USD 100 millones	El proyecto o grupo de proyectos en su conjunto, alcanza a una inversión superior a los USD 100 millones

Una vez que el usuario del modelo termine de responder las 30 preguntas, se procede a presionar el botón de comandos "Guardar", el cual se encuentra al final de la lista de preguntas. El botón de comandos "Guardar" direcciona a la hoja "Índice"

Figura 4
Fin de la hoja "Cuestionario"

Participante 1		Nivel de percepción				
Descripción de las variables		Poner nota 1 si:	Poner nota 2 si:	Poner nota 3 si:	Poner nota 4 si:	Poner nota 5 si:
P28	Clima de inversión y condiciones macroeconómicas	El clima de inversiones y condiciones macroeconómicas del país son muy altamente desfavorables	El clima de inversiones y condiciones macroeconómicas del país son desfavorables	El clima de inversión y condiciones macroeconómicas del país son medias (ni favorables ni desfavorables)	El clima de inversiones y condiciones macroeconómicas del país son favorables	El clima de inversiones y condiciones macroeconómicas del país son altamente favorables
P29	Disponibilidad de recursos humanos y organización	La entidad ejecutora no cuenta con ningún recurso humano ni capacidad organizativa adecuada para desarrollar proyectos de Asociación Público Privada	La entidad ejecutora cuenta con pocos recursos humanos, así como capacidad organizativa adecuada para desarrollar proyectos de Asociación Público Privada	La entidad ejecutora cuenta con algunos recursos humanos, así como capacidad organizativa para desarrollar proyectos de Asociación Público Privada	La entidad ejecutora cuenta con casi la totalidad de los recursos humanos y capacidad organizativa para desarrollar proyectos de Asociación Público Privada	La entidad ejecutora cuenta con la totalidad de los recursos humanos y capacidad organizativa para desarrollar proyectos de Asociación Público Privada
P30	Valoración y cuantificación de riesgos a mitigar	La entidad ejecutora no tiene identificado, ni cuantificado, ni valorado ninguno de los riesgos posibles de mitigar	La entidad ejecutora tiene valorado muy poco los riesgos posibles de mitigar	La entidad ejecutora tiene identificado, cuantificado y valorado algunos de los riesgos posibles de mitigar	La entidad ejecutora tiene casi totalmente definidos, identificados, cuantificados y valorados los riesgos posibles de mitigar de los riesgos definidos	La entidad ejecutora tiene totalmente definidos, cuantificados y valorados los riesgos posibles de mitigar

Guardar

En la hoja "Índice" se muestra un resumen de las notas ingresadas para cada una de las preguntas por el usuario, y el valor que toma cada una de los factores (variables latentes). Estos factores permiten calcular el valor del IEAPP, mediante la siguiente expresión:

$$IEAPP = 0,38 \times \text{Institucionalidad} + 0,24 \times \text{Competencia} + 0,16 \times \text{Involucrados} + 0,17 \times \text{Complejidad} + 0,05 \times \text{Macroeconomía}$$

$$\text{Licitación} = 0,52 \times \text{Competencia} + 0,48 \times \text{Tamaño}$$

Figura 5
Hoja "Índice"

		Índice de Elegibilidad	0,00	No asigno valores definidos						
		Institucionalidad	0,00							
		Competencia	0,00							
		Involucrados	0,00							
		Complejidad	0,00							
		Macroeconomía	0,00							
P1	0	P7	0	P5	0	Complejidad	P24	0	Macroeconomía	
P4	0	P10	0	P6	0	0	P28	0	0	
P17	0	P11	0	P22	0					
P18	0	Institucionalidad	0	P13	0	Competencia	0	P2	0	Licitación
P19	0			P14	0			P25	0	0
P20	0			P15	0			P26	0	
P21	0			P16	0			P8	0	Involucrados
P29	0							P9	0	0
P30	0							P27	0	
								P3	0	Tamaño
								P12	0	0

El IEAPP toma valores comprendidos entre 1 y 5, haciendo la analogía con la escala de Likert, que definen los siguientes intervalos de toma de decisiones con respecto a la conveniencia de realizar un esquema APP sobre el proyecto analizado:

Cuadro 4
Valor del Índice de Elegibilidad (IEAPP)

Valor del IEAPP	Descripción	
[1.0 a 2.0)	Definitivamente no es conveniente usar un esquema APP	No es conveniente usar un esquema APP
(2.1 a 2.9)	Probablemente no es conveniente usar un esquema APP	
3.0	Es indiferente usar un esquema APP	Indiferente
(3.1 a 3.9)	Probablemente es conveniente usar un esquema APP	Es conveniente usar un esquema APP
[4.0 a 5.0]	Definitivamente es conveniente usar un esquema APP	

2.7 Información a presentar

Como se ha señalado, el resultado del Índice deberá ser presentado como parte del análisis de conveniencia, en el que se demuestra la pertinencia de llevar a cabo el proyecto a través de un esquema APP, en comparación con otros esquemas de contratación u mecanismos de financiamiento del proyecto, este análisis debe ser remitido a la Secretaría la cual verificará su cumplimiento a través de la siguiente información:

- ◆ La planilla Excel debidamente completada
- ◆ Un Informe o reporte escrito donde se incluyan los antecedentes que permitan justificar, respaldar y/o sustentar cada una de las respuestas a las preguntas del Índice
- ◆ Una explicación de la organización y la dinámica que se ha seguido para el desarrollo del Taller de Elegibilidad

APARTADO III

ANÁLISIS DE RIESGOS PARA APP

III ANÁLISIS DE RIESGOS PARA APP

3.1 Objetivo del Análisis de Riesgos para APP

El objetivo es proporcionar una metodología sistematizada para el análisis de riesgos en proyectos de infraestructura y servicios. Lo anterior implica el desarrollo de las etapas de identificación, descripción, valoración y asignación de riesgos, las que son necesarias para:

1. La construcción del Comparador Público Privado, el cual tiene por objetivo seleccionar la modalidad de contratación de una infraestructura pública y sus servicios relacionados.
2. El diseño del contrato en caso que la modalidad de contratación seleccionada sea una Asociación Público Privada.

Se espera que los usuarios al final de leer y estudiar esta metodología sean capaces de:

- ◆ Comprender el significado de riesgo en un proyecto de infraestructura
- ◆ Entender las diferentes fases de la etapa de identificación de riesgos
- ◆ Familiarizarse con una matriz de riesgos estándares en el sector de la infraestructura, la cual puede ser extendida según el grado de complejidad del proyecto
- ◆ Valorar y cuantificar riesgos que implican sobrecostos, sobreplazos y variaciones de ingresos de terceras fuentes, determinado ya sea con el uso de información histórica y/o la información de carácter subjetivo
- ◆ Conocer los principios y criterios que gobiernan un proceso de asignación de riesgos

3.2 ¿Qué es el análisis de riesgo de un proyecto de inversión en infraestructura?

Riesgo e incertidumbre son palabras usadas de diferentes formas en distintas disciplinas. El riesgo se relaciona con probabilidades conocidas de ocurrencia e incertidumbre con la imposibilidad de asignar valores numéricos a las probabilidades.

Para el caso de una definición en el ámbito de los proyectos de inversión, que es lo que interesa para el presente documento, el concepto de riesgo e incertidumbre puede expresarse de manera integrada como sigue: **“riesgo es un evento incierto que si ocurre, tiene un efecto negativo o positivo en al menos uno de los objetivos de un proyecto, tales como plazo, tiempo, costo, ámbito y/o calidad”**.

Por lo tanto, el riesgo puede ser definido como una combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento y sus consecuencias, incluyendo la severidad de éstas.

El análisis de riesgos está orientado a identificar, describir y medir las probabilidades de ocurrencia y sus impactos. Generalmente, el análisis de riesgos está compuesto por las siguientes etapas:

1. Identificación
2. Descripción
3. Valoración

Para el caso de los proyectos APP, dada la existencia de un contrato entre el sector público y privado, aparece una etapa adicional, que es la asignación de los riesgos entre ambos sectores. El siguiente esquema muestra las etapas del análisis de riesgos en un esquema APP de manera secuencial:

Figura 1
Etapas Análisis de
riesgos para
proyectos APP



3.3 Clasificación de riesgos en proyectos de inversión e infraestructura y servicios

En primer lugar, los riesgos pueden ser clasificados como endógenos o exógenos a la institución. Los exógenos, en general, son comunes para varios sectores económicos, y generalmente pueden ser diversificados en un contexto de cartera, o pueden ser traspasados a otro agente pagando una prima. Los contratos a futuros o de derivados financieros o directamente seguros ofrecidos por las compañías aseguradoras son ejemplos de lo anterior. Para estos riesgos existe un mercado definido y el sector público y/o privado pueden acudir a él. Los riesgos endógenos dependen de las acciones tomadas al interior de la organización, y en este sentido, una gestión adecuada de los riesgos tiene impactos directos en su mitigación y control. En un Contrato APP los riesgos endógenos dependen de las acciones tomadas por las partes, y dichas acciones están determinadas por los incentivos que están implícitos en el contrato firmado.

En segundo lugar, los riesgos en un proyecto de infraestructura pueden ser clasificados de manera sectorial. Infraestructura significa “debajo” (infra) del “edificio” (estructura) y por lo tanto generalmente engloba servicios subterráneos, tales como sistemas de agua y alcantarillado, o que se apoyan en la superficie como carreteras y ferrocarriles. De acuerdo a la definición anterior, es posible detectar dos grandes tipos de desarrollo de infraestructura por parte del sector público⁶:

- ◆ Infraestructura productiva o económica, o infraestructura considerada necesaria para el día a día de la economía,
- ◆ Infraestructura social, o infraestructura considerada necesaria para la estructura de la sociedad.

⁶Gómez-Ibáñez (2003)

La infraestructura productiva considera principalmente los sectores de energía (generación, distribución, transmisión), transporte en general (carreteras, puertos, aeropuertos, ferrocarriles, transporte urbano), represas, sistema de aguas lluvia, saneamiento, entre otros. La infraestructura social considera los sectores de salud, educación, justicia, deportes y edificación pública, entre otros.

La tipología de riesgos que subyace entre proyectos de inversión en infraestructura social y productiva es diferente. Por ejemplo, una gran mayoría de los proyectos de infraestructura productiva son posibles de tarifificar. Lo anterior significa que el usuario paga una tarifa por el uso de la infraestructura y del servicio relacionado. Sin bien esta tarifa puede no ser suficiente para financiar completamente el servicio, y consecuentemente se requieran aportes públicos adicionales, se genera un riesgo de ingresos para la organización, el cual dependerá de la demanda y de la evolución de la actividad económica. Este riesgo no está presente por ejemplo, en proyectos de espacios educativos públicos, donde la totalidad de los recursos para el financiamiento del proyecto provienen directamente de fuentes públicas y no de los usuarios. Asimismo, por ejemplo, los riesgos de diseño arquitectónico no están presentes en una carretera pero sí en un hospital público o en un recinto penitenciario.

Una tercera clasificación se relaciona con las distintas etapas de desarrollo del proyecto. El ciclo de los proyectos de inversión pública puede dividirse en las etapas de perfil, diseño, licitación, construcción, y ejecución. En cada una de estas etapas la tipología de riesgos es distinta. El impacto o consecuencia de un evento es distinto dependiendo de la etapa que se encuentre. Por ejemplo, el impacto de un desastre natural en un proyecto de inversión, es muy distinto si dicho evento ocurre en la etapa de diseño o licitación del proyecto, que si ocurre en la etapa de construcción. En el primer caso, está la alternativa de suspender su ejecución. En el segundo caso, será necesario reconstruir el sector dañado impactado por el desastre natural, si fuera esa la situación.

Para el caso de un proyecto desarrollado por el sector público a través de una APP, una cuarta clasificación es la separación entre riesgos retenidos por el sector público y riesgos transferidos al sector privado. Un riesgo retenido por el sector público es aquel que permanece bajo la administración de la entidad de gobierno, y por lo tanto en caso de activarse, tiene un impacto directo en el presupuesto de la entidad. Un riesgo transferido al sector privado permanece bajo la administración y en la "contabilidad" de la empresa contratista que firma el Contrato APP. Nuevamente, si el riesgo es activado, tiene un impacto directo en el presupuesto del proyecto y es de responsabilidad del contratista mitigarlo y administrarlo.

En el CPP la clasificación entre riesgos retenidos y transferidos resulta clave para efectos de comparar el costo total de un proyecto de inversión desarrollado ya sea mediante obra pública tradicional o mediante APP.

3.4 Etapas del análisis de riesgos de proyectos de inversión en infraestructura y servicios

Las Dependencias y Entidades deberán identificar, describir, valorar y asignar los riesgos del Proyecto público de referencia y del Proyecto de asociación público-privada, así como la identificación y valoración de las formas para su mitigación, es decir, si se contratarán fianzas, seguros, garantías, coberturas entre otros, indicando el monto cubierto y su vigencia.

El Análisis de riesgos del Proyecto público de referencia y del Proyecto de asociación público-privada, deberán emplearse para desarrollar el Comparador público privado.

3.4.1 Identificación

El primer paso del análisis de riesgos es la identificación de todos los posibles eventos que generan consecuencias e impactos en el desempeño del cumplimiento de los objetivos del proyecto de inversión de infraestructura. Se trata de identificar todas las posibles causas potenciales que pueden producirse y que tendrían impacto en el resultado esperado del proyecto⁷. En otras palabras, en esta etapa se debe responder la pregunta acerca de: ¿Cuáles eventos o acciones podrían afectar adversamente el plazo, costo, ámbito y/o la viabilidad de la materialización del proyecto y la provisión de los servicios previstos?

Para la identificación de riesgos hay una variada cantidad de técnicas. Se incluyen por ejemplo la lluvia de ideas, cuestionarios estructurados, la revisión de documentos y literatura previa, técnicas de benchmarking en proyectos similares, análisis de escenarios, los métodos con talleres de expertos, el método Delphi, el método de desglose de riesgos (*RiskBreakdownStructure*), entre otras técnicas. En general, se recomienda, dependiendo de la complejidad, del tiempo para el desarrollo del proyecto y de su presupuesto, usar

⁷ Es posible asumir que la incidencia de riesgos más frecuente e importante es el sobrecosto en un proyecto de inversión de infraestructura, y lo que se busca es identificar sus causas. Las causas pueden ser múltiples. En este sentido, se debe entender que por estandarización de lenguaje se identifican riesgos específicos y no causas específicas, aunque la mayoría expliquen un Sobrecosto. El nombre genérico que se utiliza es riesgo de Sobrecosto.

combinaciones de ellas. En este apartado se presenta una metodología específica para la etapa de identificación de riesgos de un proyecto.

En cualquier método usado, se sugiere tener presente, las prescripciones que se derivan de la aproximación SMART. La identificación de los riesgos debe permitir que éstos sean Específicos, Medibles, Atribuibles, Relevantes, y Temporalmente identificables. El siguiente cuadro muestra las preguntas que deben poder ser respondidas una vez que los riesgos han sido identificados.

Cuadro 1
Aproximación SMART

Criterios	Preguntas
Específicos	¿Cuál es la situación específica de preocupación? ¿Qué impactos puede producirse en los objetivos del proyecto?
Medibles	¿Es posible contar con una estimación de la probabilidad que el riesgo ocurra? ¿Es posible cuantificar los impactos de manera numérica? ¿Es posible tener medido los impactos de manera cualitativa?
Atribuibles	¿Cuál es la causa del riesgo? ¿Qué genera o qué provoca su activación?
Relevantes	¿Por qué es importante para los objetivos del proyecto? ¿Cuál es el impacto en los objetivos de un proyecto?
Tiempo	¿En qué etapa ocurren los riesgos? ¿Tiene una duración indefinida? ¿Cuántas veces ocurren en el ciclo del proyecto?

3.4.2 Descripción

El objetivo de la descripción es establecer la definición y los impactos de los riesgos identificados de una manera narrativa en un formato claro. Por ejemplo, en una matriz. Esta matriz permite la descripción y la posterior evaluación de los riesgos de tal manera que facilita su comprensión. La descripción de los riesgos debiera contener el nombre del riesgo, los impactos, su naturaleza, el grado de tolerancia, su tratamiento, recomendaciones para priorizar el riesgo, la etapa en el desarrollo del proyecto en que se produce, y su asignación, es decir, si el riesgo es retenido por el sector público o es transferido al sector privado.

3.4.3 Valoración

La estimación del riesgo puede ser cuantitativa, semicuantitativa o cualitativa en términos de la probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias en los objetivos del proyecto.

En su forma cuantitativa, la valoración del riesgo puede estar expresada en valores monetarios multiplicando el costo del proyecto por la probabilidad de ocurrencia y su impacto.

Por ejemplo, un proyecto carretero que tiene un costo esperado de 100, se enfrenta a un riesgo geológico que tiene probabilidad de 90% de ocurrencia, y tiene un impacto de 10% de aumento en los costos. Entonces el costo del riesgo se calcula como sigue:

$$CR = 100 \times 90\% \times 10\% = 9$$

Si no es posible cuantificar el impacto numéricamente, entonces se debe realizar un análisis cualitativo. Por ejemplo, en el caso de un hospital público, el riesgo de negligencia del personal en la aplicación de un procedimiento alimenticio puede derivar en un reclamo para la organización. El impacto se relaciona con posibles juicios y litigaciones, y en una demanda en dinero por parte de él o los afectados.

Hay una variedad de técnicas cuantitativas para la valoración del riesgo de impacto, entre los que se incluyen los métodos con soluciones analíticas (cuando la distribución de probabilidad puede ser estimada), o los métodos desarrollados a través de simulación (cuando es necesario estimar la distribución). Entre estos últimos se encuentran los métodos de Monte Carlo y Bootstrap, y los métodos de simulación estocástica.

Se presenta una metodología específica para la etapa de valoración de riesgos de un proyecto.

3.4.4 Asignación

Uno de los aspectos claves de las APP es la localización, distribución o asignación de los riesgos entre el sector público y el sector privado que se materializa en un contrato de largo plazo. Esto se produce una vez que todos los riesgos han sido identificados, descritos y valorados. En dicho contrato queda escrito en la forma de cláusulas, la tipología de riesgos cuya gestión es responsabilidad del sector público, y por lo tanto son riesgos retenidos, y los riesgos que son de responsabilidad del sector privado, y por lo tanto, son riesgos transferidos. Una inadecuada asignación de los riesgos entre ambos sectores, implica un mayor costo para el proyecto, e incluso se genera un incremento de la exposición del proyecto a nuevos riesgos. En esta etapa de asignación de riesgos, también se determinan los elementos mitigadores de los riesgos más importantes, lo que implica buscar las herramientas para reducir la probabilidad de que los eventos adversos ocurran y de esta manera se reduzcan sus impactos en el objetivo del proyecto.

En este apartado se presenta una metodología específica para la etapa de asignación de riesgos de un proyecto APP.

3.4.5 Matriz de riesgos

La información de los riesgos que se desprende de cada una de las etapas anteriores puede ser trasladada a un formato de matriz general. Entonces, una matriz general de riesgos es una herramienta de gestión y control donde los riesgos que se han identificado en cada etapa se definen, se describen sus consecuencias y sus impactos, se indica la probabilidad de ocurrencia, se categorizan como retenidos o transferidos, y se señalan los mitigadores.

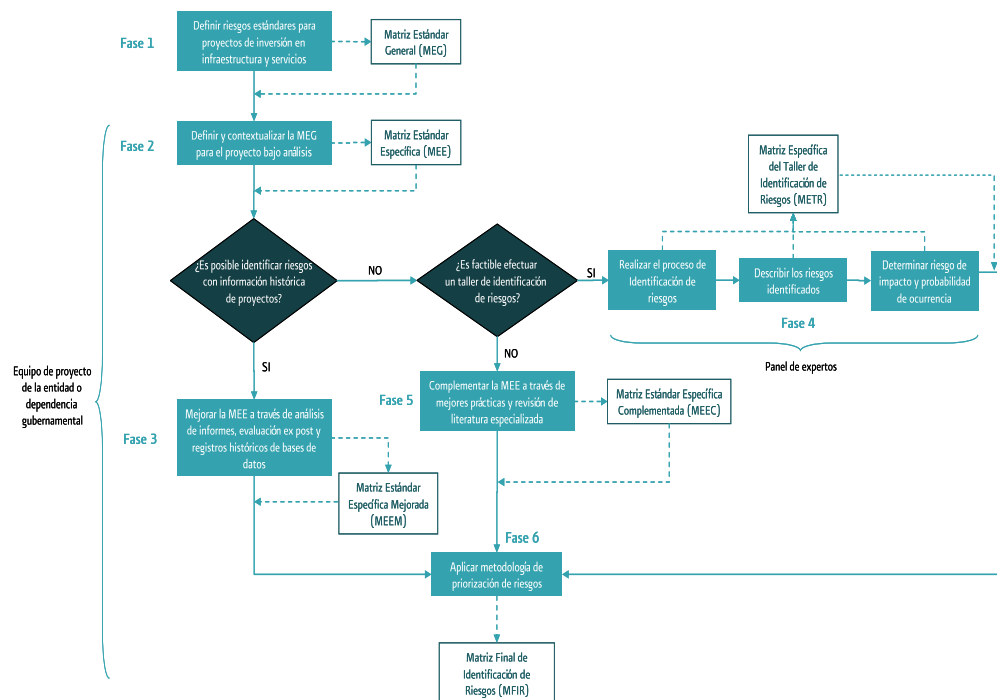
Cuadro 2
Matriz
general de
riesgos

Categoría del riesgo	Etapa	Riesgos estándares	Descripción	Riesgo de Impacto	Probabilidad de ocurrencia (%)	Valor de Borda	Clasificación
		A					
		B					
		C					
		D					
		E					
		...					
		...					
		Z					

3.5 Metodología para la etapa de identificación de riesgos

La metodología propuesta para la identificación de riesgos para un proyecto de inversión en infraestructura y servicios (PIIS), se realiza bajo la perspectiva que el tomador de la decisión para la ejecución de una obra pública tradicional, que puede ser eventualmente implementado a través de un esquema APP, es una entidad o dependencia gubernamental. La secuencia metodológica se presenta a continuación:

Figura 2
Secuencia metodológica para la identificación de riesgos



De acuerdo a la figura 2, la metodología de identificación de riesgos considera 6 fases con sus actividades asociadas:

- ◆ Fase 1: Definir riesgos estándares para PIIS.
- ◆ Fase 2: Definir y contextualizar la Matriz Estándar General (MEG) para el proyecto bajo análisis.
- ◆ Fase 3: Mejorar la Matriz Estándar Específica (MEE) a través de análisis de informes, evaluación ex post y registros históricos de bases de datos, para obtener la Matriz Estándar Específica Mejorada (MEEM)

- ◆ Fase 4: Realizar el proceso de identificación de riesgos, describir los riesgos identificados, y determinar el riesgo de impacto y probabilidad de ocurrencia, para obtener la Matriz Específica del Taller de Identificación de Riesgos (METR).
- ◆ Fase 5: Complementar la Matriz Estándar Específica (MEE) a través de mejores prácticas y revisión de literatura especializada, para obtener la Matriz Estándar Específica Complementada (MEEC).
- ◆ Fase 6: Aplicar metodología de priorización de riesgos, para obtener la Matriz Final de Identificación de Riesgos (MFIR).

Como se puede observar en la figura 2, las fases anteriores a fin de lograr el objetivo metodológico de definir una Matriz Final de Identificación de Riesgos (MFIR), no necesariamente siguen una secuencia numérica.

La fase 1 considera la confección de la MEG, la cual deberá contener aquellos riesgos estándares o comunes a cualquier iniciativa APP. Posteriormente, en la fase 2 se procede a contextualizar la MEG en función de las características específicas del proyecto en evaluación. Una vez concluida la fase 2, la entidad o dependencia gubernamental debe verificar la posibilidad de identificar riesgos con información histórica de proyectos similares a aquel en evaluación o a través de informes o análisis de matrices de riesgos realizadas en años anteriores de proyectos de características similares al proyecto en estudio. Si es posible lo anterior, se deben desarrollar las fases 3 y luego la fase 6 para obtener la MFIR. En caso contrario, se debe analizar la factibilidad de realizar un taller de identificación de riesgos. En general, se entiende por taller de riesgos, a una reunión de trabajo conjunta, la que generalmente se desarrolla en un período de tiempo superior a un día, con un procedimiento sistematizado de toma de decisiones y participación en equipo de un grupo de expertos que son externos a la entidad técnica gubernamental, y que tiene por objetivo explicitar información respecto a riesgos. Si es posible realizar el taller, se deberán desarrollar las actividades correspondientes a las fases 4 y 6 que permiten obtener la MFIR. Por el contrario, si no es posible efectuar el taller de identificación de riesgos, se deberán desarrollar por parte del equipo de proyecto de la entidad o dependencia gubernamental, las actividades correspondientes a las fases 5 y 6 para alcanzar el mismo objetivo a través de reuniones técnicas internas.

A continuación, se describen con mayor detalle cada una de las fases antes mencionadas:

3.5.1 Fase 1: Definir riesgos estándares para PIIS

Independiente de la tipología y el sector de la economía donde pueda ser desarrollado un proyecto de infraestructura por parte del sector público, es posible definir una serie de riesgos estándares, o que en su mayoría son comunes en cualquier iniciativa APP.

La definición de riesgos estándares que se propone a continuación, la cual puede ser complementada al interior de la entidad o dependencia gubernamental encargada de la aplicación de la presente metodología, se basa principalmente en casos de estudio, experiencia internacional y literatura relacionada a proyectos de inversión a través de esquemas de APP y conforman lo que se define como la MEG.

La confección de esta matriz considera diferentes categorías para clasificar los riesgos de las distintas etapas de un proyecto APP y dispone de una descripción general del mismo.

En el siguiente cuadro se presenta la MEG propuesta para la aplicación de la metodología:

Cuadro 3
Matriz Estándar
General (MEG)
propuesta

Categoría del riesgo	Etapas	Riesgos estándares	Descripción
Riesgo de implementación	Etapa licitación	Riesgo de adquisición de terrenos	Dificultad en la entrega del área de contrato en concordancia con un programa previamente definido.
	Etapa licitación	Riesgo de demora en la aprobación de la adjudicación del contrato	El contrato no se suscribe en la fecha programada y retrasa el inicio del proyecto, generando perjuicios financieros.
Riesgos de construcción	Etapa de construcción	Riesgo de diseño	El diseño de ingeniería y/o arquitectura establecido para el proyecto puede ser insuficiente, lo que puede generar la realización de nuevas obras y/o complementarias respecto al diseño original.

Categoría del riesgo	Etapas	Riesgos estándares	Descripción
	Etapa de construcción	Riesgo de sobrecostos en la construcción	Aumento de costos de distintos ítems en la etapa de construcción debido a incrementos en las cubicaciones, precios de materiales y mano de obra y especificaciones de diseño
	Etapa de construcción	Riesgo de atrasos en el desarrollo de la construcción de las obras	Aumentos de los costos debido a atrasos en la ejecución de las actividades programadas para la etapa de construcción.
Riesgos de operación y mantenimiento	Etapa de explotación	Riesgo operativo	Aumento no previsto de los costos de operación y/o mantenimiento del proyecto
	Etapa de explotación	Riesgo de nivel de servicio	No se logra alcanzar un nivel de servicio para el proyecto acorde con las especificaciones contractuales.
	Etapa de explotación	Riesgo de discontinuidad del servicio	Interrupción parcial o permanente de los servicios que lleva a una pérdida de ingresos y protestas de los usuarios
Riesgos ambientales	Etapa de construcción/explotación	Riesgo ambiental	Infracción medioambiental a las normas establecidas, obstrucciones geológicas, climáticas, físicas y arqueológicas, entre otras que producen sobrecostos y/o sobreplazos
Riesgos de fuerza mayor	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de catástrofes naturales	Hechos de la naturaleza que impiden el desarrollo del proyecto, destruyen activos, no permiten su operación y desajustan el balance económico-financiero.
	Etapa construcción/explotación	Riesgo de quiebra	Impacto de variables macroeconómicas, crisis financieras internacionales o actos terroristas afectan el equilibrio económico-financiero esperado y aumentan la

Categoría del riesgo	Etapas	Riesgos estándares	Descripción
			probabilidad de llevar el negocio a la quiebra
Riesgos legales y regulatorios	Todas las etapas del proyecto	Riesgos contractuales	Divergencias entre el mandante y el privado respecto de interpretaciones del contrato
	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de determinación de normativa aplicable	Aplicación de normativa que incorpora ciertas exigencias y requisitos adicionales al proyecto
Riesgos políticos	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de cambios en la legislación pertinente	Cambio en la legislación y/o regulación de los estándares (técnicos, ambientales, entre otros) genera efectos en los costos, ingresos e inversiones afectando la viabilidad del proyecto
	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de terminación del proceso de contratación	Por decisiones políticas se deja de desarrollar el proyecto y se genera una terminación anticipada.
Riesgos sociales	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de conflicto social ajeno al proyecto	Protestas, paros, huelgas y/o aspectos culturales que interfieran con el normal desarrollo del proyecto produciendo plazos y costos mayores a los estimados inicialmente.
	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de interferencia de terceros	Aumento de los plazos y daño a las obras debido a interferencias de terceros
Riesgos de ingresos	Etapas de explotación	Riesgo de demanda	La cantidad de demanda de usuarios del servicio es diferente a la prevista, lo que tiene efectos en la dimensión del proyecto y los ingresos percibidos.
	Etapas de explotación	Riesgos tarifarios	El nivel de la tarifa es resistido por los usuarios y los cambios en los ajustes tarifarios no se efectúan en los plazos establecidos y/o no son

Categoría del riesgo	Etapas	Riesgos estándares	Descripción
			sustentables de acuerdo a la disposición a pagar por el servicio
Riesgos tecnológicos	Etapa explotación	Riesgo de obsolescencia tecnológica	Los equipos y tecnología necesarios para la operación, cumplen su ciclo de vida y quedan obsoletos, o no se encuentran operativos para satisfacer los requerimientos del proyecto.
Riesgos de mercado	Etapa construcción/operación	Riesgo de incremento en el precio de los insumos	El precio de insumos necesarios para la construcción de las obras o de la operación del proyecto aumenta debido a contingencias macroeconómicas
Riesgos de nuevas inversiones	Etapa de explotación	Riesgos de nuevas inversiones	El mandante puede juzgar necesario la realización de nuevas inversiones, ya sea en el proyecto que administra el privado o en infraestructura, alternativa que impacta los beneficios del proyecto.
Riesgos financieros	Etapa licitación	Riesgo de bancabilidad	No obtención del financiamiento apropiado (deuda) porque el proyecto no puede levantar los fondos suficientes en los mercados financieros.
	Etapa operación	Riesgo tasa de interés	Las tasas de interés fluctúan en forma desfavorable encareciendo los costos financieros
	Etapa operación	Riesgo tipo de cambio	El tipo de cambio entre la moneda del financiamiento y de ingresos fluctúa en forma adversa generando un desajuste cambiario

3.5.2 Fase 2: Definir y contextualizar la Matriz Estándar General (MEG) para el proyecto bajo análisis

Tomando como referencia la MEG ya definida, la entidad o dependencia gubernamental deberá, para cada uno de los riesgos que la conforman, analizarlos y contextualizarlos en función de las características propias, exclusivas, y distintivas del proyecto en particular que se está evaluando. Una vez analizados y contextualizados los riesgos de la MEG se obtendrá una MEE (Matriz Estándar Específica), a la cual se pueden incorporar riesgos específicos en las distintas categorías o nuevas categorías con sus respectivos riesgos, que no se encuentren considerados en la MEG, dada la especificidad del proyecto.

3.5.3 Fase 3: Mejorar la MEE a través de análisis de informes, evaluación ex post y registros históricos de bases de datos

En caso de ser posible la identificación de riesgos a través de información histórica de proyectos similares a aquel en evaluación o de registros y análisis de talleres de riesgo de años anteriores, entonces, el equipo de proyecto de la entidad o dependencia gubernamental debe trabajar con recursos internos de su unidad a fin de obtener la MFIR.

Para lo anterior, se debe mejorar la MEE definida en la fase 2, identificando aquellos riesgos más específicos relacionados al proyecto. Una vez identificados los riesgos, se debe proceder a efectuar una descripción de los mismos y la determinación del riesgo de impacto y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos asociados. Lo anterior, como se mencionó anteriormente, debe ser desarrollado mediante técnicas de investigación como el análisis de informes, evaluaciones ex-post y registros históricos de bases de datos a fin de obtener la Matriz de Riesgos Estándar Específica Mejorada (MEEM).

3.5.3.1 Análisis de informes

El análisis de informes vinculados a proyectos similares a aquel en evaluación se debe llevar a cabo con énfasis y atención a los detalles que ellos contienen y la interpretación de los mismos. De esta forma, para la identificación y descripción de riesgos contenidos en dichos informes, se deben efectuar revisiones exhaustivas de los distintos documentos disponibles considerando la calidad de la información que se encuentra, realizando registros que

permitan clasificar y referenciar dichos datos y fijando criterios para la selección adecuada de los riesgos que se van a considerar.

3.5.3.2 Evaluaciones ex-post

Una evaluación ex-post abarca la totalidad del período de vigencia de un proyecto, prestando atención a los resultados finales de la intervención, con el fin de obtener información que puede ser útil para el análisis de distintas variables. En este caso la evaluación ex-post del proyecto está orientada a la identificación de los distintos riesgos presentes en proyectos similares a aquel que se encuentra en evaluación, verificando el impacto generado por dichos riesgos durante la vigencia del proyecto y la frecuencia en que éstos ocurren.

3.5.3.3 Registros históricos de bases de datos

Finalmente, se deberá complementar la MEE con información histórica que pueda estar disponible en bases de datos de proyectos, que contengan antecedentes relacionados a riesgos y su impacto. Como se sabe, una base de datos es un conjunto de información almacenada en un soporte legible, organizado internamente en registros y campos que permiten a un usuario recuperar cualquier tipo de información asociada a su objetivo de búsqueda.

3.5.4 Fase 4: Realizar el proceso de identificación, descripción y determinación del impacto del riesgo y probabilidad de ocurrencia

La fase 4 considera la realización de un taller de riesgos, en caso de ser factible, donde se desarrollarán actividades relacionadas a la identificación de riesgos propiamente tal, la descripción de los riesgos identificados y la determinación del riesgo de impacto y la probabilidad de ocurrencia en el proyecto analizado, obteniéndose así la METR (Matriz Específica del Taller de Riesgos).

La metodología del taller de identificación de riesgos está sustentada en información proporcionada por un panel de expertos, que deberá ser utilizada para complementar la MEE

definida por la entidad o dependencia gubernamental en la fase 2 a objeto de determinar los principales riesgos relacionados al proyecto bajo análisis.

El método panel de expertos es una adaptación de metodologías generales de prospectiva como el método Delphi, el cual es un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal efectivo cuando un grupo de individuos trata un problema complejo.

De esta forma, y teniendo como referencia inicial el enfoque metodológico Delphi, y con el objetivo de incrementar la racionalidad y credibilidad en la recolección de información, se propone entonces utilizar el método panel de expertos, el cual tendrá una dinámica grupal con el objetivo de identificar los riesgos relacionados al proyecto en evaluación, y generar conocimiento respecto del mismo.

3.5.4.1 Realizar el proceso de identificación de riesgos

La identificación de riesgos es la primera actividad a desarrollar en el taller. Ésta debe ser realizada de manera exhaustiva por el panel de expertos, teniendo como punto de referencia la MEE definida previamente en la fase 2 y las características del proyecto bajo análisis que serán presentadas.

Existen diferentes técnicas que pueden ser utilizadas para la identificación de riesgos, dentro de las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- ◆ Lluvia de ideaso "Brainstorming"
- ◆ Cuestionarios estructurados
- ◆ Revisión de documentos y literatura previa
- ◆ Benchmarking en proyectos similares
- ◆ Análisis de escenarios
- ◆ Método Delphi
- ◆ El método de desglose de riesgos (RiskBreakdownStructure)

De acuerdo a la literatura y mejores prácticas relacionadas, se ha podido constatar que una combinación de las técnicas anteriores es lo recomendable. Por ello, la propuesta metodológica para esta parte del taller de identificación de riesgos considera la aplicación de la técnica de Brainstorming o "lluvia de ideas" por parte de un panel de expertos, que como se mencionó anteriormente, viene acompañada de técnicas de Benchmarking. El

Benchmarking se define como la identificación de las mejores prácticas con productos y procesos dentro de una organización o fuera de ésta, con el objetivo de usarlas como guía o punto de referencia para mejorar las prácticas de la propia organización.

Identificación de riesgos a través de la técnica “Brainstorming”

La técnica de “lluvia de ideas” o “Brainstorming” es una de las más utilizadas para la identificación de riesgos. Esta consiste básicamente en reunir a un grupo de expertos o personas involucradas, para solicitarles que identifiquen los posibles riesgos del proyecto. Es fundamental el surgimiento del mayor número posible de riesgos durante el proceso, lo que permitirá incluir entonces, tanto aquellos riesgos convencionales como aquellos que puedan ser innovadores respecto de las características del proyecto. Por lo anterior, es esencial respetar una regla básica para la aplicación de esta técnica: no se pueden vetar, anular o desechar ideas, promoviendo la asociación libre de las mismas de los distintos participantes. Cada idea o riesgo generado debe ser apuntado en un lugar visible de la sala de reunión, para en una segunda parte de este bloque filtrar y seleccionar los riesgos identificados con el consenso de los participantes. Es importante mencionar que no se deben emitir juicios de valor en relación a los riesgos identificados por los integrantes del taller.

Dentro de los beneficios de la aplicación de esta técnica para la identificación de riesgos se encuentran:

- ◆ Permitir obtener el mayor número de ideas o puntos de referencia para la identificación de los riesgos del proyecto, ya que se incluyen personas internas como externas a los proyectos.
- ◆ Construye una forma sencilla de realizar una primera aproximación para la identificación de los riesgos relevantes de un proyecto
- ◆ Favorece la generación de nuevas ideas a través de la discusión

3.5.4.2 Describir los riesgos identificados

Consecuente con lo desarrollado en la actividad anterior, se deberá establecer de manera consensuada por el grupo de expertos, la descripción de cada uno de los riesgos identificados con una glosa donde se establezca de forma detallada y ordenada, su definición conceptual y su alcance, tal como se muestra en la MEG presentada anteriormente en su columna derecha. Esta descripción de los distintos riesgos permite facilitar su comprensión tanto para

el conjunto de expertos como para posteriores involucrados en el proyecto, y en lo inmediato para el desarrollo de la siguiente actividad del taller, como es la determinación del riesgo de impacto y la probabilidad de ocurrencia de los distintos riesgos identificados. De la misma forma, esta descripción será útil también para las posteriores etapas de valoración y asignación de riesgos, y especialmente para el diseño de las cláusulas del Contrato APP si es que este esquema es seleccionado como la mejor alternativa de ejecución del proyecto.

3.5.4.3 Determinar el riesgo de impacto y la probabilidad de ocurrencia

Una vez identificados y descritos cada uno de los riesgos, se deberá consultar a cada uno de los expertos del taller acerca del riesgo de impacto y la probabilidad de ocurrencia de los riesgos, considerando para ello parte de la metodología que se describe en la sección 3.6.6

3.5.5 Fase 5: Complementar la MEE a través de mejores prácticas y revisión de literatura especializada.

En caso de no ser factible la realización de un taller de identificación de riesgos que incluya a un panel de expertos en proyectos de inversión en infraestructura y servicios, el equipo de proyecto de la entidad o dependencia gubernamental debe trabajar con recursos internos de su unidad a objeto de obtener la MFIR.

Para lo anterior, se debe complementar la MEE definida en la fase 2, identificando aquellos riesgos más específicos relacionados al proyecto. Una vez identificados los riesgos, se debe proceder a efectuar una descripción de los mismos y la determinación del impacto y probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos asociados al proyecto analizado. Lo anterior debe ser desarrollado mediante técnicas de investigación como la revisión de literatura, análisis de informes y mejores prácticas a fin de obtener la Matriz de Riesgos Estándar Específica Complementada (MEEC).

3.5.5.1 Revisión de literatura especializada

Uno de los propósitos de la revisión de la literatura es constatar si el problema de investigación o análisis en estudio puede ser fundamentado con alguna teoría o información, o si varias teorías pueden ser aplicadas.

De manera general, para la revisión de literatura y análisis de informes o documentación de proyectos se incorpora el siguiente proceso:

- ◆ Detectar y consultar con las fuentes bibliográficas para recopilar la información relevante y necesaria relacionada a las variables bajo análisis.
- ◆ Determinar y consultar qué otros estudios, investigaciones o trabajos se han realizado sobre el problema o asunto bajo análisis.
- ◆ Validar la investigación o las conclusiones del análisis al no tener que descubrir lo que ya exhaustivamente se ha investigado.

La metodología de revisión de literatura y análisis de informes debe contemplar una fase de planificación, donde se definan los parámetros más importantes que serán tomados en cuenta cuando se lleve a cabo la revisión, y se establezca la manera en que se hará la búsqueda de trabajos y la forma en que éstos serán revisados, para finalmente, al interior del equipo de trabajo del proyecto, evaluar la planificación realizada.

El desarrollo de la revisión debe estar guiado por la planificación efectuada. Sin embargo, y ya que es un proceso flexible, es posible incluir cambios que mejoren su desempeño. Deberán considerarse los estudios potencialmente útiles para extraer la información o datos de interés, ya sean resúmenes, ideas o partes de los documentos. Además, se debe registrar la información necesaria para gestión, como la relativa a la bibliografía, ubicación física del documento u otra información que se considere pertinente.

3.5.5.2 Mejores prácticas

En general, el concepto de “mejores prácticas” alude a un conjunto coherente de acciones que han rendido de buena manera en un determinado contexto y que se espera que, en contextos equivalentes, rindan similares resultados. En este caso, se deberán seleccionar aquellos proyectos análogos a aquel en evaluación en que se haya efectuado una adecuada identificación de los riesgos, junto a su impacto y consecuencias, para ser analizados y

contextualizados. Es importante señalar que en la web hay información disponible sobre proyectos y estudios de riesgos en proyectos de infraestructura.

3.5.6 Fase 6: Metodología de priorización de riesgos

3.5.6.1 Jerarquizar los riesgos identificados

Teniendo en cuenta la identificación y descripción, además del impacto del riesgo y sus probabilidades de ocurrencia de los distintos riesgos del proyecto, el objetivo de esta metodología es jerarquizar los riesgos definidos en las matrices obtenidas (MEEM, METR, MEEC), teniendo como datos de entrada o información relevante la probabilidad de ocurrencia y el riesgo de impacto sobre el proyecto.

La matriz para el proceso de jerarquización tendrá la siguiente estructura:

Cuadro 4
Ejemplo de valoración cualitativa de riesgos

Categoría del riesgo	Etapa	Riesgos estándares	Descripción	Riesgo de impacto	Probabilidad de ocurrencia (%)	Valor de Borda	Clasificación

Como se aprecia en el cuadro anterior, en esta etapa la matriz de riesgo se ha visto ampliada respecto de las matrices MEEM, o METR, o MEEC, al incorporarse las columnas de riesgo de impacto, probabilidad de ocurrencia, valor de borda y clasificación, cada uno de los cuales se describen a continuación:

Riesgo de impacto

El valor mínimo que toma el riesgo de impacto sobre un proyecto es cero, pero las unidades y el valor máximo son propios para cada riesgo. La valoración cualitativa del impacto asigna a cada riesgo un rango de opciones no superpuestas que incluyen todas las consecuencias posibles del riesgo. Las definiciones de estas categorías varían, pero generalmente se relacionan con el objetivo del proyecto de la siguiente manera:

Cuadro 5
Definición y criterio del riesgo de impacto

Riesgo de impacto	Impacto	Criterio
Crítico (C)	Mayor o igual al 20%	Cualquier impacto que podría llevar a la cancelación del proyecto.
Severo (S)	Menor al 20%	Cualquier impacto que coloque en peligro el objetivo del proyecto o que puedan llevar a un impacto significativo en el largo plazo.
Moderado (Mo)	Menor al 10%	Cualquier impacto que causaría un cambio en la planificación de manera significativa o que podría conducir a un efecto notable e inoportuno para el proyecto.
Mínimo (Mi)	Menor al 5%	Cualquier impacto que puede ser tratado al interior del equipo de proyecto y que no tendría ningún efecto en el largo plazo.
Despreciable (D)	Menor al 1%	Cualquier impacto que afecta de manera insignificante o produce algún efecto adverso significativo sobre el ciclo de vida del proyecto.

Aunque el análisis basado en los criterios definidos en el cuadro 5 es un análisis cualitativo, proporciona una manera práctica de valorar la importancia relativa de los riesgos de un proyecto, donde incluso resulte complicado medir el impacto del riesgo.

La valoración empleando estas categorías facilita su cuantificación, y es suficiente para priorizar los riesgos en función de su intensidad.

Probabilidad de ocurrencia

Se entenderá como la probabilidad de ocurrencia a la probabilidad que un riesgo ocurra por única vez durante todo el ciclo de vida del proyecto. La probabilidad de cualquier riesgo específico toma valores entre cero (sin posibilidad de ocurrencia) y uno (ocurre inevitablemente). La evaluación de los riesgos por medio de métodos cualitativos divide las opciones en rangos de probabilidad y requiere de una asignación dentro de los rangos definidos. La evaluación cuantitativa del riesgo asigna a cada riesgo una fracción específica entre cero y uno (entre cero y 100 por ciento). En el presente Manual se empleará un rango lineal para la jerarquización de las probabilidades de ocurrencia de los riesgos, asignando rangos como muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo a cada uno de los riesgos como probabilidades de ocurrencia según corresponda, tal como se describe a continuación:

Cuadro 6
Definición de la probabilidad de ocurrencia de riesgo

Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad	Descripción
Muy Alto	100% - 91%	Es muy probable que el riesgo ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Alto	90% - 61%	Probablemente el riesgo ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Moderado	60% - 41%	Puede o no ocurrir el riesgo durante el ciclo de vida del proyecto.
Bajo	40% - 11%	Es improbable que el riesgo ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Muy Bajo	10% - 0%	Es muy poco probable que ocurra el riesgo durante el ciclo de vida del proyecto.

Clasificación

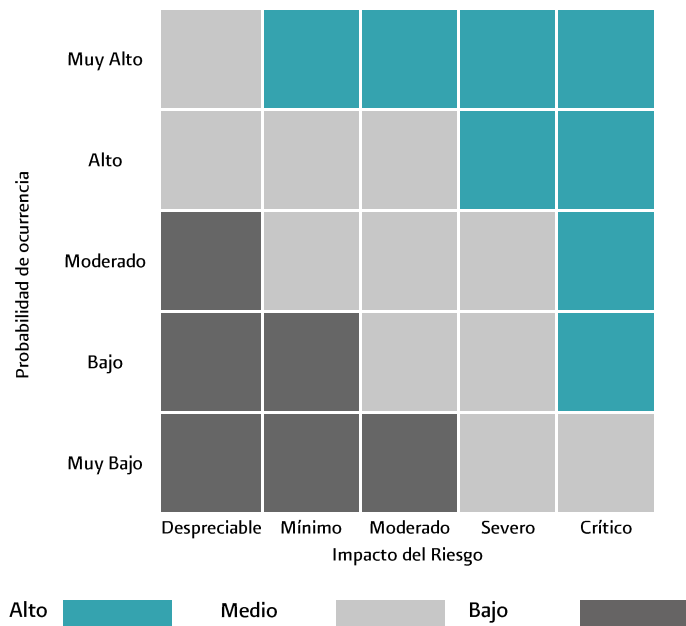
Además de la probabilidad de ocurrencia y del impacto del riesgo, los riesgos pueden ser clasificados en tres categorías de riesgo: Alto (A), Medio (M) y Bajo (B), tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 7
Definición de la clasificación de los riesgos

Probabilidad de ocurrencia	Riesgo de impacto				
	Despreciable	Mínimo	Moderado	Severo	Crítico
100% - 91%	M	A	A	A	A
90% - 61%	M	M	M	A	A
60% - 41%	B	M	M	M	A
40% - 11%	B	B	M	M	A
10% - 0%	B	B	B	M	M

A continuación se muestra la representación del impacto por la probabilidad, con zonas de clasificación de los riesgos:

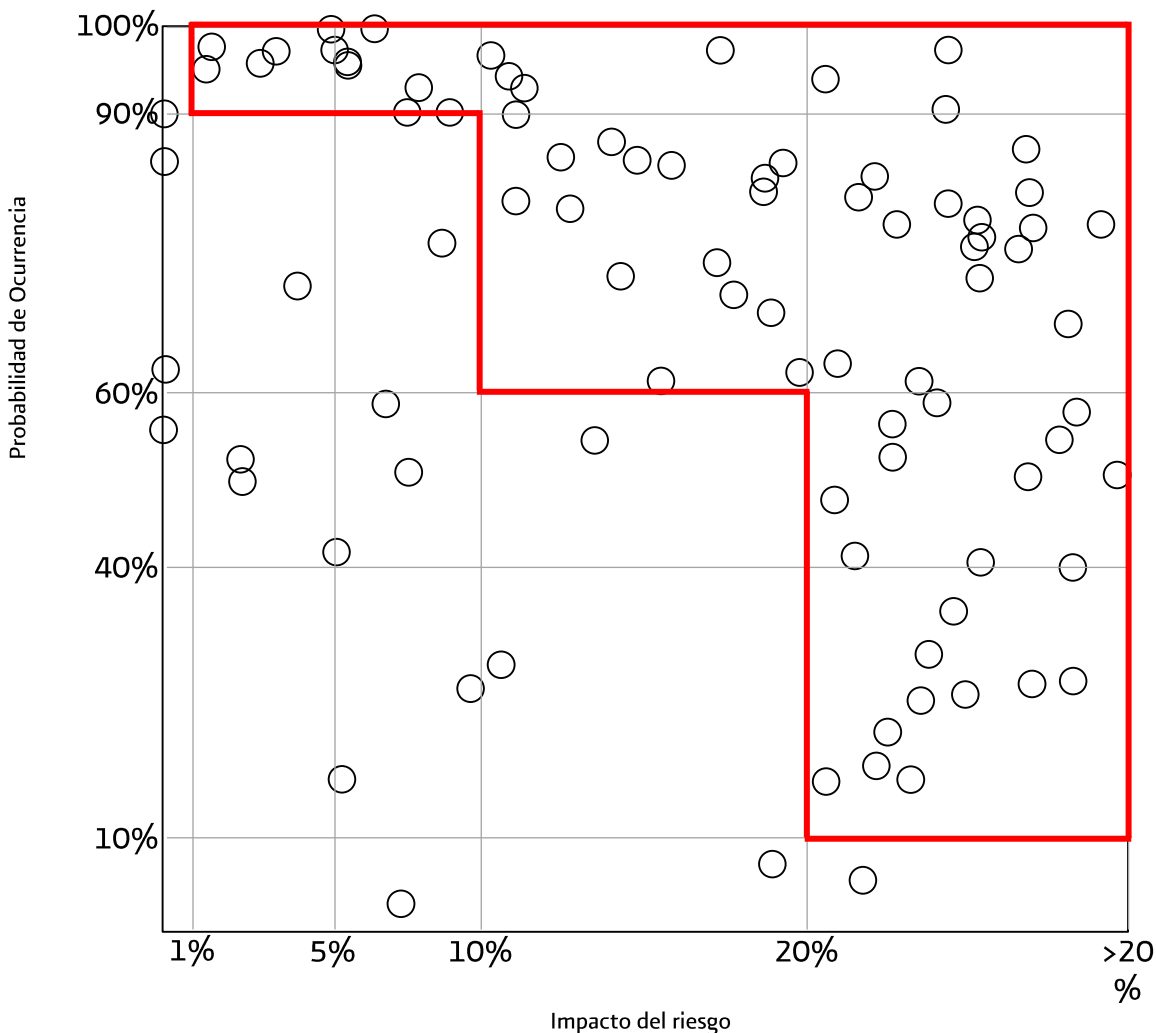
Figura 3
Representación gráfica de la clasificación de riesgos



Por ejemplo, los riesgos clasificados como “Alto” son aquellos riesgos que presentan un alto nivel de probabilidad de impacto y una alta probabilidad de ocurrencia. Los riesgos considerados como “Medio”, son aquellos que tienen una mínima probabilidad de impacto y una alta probabilidad de ocurrencia o aquellos riesgos que tienen una probabilidad de impacto severa pero con una baja probabilidad de ocurrencia. Por último, los riesgos considerados como “Bajo”, son aquellos donde el nivel de probabilidad de impacto y la probabilidad de ocurrencia son mínimos.

Consideremos que se ha llevado a cabo la metodología anterior y como resultado se obtiene la MEEM o la MEEC o la METR según sea el caso, con un total de 90 riesgos. Con base en estas matrices se procede a realizar la representación del impacto por la probabilidad según la figura 3 teniendo en cuenta los rangos definidos en los cuadros 6 y 7:

Figura 4 Ejemplo de clasificación de riesgos



Las metodologías empleadas hasta ahora han permitido identificar, construir una matriz de riesgos inherentes al proyecto que se desea evaluar, clasificar y jerarquizar los distintos riesgos de un proyecto. Sin embargo, es necesario enfocarse en aquellos riesgos que son de mayor impacto para el proyecto.

Para lo anterior, se emplea el Principio de Pareto (PP), el cual tiene como objetivo dar prioridad a los riesgos que podrían afectar el normal desarrollo del proyecto. Tal como se ha señalado en la clasificación de riesgos, aquellos que resultan de la aplicación del PP serán los que representan un alto riesgo tal como se señala en la figura 4.

3.6 Metodología para la etapa de valoración de riesgos

3.6.1 Definición de la valoración de riesgo

Para la valoración del costo del riesgo se emplean dos parámetros fundamentales del riesgo: la verosimilitud y la pérdida. La verosimilitud es generalmente caracterizada como la probabilidad, y su estimación depende de la información histórica de proyectos de similares características a aquel en estudio o de la elicitación de manera exógena en el caso de talleres de riesgo. La pérdida, sin embargo es referida como el impacto, y se fundamenta en la consecuencia que genera sobre el proyecto si el riesgo ocurre. Por consiguiente, el costo del riesgo se define mediante la siguiente expresión:

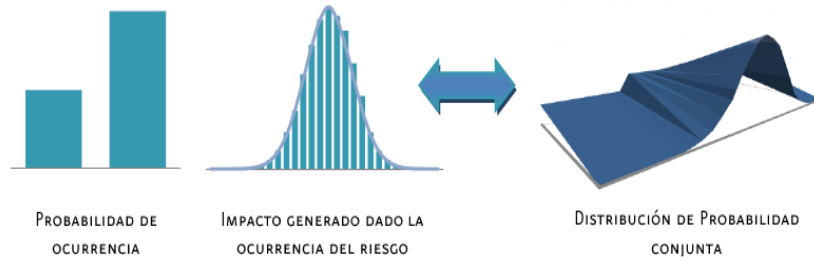
$$CR = VPIN \times POR \times IRP$$

Donde:

- CR* : Costo del riesgo asociado a un proyecto de inversión en infraestructura y servicio
- VPIN* : Valor presente de la inversión o de algún ítems de costo del proyecto bajo una modalidad de ejecución
- POR* : Probabilidad de ocurrencia del riesgo bajo una modalidad de ejecución
- IRP* : Riesgo de impacto que genera sobre el proyecto bajo una modalidad de ejecución

En la expresión del costo del riesgo subyace una distribución de probabilidad conjunta, debido a la distribución de probabilidad asociada tanto a la variable aleatoria de ocurrencia del riesgo sobre el ciclo de vida del proyecto de inversión, como al impacto que este riesgo genera sobre el proyecto de inversión.

Figura 6
La probabilidad de ocurrencia, el impacto del riesgo y la distribución de probabilidad conjunta



Por simplicidad para el proceso de cálculo del costo del riesgo, se supondrá que la probabilidad de ocurrencia se ingresa a la valoración del costo del riesgo de forma exógena, por consiguiente, el impacto que genera el riesgo sobre el proyecto será valorado teniendo en cuenta la distribución de probabilidad a la cual se encuentra asociada.

3.6.2 Herramientas estadísticas para la cuantificación de riesgos

La cuantificación de riesgos está sujeta al conocimiento de ciertas herramientas, tanto estadísticas como metodológicas, que permiten cuantificarlos. A continuación se describe las distintas herramientas estadísticas que son necesarias para la cuantificación.

3.6.2.1 Variable aleatoria

Una variable aleatoria toma un conjunto de valores, los cuales tienen probabilidades especificadas por medio de una distribución de probabilidad asociada.

A continuación en el siguiente cuadro se muestra un ejemplo que considera la variable “costo de inversión inicial”. El costo de inversión inicial es una variable aleatoria, y como tal puede tomar diferentes valores, cada uno de ellos sujetos a una probabilidad de ocurrencia.

Cuadro 8
Costo de inversión inicial de un proyecto (MXN)

Proyectos	Inversión	Proyectos	Inversión	Proyectos	Inversión
1	101	10	189	19	117
2	181	11	153	20	229
3	71	12	178	21	298
4	250	13	295	22	217
5	95	14	296	23	72
6	82	15	257	24	104
7	50	16	126	25	89
8	215	17	96	26	140
9	246	18	287	27	203

Como se puede observar, se presentan 27 valores para la variable. El valor mínimo de la variable aleatoria es igual a MXN 50 y el valor máximo es igual a MXN 298.

3.6.2.2 Probabilidad

La probabilidad es una medida de ocurrencia de un evento, la cual puede tomar valores entre 0 y 1. Cuando el valor de la probabilidad es igual a 0 indica que el evento jamás sucederá. Sin embargo, cuando el valor de la probabilidad se acerca al valor de 1, indica que es casi seguro que ocurra el evento.

Siguiendo el ejemplo anterior, la variable aleatoria del costo de la inversión inicial se puede agrupar en intervalos según la probabilidad asociada a la inversión inicial del proyecto, tal como se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 9 Probabilidades asociadas al costo de inversión inicial de un proyecto

Inversión inicial (MXN Millones)	57-80	80-100	100-120	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-240	240-260	260-280
Probabilidad respectiva	10,8%	10,0%	13,4%	7,0%	13,4%	2,1%	13,5%	9,8%	11,6%	4,2%	4,3%

Esta información se puede interpretar de la siguiente manera: existe un 10,8% de probabilidad que la inversión inicial se encuentre entre MXN 57.000 y MXN 80.000, o con un 9,8% de probabilidad la inversión inicial se encuentra entre MXN 200.000 y MXN 220.000.

3.6.2.3 Histograma

Un histograma es una representación gráfica de la organización de un conjunto de datos, de tal manera que sea posible señalar el valor para el cual los datos analizados tienden a concentrarse. De esta forma es posible distinguir los valores extremos (el valor más alto y más bajo) del conjunto de datos. En este sentido, un histograma describe una distribución de frecuencias o número de veces que la variable aleatoria ha tomado un rango de valores determinado, empleando una gráfica de barras (rectángulos verticales adyacentes), donde la altura de cada una de las barras es proporcional a la frecuencia de la amplitud del intervalo que representa.

Para ilustrar la definición anterior consideremos el siguiente ejemplo, donde se tiene el reporte de ingresos mensuales de un proyecto de inversión en infraestructura y servicios:

Cuadro 10 Ingresos mensuales de un proyecto de inversión (miles de pesos)

472	521	487	613	405	610	430	560	199	284	566	533	483	438	392	441	351	412	538	383
445	511	386	251	529	517	399	469	379	531	415	452	544	537	502	326	716	586	515	217
454	449	390	394	424	407	474	439	587	449	328	181	354	374	514	452	322	338	378	533
498	569	421	522	402	371	670	541	318	615	277	427	425	346	453	606	444	391	475	560
425	393	351	423	488	599	509	458	440	581	448	238	399	495	289	426	493	457	325	413
365	419	410	615	446	408	355	586	334	525	310	533	361	416	581	474	208	492	465	493
520	383	338	461	512	414	278	413	463	471	321	510	503	376	698	352	511	395	372	393
617	349	405	569	517	658	452	327	358	470	624	471	469	477	542	510	348	421	320	438
413	571	537	479	619	462	298	452	298	412	276	450	445	463	552	371	688	586	381	622
387	562	428	474	369	551	476	315	306	446	386	354	704	388	419	469	656	359	510	488
483	446	490	425	401	570	605	473	616	306	519	313	482	477	425	569	299	355	497	354
351	522	573	734	362	565	369	400	389	741	456	264	588	368	264	556	385	439	436	390
620	483	274	610	455	520	509	436	544	436	236	449	359	479	494	497	476	560	555	392
418	636	468	586	460	576	448	462	404	352	450	481	485	432	291	405	520	314	469	445
466	517	574	532	437	394	734	516	573	422	410	473	338	286	421	584	238	470	169	424
459	467	369	609	518	485	489	367	514	495	364	487	332	617	549	307	476	559	442	497
484	387	355	235	428	396	402	543	473	422	595	480	427	574	319	331	353	636	283	478
261	395	413	625	594	509	466	514	473	391	467	496	501	448	644	567	351	535	539	543
583	435	535	441	275	415	568	577	295	440	442	602	561	514	425	447	524	315	522	467
327	329	380	542	523	334	443	477	411	309	329	434	488	416	428	663	557	469	415	391
441	212	275	304	400	354	697	624	381	349	689	612	569	763	511	513	505	436	515	552
373	444	588	568	533	429	519	450	463	378	538	370	393	603	342	322	532	417	570	347
421	439	274	371	381	436	389	474	471	546	531	154	530	633	376	467	396	466	458	141
326	315	570	335	472	514	330	355	396	443	424	384	385	499	341	334	268	378	604	576
321	420	411	514	652	440	455	560	331	318	396	480	622	445	546	444	359	482	476	418

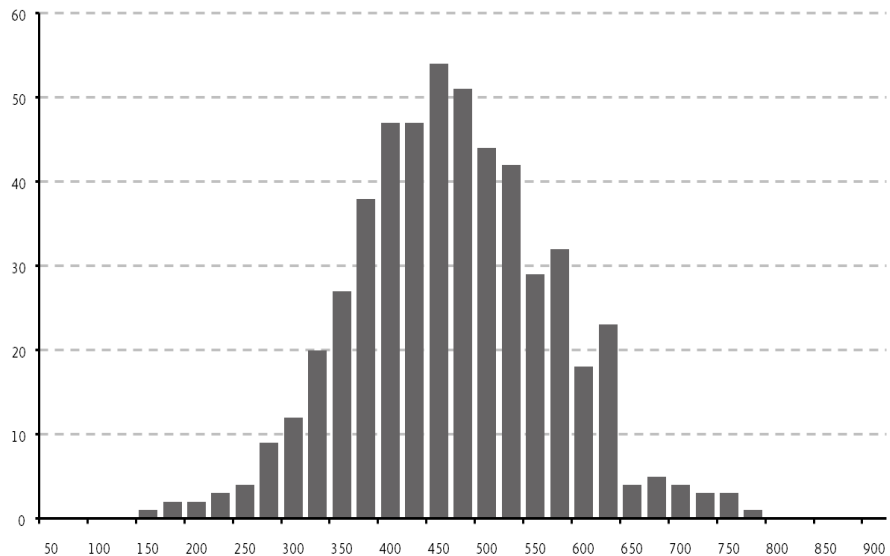
La información anterior se puede resumir por medio de su frecuencia⁸. Para ello se definen valores equidistantes y se contabilizan cuantos datos están por debajo del valor definido. Por ejemplo, no existe ningún ingreso mensual inferior a MXN 125.000, sin embargo existen 12 ingresos mayores a MXN 275.000 y menores o iguales a MXN 300.000:

Cuadro 11 Distribución de frecuencias de los ingresos mensuales de un proyecto de inversión

Rango	Frecuencia	Rango	Frecuencia	Rango	Frecuencia	Rango	Frecuencia	Rango	Frecuencia
50	0	225	3	400	47	575	32	750	3
75	0	250	4	425	47	600	18	775	1
100	0	275	9	450	54	625	23	800	0
125	0	300	12	475	51	650	4	825	0
150	1	325	20	500	44	675	5	850	0
175	2	350	27	525	42	700	4	875	0
200	2	375	38	550	29	725	3	900	0

La representación gráfica de las frecuencias como histograma es una aproximación a la función de densidad de probabilidad (teórica) asociada. Para el caso del ejemplo, el histograma de los ingresos mensuales del proyecto es el siguiente:

Figura 7
Histograma de los ingresos mensuales de un proyecto de inversión



Del histograma se observa que en el ingreso mensual promedio es aproximadamente igual a MXN 450.

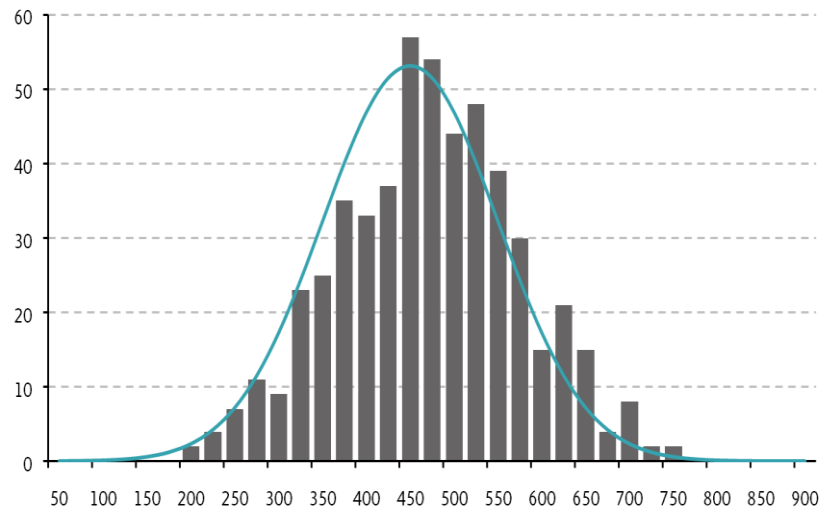
⁸ Una frecuencia es el número de observaciones que se encuentra dentro de un rango definido a partir de los datos analizados.

3.6.2.4 Distribución de probabilidad

Una distribución de probabilidad es una distribución teórica de las frecuencias asociadas a una variable aleatoria. Es decir, a los posibles resultados que muestran cómo se espera que se comporte una variable aleatoria, se le denomina función de distribución de probabilidad de la variable aleatoria asociada. Las distribuciones de probabilidad son representaciones de gran utilidad que permiten hacer inferencias y además permite tomar decisiones en condiciones de riesgo.

A continuación, se muestra el histograma de los ingresos mensuales de un proyecto de inversión y la curva teórica de los datos asumiendo que estos se distribuyen normalmente.

Figura 8
Distribución de probabilidad de los ingresos mensuales de un proyecto de inversión



En el presente Manual se tendrán en cuenta las siguientes funciones de distribuciones de probabilidad:

- ◆ La distribución uniforme
- ◆ La distribución triangular
- ◆ La distribución normal
- ◆ La distribución chi-cuadrado

En el Anexo III se detallan los parámetros y las principales propiedades de estas distribuciones de probabilidad.

3.6.2.5 Medidas de tendencia central: Media y desviación estándar

Por medio de la distribución de probabilidad asociada en una variable aleatoria es posible obtener dos importantes estadísticos a objeto de medir el riesgo⁹: la media y la desviación estándar.

En este sentido, la media de una variable aleatoria se define como el producto de los datos que conforman dicha variable por su respectiva probabilidad asociada a cada uno de los datos¹⁰, es decir:

$$\mu = \begin{cases} \sum_{i=1}^n x_i \times p(x_i), & \text{cuando los datos analizados no son equiprobables} \\ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, & \text{cuando los datos analizados son equiprobables} \end{cases}$$

Donde:

x_i : Dato i que conforma la variable aleatoria

$p(x_i)$: Probabilidad de ocurrencia del dato x_i

n : Número de variables

La desviación estándar es una medida que permite medir el grado de proximidad de los datos alrededor de la media. Mientras menor sea la desviación estándar, los datos se agruparan estrechamente alrededor de la media. Para una variable aleatoria compuesta de n datos la expresión de la desviación estándar es:

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \right)}$$

⁹ Excepto en el caso que la variable aleatoria tenga asociada una distribución de probabilidad de Cauchy, en cuyo caso no existe la media y la desviación estándar.

¹⁰ Un conjunto de datos se dirá que son equiprobables siempre y cuando todos los datos compartan la misma probabilidad de ocurrencia.

A partir de la media y la desviación estándar (volatilidad) es posible medir y cuantificar el riesgo.

De la definición de la media se puede concluir que esta representa un elemento promedio de la variable aleatoria analizada, pero este estadístico no es capaz de informar hasta qué punto la variable aleatoria se aleja/acerca o se dispersa de la media. En este sentido el valor del grado de dispersión de la variable con respecto a la media, es decir el riesgo, es cuantificado por medio de la desviación estándar asociado a una variable aleatoria. Teniendo los valores tanto de μ (media) y de σ (desviación estándar) para cada variable aleatoria, se habrá avanzado bastante en la determinación del valor del riesgo.

Al respecto, consideremos el siguiente ejemplo donde la variable aleatoria “sobrecosto”, medida en términos porcentuales, está representada por una base de datos de un conjunto de obras de infraestructura pública de un sector χ . Todos los datos tienen la misma probabilidad de ocurrencia. Se desea conocer la volatilidad del conjunto de sobrecostos:

Cuadro 12
Ejemplo sobre el cálculo de la volatilidad del sobrecosto

Proyecto	x_i	$x_i - \mu$	$(x_i - \mu)^2$
1	14,7%	-2,9%	0,1%
2	21,0%	3,3%	0,1%
3	15,8%	-1,9%	0,0%
4	16,8%	-0,9%	0,0%
5	16,5%	-1,2%	0,0%
6	11,1%	-6,6%	0,4%
7	27,5%	9,8%	1,0%
8	21,7%	4,0%	0,2%
9	12,2%	-5,5%	0,3%
10	28,7%	11,0%	1,2%
11	22,9%	5,2%	0,3%
12	10,2%	-7,5%	0,6%
13	27,1%	9,5%	0,9%
14	18,1%	0,5%	0,0%
15	17,5%	-0,2%	0,0%
16	13,7%	-4,0%	0,2%
17	11,4%	-6,3%	0,4%
18	15,9%	-1,7%	0,0%
19	26,6%	8,9%	0,8%
20	23,8%	6,1%	0,4%
21	25,0%	7,4%	0,5%

Proyecto	x_i	$x_i - \mu$	$(x_i - \mu)^2$
22	18,5%	0,8%	0,0%
23	17,5%	-0,2%	0,0%
24	23,4%	5,7%	0,3%
25	7,9%	-9,7%	0,9%
26	7,4%	-10,2%	1,0%
27	18,3%	0,6%	0,0%
28	6,1%	-11,6%	1,3%
29	10,6%	-7,1%	0,5%
30	22,5%	4,9%	0,2%
		$\mu = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} x_i = 17.7\%$	$\sum_{i=1}^{30} (x_i - \mu)^2 = 11.8\%$

Entonces, la volatilidad del sobrecosto del proyecto de infraestructura es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{11.8\%}{30-1}} = 6.4\%$$

3.6.2.6 Regla empírica de la distribución normal

Una distribución normal muestra la probabilidad que una observación se mueva a cierta distancia alrededor de la media. Por ejemplo, el número de desviaciones estándar con respecto a la media nacen a partir de la distribución normal estandarizada, tal como se describe en el siguiente cuadro:

Cuadro 13
Distancia respecto a la media
de una distribución normal

Número de desviaciones estándares	-1.645	-1.000	0.000	1.000	1.645
Probabilidad	5.0%	15.9%	50.0%	84.1%	95.1%

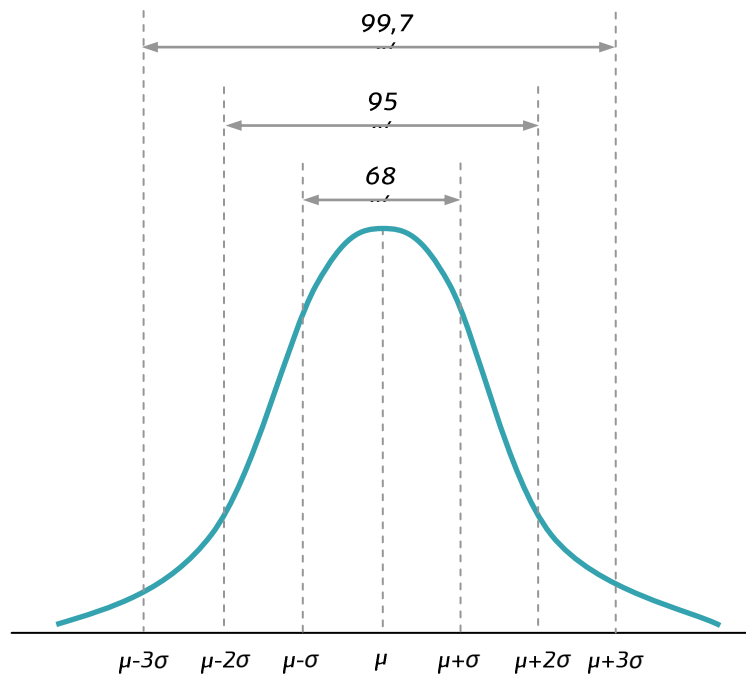
Fuente: Extracto de una tabla de distribución de probabilidad normal estandarizado $N(0,1)$

En el primer caso, se observa de la tabla que existe un 5% de probabilidad que el valor de una observación esté al menos a 1.645 desviaciones estándar por debajo del valor promedio. En el segundo caso hay una probabilidad del 15.9% que la observación se encuentre al menos a una desviación estándar por debajo de la media. En el tercer caso encontramos que existe un 50% de probabilidad que la observación o evento sea el valor promedio.

Según el cuadro anterior existe un 15.9% de probabilidad que la variable esté a una desviación estándar por debajo de su valor promedio (μ) y un 84% que la variable tome un valor igual a una desviación estándar por sobre su promedio. Entonces la probabilidad que la variable tome un valor en el intervalo $(\mu - \sigma, \mu + \sigma)$ es igual a 68.2%. Bajo el mismo razonamiento es posible deducir que en el intervalo $(\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma)$ se concentra el 95.4% y en el intervalo $(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$ se concentra el 99.7% de los datos respectivamente.

Para fines pedagógicos¹¹ las reglas anteriores se conocen como Regla 68-95-99. Dicha regla nos indica que un 68% de las observaciones de la variable aleatoria se encuentran en el intervalo $(\mu - \sigma, \mu + \sigma)$, un 95% en el intervalo $(\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma)$ y un 99.7% en el intervalo $(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$.

Figura 9
Regla 68-95-99 de la distribución normal



¹¹ Por simplicidad se omite los decimales.

En este mismo sentido a través del cálculo de la desviación estándar podemos responder preguntas acerca de cuál es la probabilidad que el valor de un activo sea mayor o menor que un valor objetivo.

$$P[13\% - 3 \times 4\% \leq \text{sobrecosto} \leq 13\% + 3 \times 4\%] = P[1\% \leq \text{sobrecosto} \leq 25\%] = 99.74\%$$

$$P[13\% - 1 \times 4\% \leq \text{sobrecosto} \leq 13\% + 1 \times 4\%] = P[9\% \leq \text{sobrecosto} \leq 17\%] = 68.26\%$$

La Regla 68-95-99 permanece inalterable entre distribuciones normales con diferentes medias y desviaciones estándar, dado que siempre estarán situadas sobre los valores correspondientes a una, dos y tres desviaciones estándar con respecto a la media. Esta propiedad permite la estandarización de cualquier distribución normal.

Para lograr condensar todas las distribuciones normales en una sola, se recurre a la siguiente manipulación matemática de los datos, convirtiendo cada observación de la variable aleatoria X con media μ y volatilidad σ en un valor estandarizado simbolizado por Z :

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

El valor que toma Z , representa el número de volatilidades a la que se encuentra con respecto al valor original de la media. La distribución normal estandarizada tiene media 0 y volatilidad 1, y se distribuye consecuentemente como: $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \approx N(0,1)$.

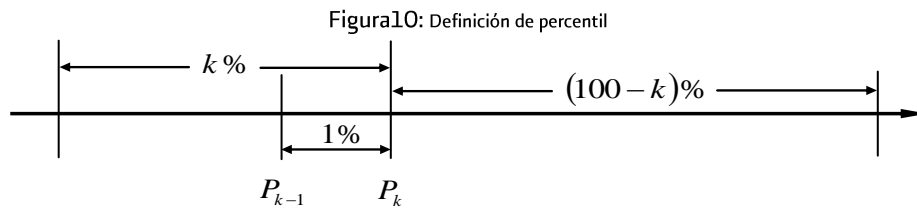
Cuadro 14
Intervalos de confianza de una distribución normal y normal estándar

Distribución normal	Distribución normal estándar
$(\mu - 1\sigma, \mu + 1\sigma)$	$[-1, 1]$
$(\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma)$	$[-2, 2]$
$(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$	$[-3, 3]$

La distribución normal estándar, no es posible asociarla a un modelo de distribución de una variable aleatoria que se distribuye normalmente, sin embargo, es una distribución de probabilidad de referencia a partir del cual es posible inferir información acerca de las distribuciones normales.

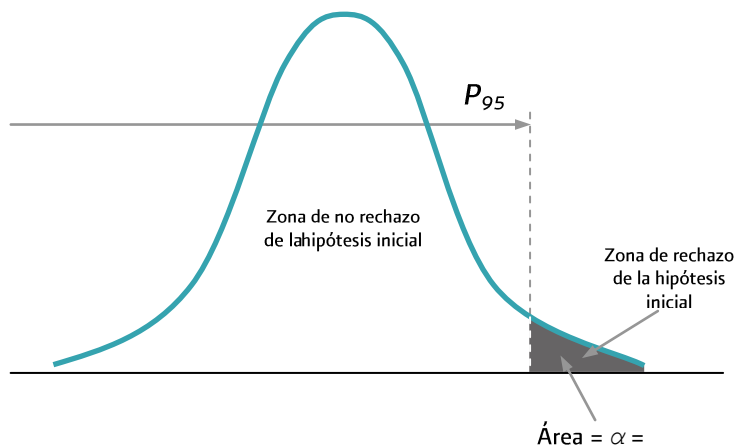
3.6.2.7 Percentil y nivel de significancia

El percentil es una medida de localización, el cual puede variar entre 1% y 100%. Se denota por P_k , donde k indica el porcentaje de datos acumulados, y P_k es el valor de la variable que representa dicho porcentaje.



La literatura estadística a menudo hace mención acerca de la significancia con la cual se toma la decisión de medir cierto efecto (por ejemplo, el impacto del riesgo sobre un proyecto de inversión). En este sentido un nivel de significancia (α) indica la probabilidad con la cual se rechaza una hipótesis inicial siendo esta cierta. Por ejemplo, si se toma un nivel de significancia igual al 5%, significa que se tiene una probabilidad igual al 5% de que la hipótesis que se intenta probar sea falsa. En términos del percentil, resulta equivalente que para cualquier valor superior al percentil 95, se rechaza la hipótesis inicial que se intenta probar.

Figura 11
Representación de un nivel de significancia del 5%



Nota: No confundir percentil con nivel de significancia.

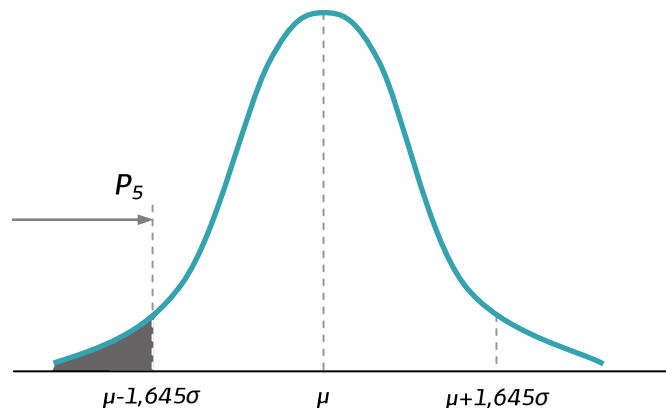
3.6.3 Valoración del impacto del riesgo a través de la volatilidad

El impacto que genera un riesgo sobre un proyecto de inversión es una variable aleatoria con una distribución de probabilidad asociada, según las características que definen el comportamiento del riesgo. Sin embargo, puede suceder que no exista evidencia fundamentada que indique el tipo de distribución asociada al impacto que genera un riesgo. En este sentido la estadística ofrece una regla empírica y otra por medio de una desigualdad en función de la media y la volatilidad para la medición del impacto que genera el riesgo sobre el ciclo de vida del proyecto de inversión. La primera se deriva a partir de las propiedades de una distribución normal y la segunda se deriva de la aplicación de la regla empírica de la desigualdad cuando no se tiene conocimiento de la distribución de probabilidad asociada a la variable aleatoria.

3.6.3.1 Regla Percentil 5-50-95 cuando se conoce o se aproxima la distribución de probabilidad a una normal

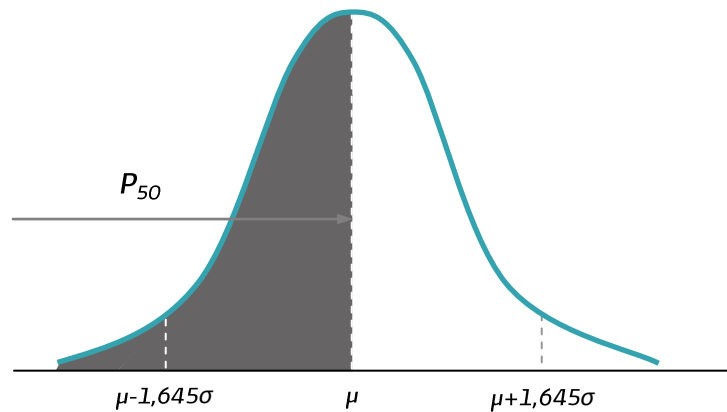
La regla empírica de la distribución normal establece intervalos de confianza alrededor de la media, una cantidad de veces su volatilidad. Sin pérdida de generalidad se supondrá que la variable aleatoria impacto del riesgo se distribuye normal y simétricamente alrededor de su media. Por consiguiente, los percentiles que se emplearán en el presente Manual como medida del impacto del riesgo son los percentiles 5, 50 y 95, que indicaran las posiciones frente al riesgo, y se le denominara la Regla Percentil 5-50-95.

Figura 12
Representación
gráfica de la Regla
Percentil 5



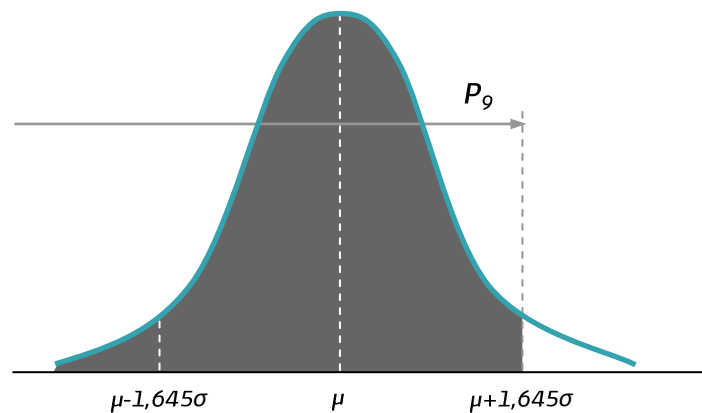
El Percentil 5 (P_5) es un valor el cual indica que el 5% de los valores que toma la variable aleatoria se encuentra por debajo de ese valor. En la figura anterior, a modo de ejemplo se asume que la variable aleatoria, se distribuye de manera normal y es simétrica con respecto a la media, por consiguiente, el 5% los datos (área sombreada) se encuentra por debajo del Percentil 5, es decir, a 1.645σ por debajo de la media μ .

Figura 13
Representación gráfica de la Regla Percentil 50



El Percentil 50 (P_{50}) es un valor el cual indica que el 50% de los valores que toma la variable aleatoria se encuentra por debajo de ese valor. En la figura 13, a modo de ejemplo se asume que la variable aleatoria, se distribuye de manera normal y es simétrica con respecto a la media, por consiguiente, el 50% los datos (área sombreada) se encuentra por debajo de la media μ .

Figura 14
Representación gráfica de la Regla Percentil 95



El Percentil 95 (P_{95}) es un valor el cual indica que el 95% de los valores que toma la variable aleatoria se encuentra por debajo de ese valor. En la , a modo de ejemplo se asume que la variable aleatoria, se distribuye de manera normal y es simétrica con respecto a la media, por consiguiente, el 95% los datos (área sombreada) se encuentra a 1.645σ por encima de la media μ .

Cuadro 15
Regla percentil 5-50-95

Regla-Percentil 5-50-95	Percentiles
$\mu - 1.645\sigma$	P_5
μ	P_{50}
$\mu + 1.645\sigma$	P_{95}

3.6.3.2 Regla empírica de la desigualdad

La regla empírica de la desigualdad¹² se aplica cuando no se conoce la distribución de la probabilidad de la variable aleatoria analizada. Sea X una variable aleatoria con media μ y volatilidad σ . Sea k un número mayor que 1, entonces, la probabilidad que una variable aleatoria se encuentre a una cierta distancia de la media μ más de k veces la volatilidad σ , no puede ser menor que $1 - \frac{1}{k^2}$. Matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$P\left[|X - \mu| \leq k\sigma\right] \geq 1 - \frac{1}{k^2}$$

En palabras esto significa: dado un número $k > 1$ y un conjunto de n observaciones, al menos $\left(1 - \frac{1}{k^2}\right) \times 100\%$ de las observaciones caen dentro de k desviaciones estándares de la media.

¹²La regla de empírica de la desigualdad, también conocida en la literatura estadística como el Teorema de Chebyshev aparece cuando se trata de responder la siguiente inquietud: ¿Siempre que se conoce la distribución de probabilidad de una variable aleatoria es posible conocer su valor promedio y su varianza, sin embargo, si se da el caso contrario, es decir, si se conoce su valor promedio y su varianza, no es posible construir su distribución de probabilidad asociada a la variable aleatoria? Por consiguiente, no es posible realizar el siguiente cálculo, $P\left[|X - \mu| \leq C\right]$. El Teorema de Chebyshev, permite obtener una cota superior a la probabilidad de que los valores caigan fuera de esa distancia respecto de su valor promedio, independiente de la distribución de probabilidad asociada a la variable aleatoria.

A continuación se muestran, algunos resultados distintos valores de k :

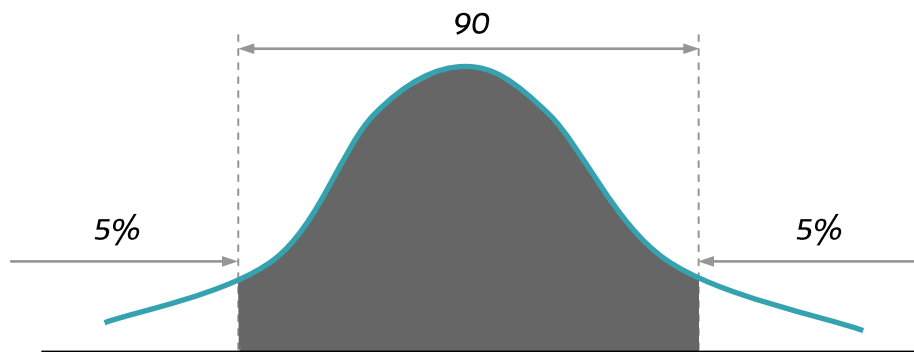
Cuadro 16
Distancia con respecto a la media aplicando la regla empírica de la desigualdad

k	$P[X - \mu \leq k\sigma] \geq 1 - \frac{1}{k^2}$
$\sqrt{2}$	Se puede asegurar que el 50% de las observaciones caen dentro de $\sqrt{2}$ volatilidades con respecto a la media
2	Se puede asegurar que el 75% de las observaciones se encuentra a una distancia de 2 volatilidades con respecto a la media.
3	Tenemos una certeza que el 89% de la muestra está a una distancia de 3 volatilidades con respecto a la media.

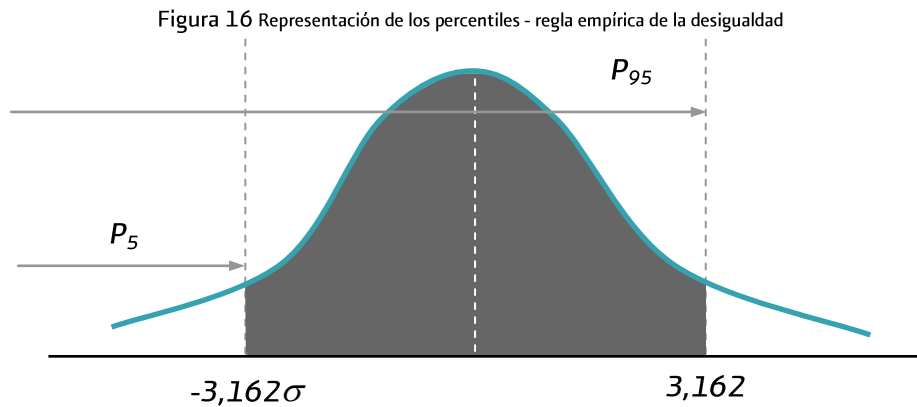
Es decir, con un 89% de probabilidad es posible encontrar a la variable aleatoria en el intervalo $(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$ y con un 11% de probabilidad fuera del intervalo, asumiendo el supuesto de simetría para la aplicación de la regla.

Por lo tanto, para un intervalo de confianza del 90%, la distribución de los datos tendrá colas que representan el 10%, si se asume que los datos se distribuyen de manera simétrica. Entonces, cada una de las colas representará el 5% del total de los datos. Por lo tanto, aplicando la regla empírica de la desigualdad para un intervalo al 90% de confianza, se obtiene el valor de k , es decir:

Figura 15 Representación del intervalo de confianza mediante la regla empírica de la desigualdad



$$1 - \frac{1}{k^2} = 90\% \Rightarrow k = 3.162$$



Por consiguiente, se puede afirmar que el 5% del total de los datos se encuentra $3,162$ por debajo de la media, y además, teniendo en cuenta el intervalo de confianza del 90%, se puede inferir, que el 95% de los datos se encuentra a lo más a $3,162$ por encima de la media, suponiendo simetría en la aplicación de la regla. Teniendo en cuenta la definición del percentil, tal como en la sección anterior se tiene lo siguiente:

Cuadro 17
Regla percentil 5-50-95 por la regla empírica de la desigualdad

Regla-Percentil 5-50-95	Percentiles
$\mu - 3.162\sigma$	P_5
μ	P_{50}
$\mu + 3.162\sigma$	P_{95}

3.6.4 Probabilidad de ocurrencia de un riesgo

La probabilidad de ocurrencia de un riesgo se define como la probabilidad que ocurra un riesgo por única vez durante todo el ciclo de vida del proyecto.

3.6.5 Mecanismos para obtener la información estadística

Los enfoques para la valoración de riesgos se basan en el cálculo de la media, la volatilidad y/o la distribución de probabilidad de una variable aleatoria, como por ejemplo sobrecosto, sobrepago, demanda, entre otros. En consecuencia, el mecanismo para obtener información

estadística directa o indirecta sobre los indicadores anteriores es un aspecto central en el estudio de los riesgos.

Como se indicó anteriormente, el estadístico volatilidad (σ) indica el grado de dispersión o variabilidad de los valores individuales de una variable aleatoria respecto a su valor promedio. Entonces conociendo la media y la volatilidad podemos inferir analíticamente las expresiones de intervalos o posiciones de riesgos usando el concepto de Percentil.

Los mecanismos para obtener la información estadística requerida para la volatilidad y la media de las variables aleatorias que permite la construcción de los percentiles son los siguientes:

- ◆ Información obtenida a través de datos históricos
- ◆ Información obtenida a través de percepción cualitativa de riesgos
- ◆ Información obtenida a través de estudios referenciales

3.6.5.1 Información obtenida a través de datos históricos

Una de las primeras aproximaciones al análisis y valoración de los riesgos es el levantamiento y análisis de la información pasada. En la medida que se cuente con información histórica de las distintas variables aleatorias, de costos y/o ingresos, cuyo comportamiento futuro se desea predecir o valorar, esta información puede ser utilizada y procesada para determinar si su comportamiento puede ser homologable a alguna estructura conocida.

Típicamente lo que se hace es tomar la información de la variable aleatoria y transformarla en un histograma. La ventaja de hacer esto es que a partir del histograma podemos reconocer las formas básicas de distribución de probabilidad que son conocidas y cuya formulación está formalizada. Asimismo, una vez que se ha identificado la variable aleatoria con alguna distribución de probabilidad conocida, podemos plantear la hipótesis que esta variable seguirá comportándose de la misma forma en el futuro, y por lo tanto utilizar la distribución de probabilidad conocida como una aproximación teórica de la variable aleatoria original. Cuando la cantidad de información es suficiente, y es posible razonablemente asumir una u otra distribución de probabilidad, se pueden calcular intervalos de confianza y valorar el riesgo de las variables. En caso contrario, es necesario pasar primero por un proceso numérico de ajuste de los parámetros de la distribución conocida, moviéndolos

hasta minimizar las diferencias que se producen entre el histograma real y la distribución de probabilidad conocida.

Las fuentes de información son también un elemento relevante. Se debe privilegiar aquellas fuentes de carácter nacional y oficial, recopiladas por organismos públicos y por instituciones privadas debidamente acreditadas.

◆ Si los datos se distribuyen normalmente

El análisis se realiza haciendo un símil con las propiedades de la distribución normal, es decir, Regla 68-95-99. En una distribución normal es posible determinar la probabilidad que una observación se encuentre a distancia (λ) medida en desviaciones estándar con respecto a su media. Sin embargo, si únicamente se cuenta con la media se recurre a la tabla de la distribución χ^2 teniendo en cuenta que los grados de libertad coinciden numéricamente con la media de los datos.

□ Se conoce la media y la volatilidad: Regla Percentil 5-50-95

La Regla Percentil 5-50-95 nos indica qué porcentaje de los valores puede ser hallado a una cierta distancia con respecto a la media, el cual coincide numéricamente con un percentil asociado. Como la distribución de los datos sobre un intervalo puede ser expresado a través de su media y su volatilidad, es decir, para una combinación aritmética de los mismos es posible encontrar cierto porcentaje de valores midiéndolo de izquierda a derecha, entonces, se verifican las siguientes equivalencias:

Por ejemplo, el percentil P_{95} , indica que por debajo de ese valor se encuentra el 95% de los datos, expresado por medio de una medida de probabilidad se tiene lo siguiente:

$$P[X \leq x] = 0.95 = 95\%$$

Donde x indica la distancia a la cual se encuentra con respecto a origen (dado que la media de la distribución normal estándar es cero), la cual es $x = 1.645$. Por consiguiente, para el caso de la distribución normal, se multiplica ese factor por la

volatilidad, para obtener los respectivos percentiles como posiciones frente al riesgo. Esta forma de medición se encuentra resumida en el siguiente cuadro:

Cuadro 18
Regla Percentil 5-50-95

Regla Percentil 5-50-95	Percentiles
$\mu - 1.645\sigma$	P_5
μ	P_{50}
$\mu + 1.645\sigma$	P_{95}

□ Solo se conoce la media: Tabla de la distribución χ^2

En el caso particular de la distribución χ^2 el parámetro que define la distribución son los grados de libertad, el cual coincide numéricamente con la media de los datos. Por consiguiente la valoración del riesgo aplicando la Regla Percentil 5-50-95 dependerá del valor de la media de los datos, teniendo en cuenta la tabla de la distribución de la χ^2 ¹³. El cálculo de los percentiles correspondientes se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro 19
Regla Percentil 5-50-95

Regla-Percentil 5-50-95	Percentiles
$\chi^2_{(\mu, 1-5\%)} = \chi^2_{(\mu, 95\%)}$	P_5
$\chi^2_{(\mu, 1-50\%)} = \chi^2_{(\mu, 50\%)}$	P_{50}
$\chi^2_{(\mu, 1-95\%)} = \chi^2_{(\mu, 5\%)}$	P_{95}

Por ejemplo, consideremos que se cuenta con la siguiente información: los datos se distribuyen de manera normal, pero solo se tiene conocimiento de la media, la cual es igual a 15% y que corresponde a las inversiones iniciales de un proyecto de infraestructura de un sector determinado. Entonces mediante la utilización de la tabla de la χ^2 , los respectivos percentiles para la valoración del riesgo de sobreplazo de las inversiones iniciales son los siguientes:

Cuadro 20
Regla Percentil 5-50-95:
Tabla de la χ^2

$P_5 = \chi^2_{(15, 1-5\%)} = \chi^2_{(15, 95\%)}$	$P_{50} = \chi^2_{(15, 1-50\%)} = \chi^2_{(15, 50\%)}$	$P_{95} = \chi^2_{(15, 1-95\%)} = \chi^2_{(15, 5\%)}$
7,26	14,34	25,00

Es decir, el riesgo de impacto en los percentiles 5, 50 y 95 es igual a 7.26%, 14.34% y 25% respectivamente.

¹³ En el Anexo se adjunta la Tabla de la Distribución Chi-cuadrado para diferentes grados de libertad.

- ◆ Si el número de datos no es suficiente para inferir normalidad

En el caso que con la información histórica que se cuente no sea posible inferir una distribución normal de la variable aleatoria, pero sin embargo se cuenta con una muestra mayor a 25 observaciones, entonces se recomienda aplicar el método de Bootstrap a la muestra para obtener la media y la volatilidad y de esta forma proceder a calcular analíticamente la Regla Percentil 5-50-95. Caso contrario, si es posible asumir que los datos se distribuyen como una χ^2 , entonces se procede al cálculo del impacto del riesgo empleando como parámetro de la distribución la media de los datos, tal como se detalló en el caso anterior.

3.6.5.2 Información obtenida a través de percepción cualitativa riesgos (taller de riesgo)

En el punto anterior, se presentó el caso en que las probabilidades se obtenían de información objetiva. Es decir, las probabilidades podían ser interpretadas en base a la frecuencia con que ocurrían ciertos acontecimientos.

Una forma alternativa de interpretar las probabilidades, se basa en los juicios de valor o en la experiencia de una persona, pero no necesariamente en la frecuencia con que se ha producido realmente un determinado resultado en el pasado: información diferente o habilidades diferentes para procesar la misma información pueden influir en la probabilidad subjetiva.

Para capturar la interpretación anterior, se propone una metodología basada en probabilidades declaradas sustentada en información cualitativa proporcionada por un panel de expertos.

El método panel de expertos es una adaptación de metodologías generales de prospectiva como el método Delphi. Éste es un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal efectivo cuando un grupo de individuos, trata un problema complejo.

La valoración de riesgos a través de esta herramienta metodológica, una vez obtenida la información del panel de expertos, se realiza por medio de la Regla Percentil 5-50-95, según el tipo de distribución asociada a cada riesgo. En Anexo I se propone una metodología para

desarrollar un taller de riesgos de tal forma de obtener información cualitativa acerca de la percepción de los riesgos y posteriormente valorarlos.

3.6.5.3 Información obtenida a través de estudios referenciales

Cuando no es posible obtener información histórica ni realizar un taller de riesgo para capturar percepción de riesgo de manera cualitativa, entonces una alternativa es recurrir a referencias internacionales, y de ser posible complementarlas con referencias o estudios nacionales, relacionadas con la identificación y valoración de riesgos, especialmente en proyectos de gran tamaño e impacto en la población. Por ejemplo, la Comisión Mundial de Represas¹⁴ en noviembre de 2000 publicó un documento que constata que el sobre costo en la construcción de represas es el 40%, considerando una muestra internacional de 81 represas. Asimismo, en un estudio desarrollado en el año 2002¹⁵ se trabaja con una muestra de 258 proyectos de infraestructura de transporte en el mundo y los resultados son los siguientes:

Cuadro 21
Modelo comparativo internacional aplicado a proyectos de transporte

Tipo de Proyectos	Número de casos	Sobrecosto promedio (%)	Desviación Estándar
Ferrocarriles Interurbanos y Urbanos	58	44.7	38.4
Túneles y Puentes	33	33.8	62.4
Carreteras y Autopistas	167	20.4	29.9
Todos los proyectos	258	27.6	38.7

Fuente: Adaptado de Flyvbjerg, Holm y Buhl (2002)

Como se observa del cuadro anterior, la información que interesa capturar de estudios de referencia¹⁶ para ser utilizado en la valoración de riesgos, es en orden de prioridad: volatilidad, distribución de probabilidad y media.

Cuando del análisis de los estudios no se tenga evidencia del tipo de distribución que está asociada con los datos correspondientes a la variable aleatoria analizada, se recomienda usar

¹⁴ Comisión Mundial de Represas (2000) "Represas y Desarrollo: Un nuevo marco para la toma de decisiones"

¹⁵ Bent Flyvbjerg, MetteSkamrisHolla y Soren Buhl (2002) "Underestimating costs in public works projects: Error or lie?", Journal of the American Planning Association.

¹⁶ También se pueden usar la expresión Benchmark.

la Regla Percentil 5-50-95 a través de la aplicación de la regla empírica de la desigualdad¹⁷ la cual fue detallada en la sección anterior:

Cuadro 22
Regla percentil 5-50-95 por la regla empírica de la desigualdad

Regla-Percentil 5-50-95	Percentiles
$\mu - 1.645\sigma$	P_5
μ	P_{50}
$\mu + 1.645\sigma$	P_{95}

3.6.5.4 Información obtenida a través de opinión experta de manera acotada

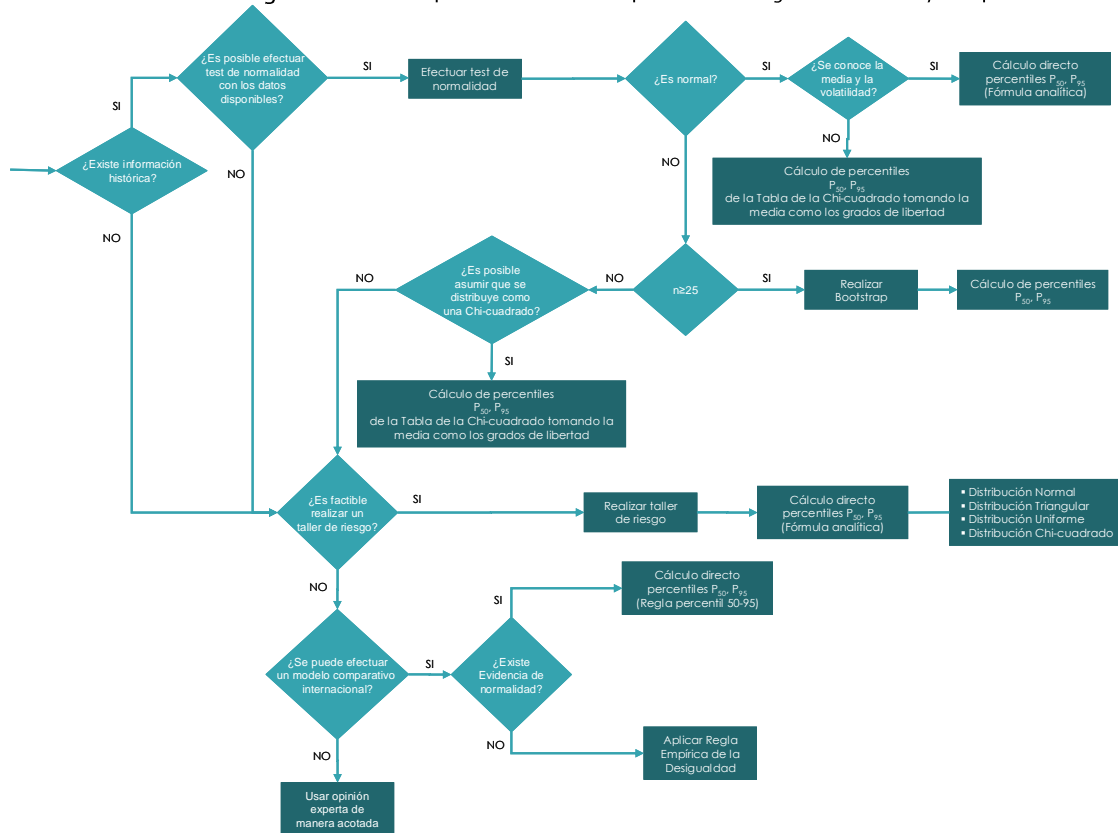
Cuando se han agotado todas las alternativas de valoración (supuesto de normalidad, χ^2 , regla empírica de la desigualdad, taller de riesgo e información obtenida a través de estudios referencia), se recurre a la opinión experta de manera acotada, la cual consiste en la conformación de un grupo de expertos internos a la organización convocados por la contraparte técnica. El grupo de expertos analizará cada uno de los riesgos asociados al proyecto de infraestructura en un sector determinado y emitirá un informe con los respectivos valores de la media y la volatilidad asociado a cada uno de los riesgos, con la finalidad de aplicar la Regla Percentil 5-50-95 según corresponda a la evidencia de normalidad o de lo contrario a la regla empírica de la desigualdad. Para aplicar esta opción se deberá fundamentar que las alternativas anteriores no fue posible obtener información sobre riesgos.

3.6.6 Valoración del costo del riesgo de sobreplazo y sobrecosto

A continuación se presenta la secuencia que se recomienda seguir para la determinación de los percentiles 5, 50 y 95 para el análisis de los riesgos de sobrecostos y sobreplazos:

¹⁷ Una importante relación descubierta inicialmente por el matemático francés Bienaymé (1796-1878) y, que más tarde, fue empleado por el matemático ruso Chebyshev (1832-1894), en 1867 para generalizar la ley de los grandes números dio como resultado el Teorema de Chebyshev.

Figura 1.7: Secuencia para la determinación de percentiles de riesgos de sobrecostos y sobreplazos



De acuerdo a la figura, en caso de disponer de información histórica acerca del riesgo a valorar sobre una serie de tamaño n de proyectos relacionados al proyecto de referencia, se debe analizar la posibilidad de aplicar un test de normalidad a los datos disponibles. Si es posible aplicar dichos tests, y se puede concluir que la información histórica sigue una distribución normal, y se conoce la media y la volatilidad entonces se procede a calcular los percentiles P_5 , P_{50} , P_{95} de manera directa, aplicando Regla Percentil 5-50-95. En su defecto, si solo se conoce la media, entonces se procederá a aplicar la Regla Percentil 5-50-95 en la Tabla de la χ^2 . En Anexo III se detallan los test de normalidad y algunos ejemplos. La mayoría de los paquetes computacionales estadísticos cuentan con test de normalidad. A través de Microsoft Excel también es posible implementarlos.

En caso contrario, es decir, que no se verifique que los datos se distribuyen normalmente, se debe constatar si el número de datos disponibles de información histórica es mayor o igual a

25¹⁸. Si se verifica tal condición, entonces se procede a aplicar la metodología Bootstrap para la obtención de los percentiles por medio de la Regla Percentil 5-50-95.

Por su parte, si el número de datos disponibles es menor a 25, no es posible efectuar un test de normalidad con los datos disponibles de la información histórica, y es posible asumir que los datos se distribuyen como una Chi-cuadrado(χ^2), entonces la valoración del riesgo se lleva a cabo mediante la Regla Percentil 5-50-95 respectiva, tal como se trató en la sección anterior, donde se emplea la media de los datos como los grados de libertad de la distribución.

Si no es posible asumir que los datos se distribuyen como una chi-cuadrado(χ^2) y no se cuenta con información histórica, entonces se debe analizar la factibilidad de poder realizar un taller de riesgo. Si es factible su realización, se debe aplicar a la información obtenida en dicho taller para obtener directamente los percentiles P_5 , P_{50} , P_{95} . En caso de no ser posible su realización, se procede a analizar la factibilidad de realizar el análisis de valoración usando un modelo comparativo de referencia, tomando en consideración referencias internacionales o incluso nacionales, relacionadas a proyectos similares.

Si de la información obtenida de las referencias internacionales, se tiene evidencia de que los datos siguen una distribución normal, la cuantificación del riesgo se realiza por medio del cálculo directo de los percentiles P_5 , P_{50} , P_{95} , a través de la Regla Percentil 5-50-95. En caso contrario, es decir, cuando no se tenga evidencia de que la información se distribuye normal, se recomienda realizar la cuantificación del riesgo aplicando la Regla Percentil 5-50-95 a través de la regla empírica de la desigualdad.

Si no se cuenta con información histórica, no es posible realizar el taller de riesgo, y no se cuenta con información de referencia internacional, entonces la contraparte técnica convocará a un panel de expertos de manera interna y de manera acotada para que en conjunto analicen cada uno de los riesgos y procedan a la emisión de un informe con los respectivos parámetros que permitan una valoración adecuada de los riesgos.

¹⁸Se recomienda que el número de observaciones mínimas para poder aplicar la metodología Bootstrap sea igual a 25 (Efron y Tibshirani, 1986, 1993). Sin embargo, si la dispersión de los datos (media y varianza) de cada una de las observaciones de una muestra menor a 25 está relativamente diversificada, es posible utilizar bootstrapping en intervalos entre 12 y 15 observaciones ajustado al tamaño del total de la población. Lo anterior en la línea que siempre será deseable estimar medias y varianzas usando información histórica, y cuando ésta está disponible aunque sea en un número "pequeño" de observaciones es recomendable utilizarla para valoración de riesgos y tenerla como referencia inicial para ser contrastada con otros métodos.

3.6.6.1 Valoración del costo del riesgo con información cualitativa generada a través de expertos

Cuando no sea posible obtener información histórica sobre de proyectos de similares características al PIIS que se desea evaluar, entonces se recomienda proceder con la generación de información cualitativa a través de expertos. Para ello es necesario realizar un taller de riesgo para la posterior valoración del costo del riesgo. De esta forma, de acuerdo a lo descrito en la Figura 6, es decir, tanto la probabilidad de ocurrencia y el impacto del riesgo tienen asociado una distribución de probabilidad y por consiguiente el costo del riesgo tiene asociado una distribución de probabilidad conjunta.

El presente Manual recomienda utilizar cuatro tipos de distribuciones de probabilidad para modelar la probabilidad de ocurrencia y el impacto del riesgo cuyos parámetros respectivos se muestran a continuación:

Cuadro 23: Probabilidad de ocurrencia e impacto del riesgo según la distribución de probabilidad asociada

Distribución de probabilidad	Riesgo de impacto			Probabilidad de ocurrencia (%)		
	Mínimo	Más probable	Máximo	Mínimo	Más probable	Máximo
Distribución Uniforme	Mínimo		Máximo	Mínimo		Máximo
Distribución Triangular	Mínimo	Más probable	Máximo	Mínimo	Más probable	Máximo
Distribución Normal	Media		Volatilidad	Media		Volatilidad
Distribución Chi-Cuadrado	Media			Media		

Ya sea a través del calculo del percentil de manera directa o por medio del método de Monte Carlo se simula el costo del riesgo, según la distribución de probabilidad que describe tanto a la probabilidad de ocurrencia como al riesgo de impacto, que no necesariamente pueden ser la misma distribución de probabilidad.

Cada uno de los parámetros proporcionados por el grupo de expertos según el tipo de distribución de probabilidad, se recomienda sea analizado en función de su índice de asimetría¹⁹ con la finalidad de obtener la medida de tendencia central más representativa de un conjunto de datos en función de sus parámetros y medidas promedio²⁰. La expresión del índice de asimetría para un parámetro cualquiera es la siguiente:

¹⁹ En el presente Manual se optara por recomendar la aplicación del índice de asimetría con la finalidad de tomar una decisión sobre la medida de tendencia central más representativa. De esta manera, el índice de asimetría describe la forma que tiene distribución de probabilidad (frecuencias), vale decir, mide cómo se agrupan los datos alrededor de una medida de tendencia central.

²⁰ Los parámetros de una distribución de probabilidad son: el promedio, la varianza y la desviación estándar (volatilidad) y las medidas promedio son: el promedio, la mediana y la moda.

$$Asimetría = \frac{3(\bar{x} - Me)}{\sigma} \left\{ \begin{array}{l} = 0, \text{ la medida promedio es la media} \\ \neq 0, \text{ la medida promedio es la mediana} \end{array} \right.$$

Donde \bar{x} representa el valor promedio, Me representa la mediana y σ la volatilidad de los parámetros proporcionados por el grupo de expertos.

Supongamos que se desea evaluar un riesgo de sobrecosto, el cual fue evaluado por un grupo de 25 expertos quienes llegaron en forma consensuada a que la distribución de probabilidad asociada con la probabilidad de ocurrencia es la distribución triangular. Asimismo, asociaron al riesgo de impacto la distribución normal, para lo cual proporcionaron los siguientes parámetros:

Cuadro 24
Parámetros de la probabilidad de ocurrencia y riesgo de impacto según la distribución de la probabilidad asociada

Experto	Probabilidad de ocurrencia (%)			Riesgo de impacto (%)	
	Mínimo	Más probable	Máximo	Media	Volatilidad
E1	57%	62%	69%	20%	24%
E2	81%	82%	92%	29%	37%
E3	62%	65%	75%	19%	24%
...					
E25	86%	90%	98%	16%	23%
Media	63,8%	69,0%	76,5%	19,2%	23,6%
Mediana	63%	65%	75%	18,5%	23,5%
Volatilidad	13,8%	13,2%	13,8%	5,7%	6,0%
Índice de asimetría	0,17	0,91	0,33	0,39	0,04
Medida promedio	63,8%	65%	75%	18,5%	23,6%

De esta manera se calcula la medida de tendencia central más representativa a partir de los parámetros proporcionados por el grupo de expertos según el tipo de distribución de probabilidad asociado a la probabilidad de ocurrencia y el riesgo de impacto.

Con cada una de estas medidas promedio representativas que conforman los parámetros de la distribución triangular y normal, se procede a calcular de manera directa el percentil deseado o se realizan 1.000.000 simulaciones por medio del método de Monte Carlo, con la finalidad de obtener las distintas posiciones frente al riesgo mediante el cálculo de los percentiles. Tales resultados se muestran a continuación en los siguientes cuadros:

Cuadro 25
Parámetros obtenidos por el método de simulación de Monte Carlo

Riesgo	Probabilidad de ocurrencia (%)			Riesgo de impacto (%)	
	Mínimo	Más probable	Máximo	Media	Volatilidad
Sobrecosto	64%	66%	74%	18%	24%

Para el cálculo de la posición frente al riesgo se sigue la RP 5-50-95, la cual depende de la distribución de probabilidad asociada a la probabilidad de ocurrencia y el riesgo de impacto, tal como se detalla a continuación:

Cuadro 26: Regla percentil 5-50-95 según el tipo de distribución del tipo de probabilidad asociada

Distribución de probabilidad	Percentil 5%	Percentil 50%	Percentil 95%
Distribución Uniforme (a, b)	$\frac{19a + b}{20}$	$\frac{a + b}{20}$	$\frac{19b + a}{20}$
Distribución Normal (μ, σ)	$\mu - 1.645\sigma$	μ	$\mu + 1.645\sigma$
Distribución Triangular ($a < c < b$)	$a - \frac{1}{\sqrt{5(b-a)}}$	$\frac{a + b}{2}$	$b - \frac{1}{\sqrt{5(b-a)}}$
Distribución Triangular ($a < c \ll b$)	$a - \frac{1}{2\sqrt{10(b-a)(c-a)}}$	$b - \frac{\sqrt{(b-a)(c-a)}}{\sqrt{2}}$	$b - \frac{1}{2\sqrt{10(b-a)(c-a)}}$
Distribución Triangular ($a \ll c < b$)	$a - \frac{1}{2\sqrt{10(b-a)(c-a)}}$	$a - \frac{\sqrt{(b-a)(c-a)}}{\sqrt{2}}$	$b - \frac{1}{2\sqrt{10(b-a)(c-a)}}$
Distribución Chi-Cuadrado (λ)	$\chi_{(\lambda, 95\%)}$	$\chi_{(\lambda, 50\%)}$	$\chi_{(\lambda, 5\%)}$
Distribución Simétrica	$\mu - 3.162\sigma$	μ	$\mu + 3.162\sigma$

La notación $a < c \ll b$ indica que el parámetro c se encuentra más próximo al parámetro a que al parámetro b , es decir, describe una distribución con asimetría a la derecha (la mediana es menor a la media o promedio), análogamente, la notación $a \ll c < b$ describe una distribución de probabilidad con asimetría a la izquierda (la mediana es mayor a la media o promedio).

Siguiendo con el ejemplo anterior, aplicando la RP 5-50-95 se obtienen las siguientes posiciones frente al riesgo:

Cuadro 27
Posición frente al riesgo por medio de la simulación de Monte Carlo

	Percentil 5%	Percentil 50%	Percentil 95%
Probabilidad de ocurrencia	64%	70,8%	74%
Riesgo de impacto	-21,48%	18%	57,48%

Si tenemos en cuenta que el valor presente de la inversión del proyecto que se está analizando es MXN 523, entonces, el valor del costo del riesgo, bajo las distintas posiciones frente al riesgo caracterizado por la RP 5-50-95 se sintetiza en el siguiente cuadro:

Cuadro 28
Resultados del costo del riesgo

	Percentil 5%	Percentil 50%	Percentil 95%
Costo del riesgo	-71.897.856,00	66.651.120,00	222.459.096,00

3.6.6.2 Riesgos de sobrecostos

Para la cuantificación del riesgo de sobrecosto de un PIIS, es necesario conocer el valor presente de la inversión del proyecto y el valor del percentil a evaluar (RP 5-50-95):

$$CR = VPIN \times POR \times IRP$$

Donde:

- $CR_{sobrecosto}$: Costo del riesgo del proyecto.
 $VPIN$: Valor presente de la inversión o un ítem del costo del proyecto.
 POR : Probabilidad de ocurrencia del riesgo de sobrecosto durante el ciclo de vida del proyecto.
 IRP : Impacto del riesgo de sobrecosto generado sobre el proyecto

Considérese el siguiente ejemplo, donde se desea valorar el riesgo de sobrecosto sobre un proyecto de infraestructura y para lo cual se cuenta con información histórica de sobrecostos en una serie de proyectos de similares características, tal como se indica a continuación:

Cuadro 29
Información histórica de riesgos de sobrecosto

Proyectos	Inversión inicial (Millones de MXN)	Inversión final (Millones de MXN)	Sobrecosto (Millones de MXN)	Sobrecosto (en %)
Proyecto 1	14	16	2	14,3
Proyecto 2	185	220	35	18,9
Proyecto 3	250	292	42	16,8
Proyecto 4	310	358	48	15,5
Proyecto 5	380	447	67	17,6
Proyecto 6	300	346	46	15,3
Proyecto 7	428	503	75	17,5
Proyecto 8	630	721	91	14,4
Proyecto 9	2000	2320	320	16,0
Proyecto 10	3120	3672	552	17,7
...
Proyecto N	891	1002	111	12,5
			Media	16,1
			Desviación estándar	1,8

De la información histórica, además se conoce que el riesgo de sobrecosto tiene una probabilidad de ocurrencia del 85%, y que se distribuye normal y simétricamente, con media igual a 16.1% y una desviación estándar de 1.8%. Por medio de una simulación de Monte Carlo se obtiene el riesgo de impacto:

Cuadro 30
Resultados del riesgo de impacto vía Monte Carlo

Regla-Percentil 5-50-95	Percentiles	Valor
$\mu - 1.645\sigma$	P_5	13.1%
μ	P_{50}	16.1%
$\mu + 1.645\sigma$	P_{95}	19.1%

Aplicando la expresión anterior para la cuantificación del riesgo de sobrecosto, y considerando una inversión inicial en valor presente de MXN 523 millones, el valor de los riesgos de sobrecosto serían los siguientes:

Cuadro 31
Resultados ejemplo riesgo de sobrecosto

Riesgo de sobrecosto	Valor (MXN)
$CR_{5\%} = VPIN \times POR \times P_5$	58,236,050
$CR_{5\%} = 523,000,000 \times 85\% \times 13.1\%$	
$CR_{50\%} = VPIN \times POR \times P_{50}$	71,572,550
$CR_{50\%} = 523,000,000 \times 85\% \times 16.1\%$	
$CR_{95\%} = VPIN \times POR \times P_{95}$	84,909,050
$CR_{95\%} = 523,000,000 \times 85\% \times 19.1\%$	

3.6.6.3 Riesgos de sobreplazos

Para la cuantificación del riesgo de sobreplazo de cualquier proyecto, se deben utilizar los siguientes parámetros: la tasa social de descuento, el valor presente de la inversión del proyecto, el percentil a evaluar para el riesgo de sobreplazo²¹ (de acuerdo a la Regla Percentil 5-50-95), y el plazo inicial de ejecución de la inversión o gasto del proyecto bajo análisis.

$$RSP = (1 + r_s)^{1/360} - 1 \times VPIN \times PINV \times POR \times SP$$

²¹ Esta información se obtiene por medio de información histórica, taller de riesgo o modelo comparativo internacional, según corresponda.

Donde:

- RSP : Riesgo de sobreplazo del proyecto.
- r_s : Tasa social de descuento anual (en porcentaje) definido por la SHCP para el año respectivo de evaluación.
- $VPIN$: Valor presente de la inversión o de un ítem de costo del proyecto.
- POR : Probabilidad de ocurrencia del riesgo de sobreplazo
- SP : Riesgo de impacto del riesgo de sobreplazo (en porcentaje).
- $PINV$: Plazo inicial de ejecución del proyecto bajo análisis (en días).

A modo de ejemplo, a continuación se estima que el sobreplazo para una serie de proyectos que tiene la misma tipología y por lo tanto es comparable con el proyecto de referencia:

Cuadro 32
Ejemplo cuantificación riesgo de sobreplazo

Proyectos	Plazo inicial (en días)	Plazo final (en días)	Sobreplazo (en días)	Sobreplazo (en %)
A	360	420	60	16,7%
B	830	915	85	10,2%
C	1300	1500	200	15,4%
D	750	860	110	14,7%
E	2250	2600	350	15,6%
F	950	1020	70	7,4%
G	1760	1925	165	9,4%
...
...
Z	480	510	30	6,3%

Asumiendo que los datos del sobreplazo son medidos en términos porcentuales se distribuyen normalmente, que la media es 11,6% y la desviación estándar es 4,5%, el valor del riesgo de impacto según la RP 5-50-95 es:

Cuadro 33
Riesgo de impacto para el riesgo de sobreplazo

Regla-Percentil 50-95	Percentiles	Valor
$\mu - 1.645\sigma$	P_5	4.2%
μ	P_{50}	11.6%
$\mu + 1.645\sigma$	P_{95}	19.0%

Aplicando la expresión anterior para la cuantificación del riesgo de sobreplazo, considerando una tasa social de descuento anual de un 12%, y MXN 30.000.000 para el valor presente de la inversión del proyecto, con un plazo para la inversión de 4 años (1.440 días) y con una

probabilidad de ocurrencia del riesgo de sobreplazo igual al 92%, el valor de los riesgos de sobreplazos es:

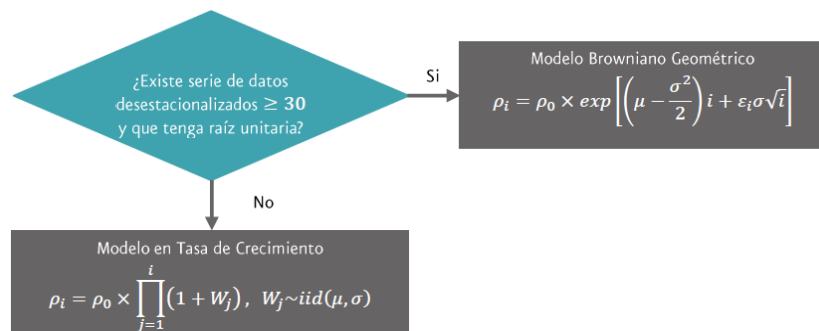
Cuadro 34
Valoración del riesgo de sobreplazo

Riesgo de sobreplazo	Valor (MXN)
$RSP_5 = \left((1 + r_s)^{1/360} - 1 \right) \times VPIN \times PINV \times POR \times P_5$	525,565.17
$RSP_5 = \left((1 + 12\%)^{1/360} - 1 \right) \times 30,000,000 \times 1,440 \times 92\% \times 4.2\%$	
$RSP_{50} = \left((1 + r_s)^{1/360} - 1 \right) \times VPIN \times PINV \times POR \times P_{50}$	1,451,560.94
$RSP_{50} = \left((1 + 12\%)^{1/360} - 1 \right) \times 30,000,000 \times 1,440 \times 92\% \times 11.6\%$	
$RSP_{95} = \left((1 + r_s)^{1/360} - 1 \right) \times VPIN \times PINV \times POR \times P_{95}$	2,377,556.71
$RSP_{95} = \left((1 + 12\%)^{1/360} - 1 \right) \times 30,000,000 \times 1,440 \times 92\% \times 19.0\%$	

3.6.6.4 Proceso para la valoración del riesgo de ingreso y demanda

Para la valoración del riesgo de ingreso y demanda se emplearán modelos estocásticos, los cuales dependerán de ciertas características de la serie de datos. Si el número de elementos que conforman la serie de datos es mayor a 30, son desestacionalizados y tienen raíz unitaria, se procederá a modelar por medio de un movimiento browniano geométrico. Caso contrario se procederá a estimar por medio de un modelo en tasa de crecimiento. No obstante lo anterior, cualquier otro proceso estocástico debidamente justificado podrá ser empleado.

Figura 18
Esquema de valoración del riesgo de ingreso y demanda



3.6.6.5 Riesgo de demanda

Una aproximación típica al problema de proyectar la cantidad de servicios, consiste en realizar un análisis econométrico donde se muestre la relación entre la cantidad de servicios y el nivel de actividad (PIB) de la región o del país. Luego en base a proyecciones plausibles del nivel de PIB (crecimiento económico), y a la relación econométrica determinada, se estima el nivel de crecimiento que tendrá en el futuro la variable cantidad de servicios.

Una vez proyectados estos ingresos se determina su valor presente:

$$I = \sum_{t=0}^n \frac{IE_t + IP_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

IE_t : Ingresos de terceras fuentes existentes en el periodo t

IP_t : Ingresos de terceras fuentes potenciales en el periodo t

r : Tasa de descuento

n : Número de períodos de evaluación

Para la cuantificación del costo del riesgo se debe considerar que el valor de los ingresos de terceras fuentes del proyecto, para un periodo t , puede ser representado como una secuencia de los ingresos iniciales I_0 y la tasa de crecimiento ρ_0 , de la siguiente manera:

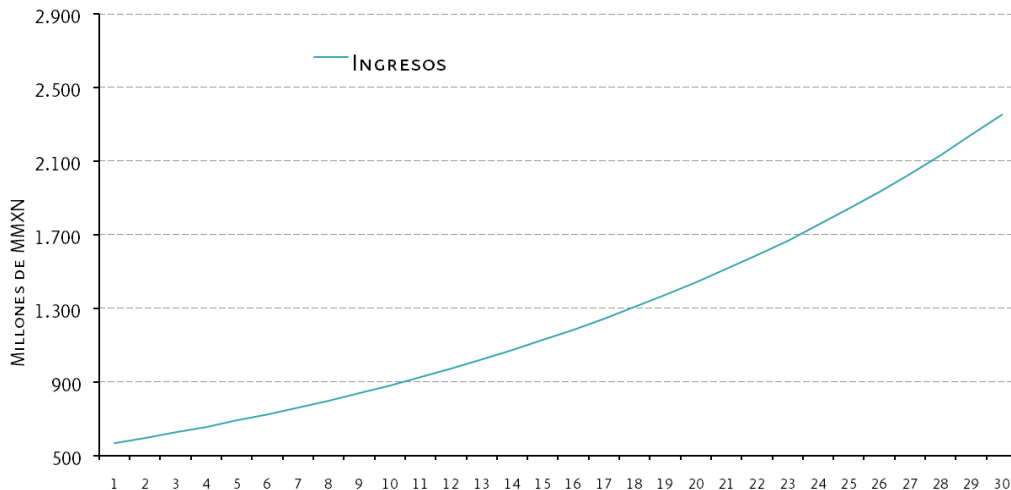
$$I_k = I_0 \sum_{t=1}^T (1 + \rho_0)^{i_k} \quad (1)$$

Supongamos, que se cuenta con la siguiente información sobre ingresos de un PIIS:

Cuadro 35
Evolución de los ingresos por terceras fuentes a una tasa de crecimiento ρ_0 en un PIIS

Año	Ingreso (MXN)
1	567,162,000
2	595,690,249
3	625,653,468
4	657,123,838
5	690,177,167
6	724,893,078
7	761,355,200
8	799,651,366
9	839,873,830
10	882,119,484
11	926,490,094
12	973,092,546
13	1,022,039,101
14	1,073,447,667
15	1,127,442,085
16	1,184,152,422
17	1,243,715,289
18	1,306,274,168
19	1,371,979,758
20	1,440,990,340
21	1,513,472,154
22	1,589,599,804
23	1,669,556,674
24	1,753,535,375
25	1,841,738,204
26	1,934,377,636
27	2,031,676,831
28	2,133,870,175
29	2,241,203,845
30	2,353,936,398

Figura 19: Evolución de los ingresos por terceras fuentes a una tasa de crecimiento ρ_0 en un PIIS



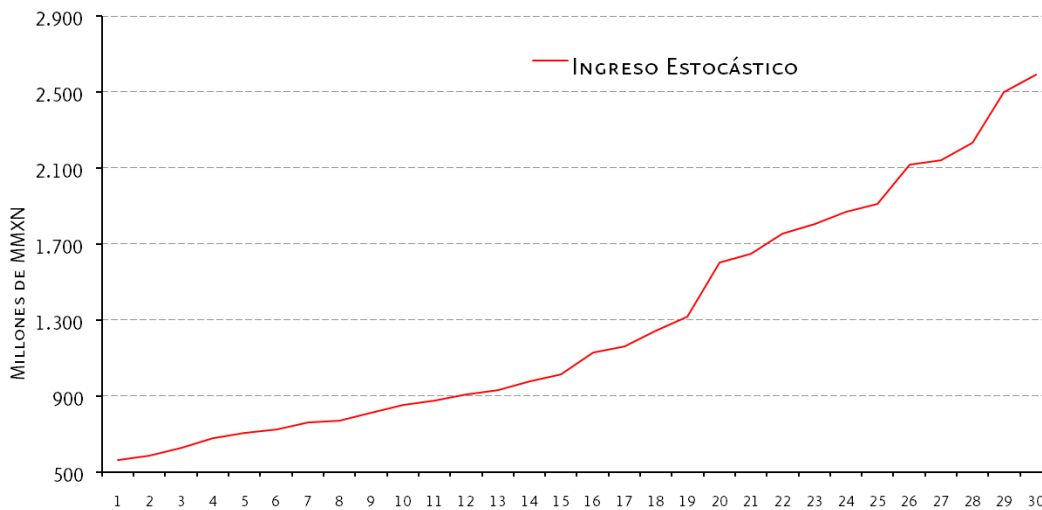
Adicionalmente, se asumirá que la tasa de crecimiento ρ del PIB se modela por medio de modelos estocásticos, los cuales dependen de ciertas características de los datos, es decir, si el número de éstos es mayor o igual a 30, se encuentran desestacionalizados y tienen raíz unitaria, se modelará por medio del Movimiento Browniano Geométrico. En caso contrario se emplea un Modelo en Tasa de Crecimiento a través del método de Monte Carlo empleando la siguiente relación para ingresos iniciales I_0 y tasa de crecimiento $\rho_{t,k}$:

$$I_k = I_0 \prod_{i=1}^T \prod_{j=1}^i (1 + \rho_{j,i_k}) \quad (2)$$

Donde $\rho_{t,k}$, corresponde al año i de la k -ésima simulación. A partir de este procedimiento se puede estimar el perfil de ingresos para todo el horizonte del proyecto. De esta forma si el periodo establecido para la APP es T años, la primera muestra de Monte Carlo generará T niveles de ingresos que deberán ser comparados con el perfil de ingresos de terceras fuentes del proyecto a la tasa promedio ρ_0 .

La comparación de dicho perfil de ingresos simulados con el perfil referencial de ingresos de terceras fuentes promedio, mostrará que los ingresos públicos se encontrarán por arriba del perfil en algunos períodos, y por debajo en otros períodos, y el monto en el que lo harán.

Figura 20: Modelación de la tasa de crecimiento de los ingresos por terceras fuentes en un PISS



Sin embargo, para efectos del cálculo del riesgo de demanda, se asume que el grado de aversión al riesgo del gobierno es mayor que en el caso de los riesgos de sobrecostos, que de manera principal ocurren en la etapa de construcción del proyecto, ya que los riesgos de demanda ocurren durante todo el período del contrato, y por lo tanto son de largo plazo.

Dado lo anterior, el costo del riesgo es un valor igual al máximo entre la diferencia de las expresiones (1) y (2), y cero. Es decir, el riesgo esperado de los ingresos públicos del proyecto, se calcula de acuerdo a la siguiente expresión, para todos los períodos:

$$E[CRIN] = \frac{I_0}{m} \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^T \left[\frac{\max\left\{(1 + \rho_0)^{i_k} - \prod_{j=1}^i (1 + \rho_{j,i_k}), 0\right\}}{(1 + r)^{i_k}} \right]$$

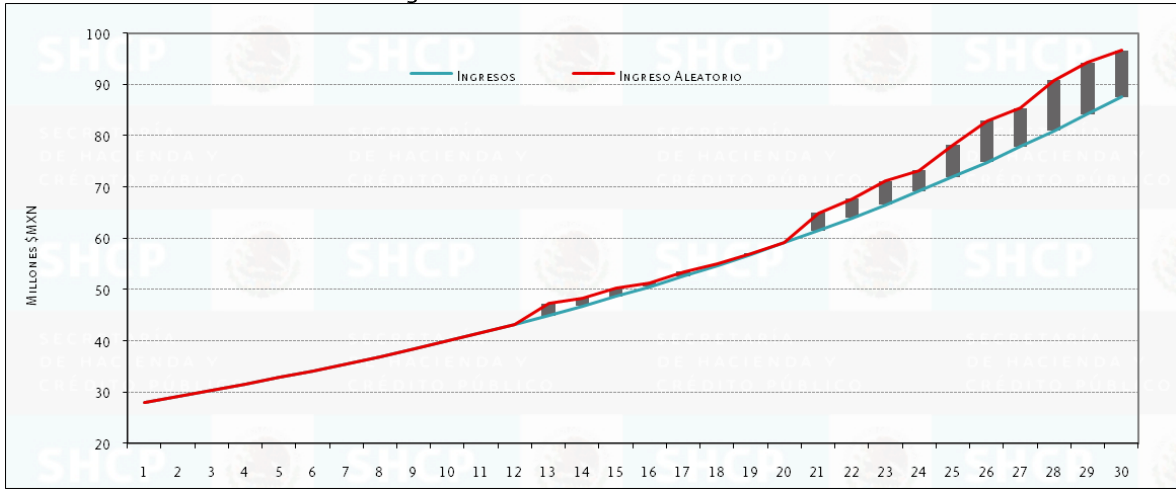
Donde:

- $E[CRIN]$: Valor promedio del costo del riesgo de los ingresos de terceras fuentes del proyecto
- I_0 : Estimación de los ingresos anuales que percibirá el sector público en el período 0 de evaluación
- ρ_0 : Tasa de crecimiento del PIB correspondiente al período de presentación del Comparador
- ρ_{j,i_k} : Tasa de crecimiento obtenida por el método de Monte Carlo para el año j , del período i en la simulación k .
- T : Período del proyecto
- m : Número de simulaciones o iteraciones de Monte Carlo

A continuación se muestra el proceso del cálculo del CRIN en la k -ésima simulación:

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_T \end{pmatrix} \xrightarrow{\text{MBG o MTC}} \begin{pmatrix} \rho_{1,k} \\ \rho_{2,k} \\ \rho_{3,k} \\ \vdots \\ \rho_{T,k} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} I_0 \max\{(1 + \rho_0) - (1 + \rho_{1,k}), 0\} \\ I_0 \max\{(1 + \rho_0)^2 - \prod_{j=1}^2 (1 + \rho_{j,k}), 0\} \\ I_0 \max\{(1 + \rho_0)^3 - \prod_{j=1}^3 (1 + \rho_{j,k}), 0\} \\ \vdots \\ I_0 \max\{(1 + \rho_0)^T - \prod_{j=1}^T (1 + \rho_{j,k}), 0\} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} CRIN_1 \\ CRIN_2 \\ CRIN_3 \\ \vdots \\ CRIN_T \end{pmatrix}$$

Figura 21: Modelación del valor CRIN en un PISS



En la figura anterior el valor esperado del CRIN es representado por las barras que se encuentran por debajo de la curva de la evolución de los ingresos por terceras fuentes y por encima de los ingresos estocásticos modelados.

3.7 Metodología para la etapa de asignación de riesgos

Un aspecto central en el desarrollo del CPP que se muestra en el apartado siguiente, es la asignación de riesgos entre el sector público y el sector privado²². La asignación de riesgos, es el proceso mediante el cual, el sector público decide la proporción de la responsabilidad de la administración del riesgo que será retenida por él y la que será transferida a la organización privada. En el marco del Contrato APP que se establezca entre ambos sectores, algunos riesgos quedarán asignados de manera completa o parcial de lado del sector público y otros se localizarán en el sector privado. Cuando un riesgo es asignado al sector público entonces se le denomina riesgo retenido, y como tal es de responsabilidad de la dependencia o entidad contratante. Cuando el riesgo se localiza en el sector privado, entonces se le denomina riesgo transferido, y es de responsabilidad del inversionista desarrollador. Cuando los riesgos son asignados de manera parcial a una de las partes, entonces se dice que el riesgo es compartido entre el sector público y el sector privado.

La principal regla de los proyectos APP es que los riesgos deben ser asignados en función del agente que se encuentre mejor preparado para evaluarlos, administrarlos, controlarlos y mitigarlos. La asignación óptima busca minimizar los riesgos del proyecto localizando un riesgo particular en la parte que está en mejor posición de controlarlo. Esto es debido a que la parte que tiene la más adecuada capacidad de administrar un riesgo particular tiene la mejor oportunidad para reducir la probabilidad que el riesgo ocurra y controlar las consecuencias si el riesgo se materializa, y entonces debería asumirlo. En consecuencia, la capacidad de gestionar los riesgos se transforma en un elemento clave para la asignación de los riesgos en un esquema APP.

Sin embargo, la tarea de asignar eficientemente los riesgos en esquemas APP aún no cuenta con una metodología cuantitativa específica ampliamente aceptada que pueda ser aplicada de manera directa. Incluso en algunas experiencias existe la tendencia a asumir que un esquema APP se comporta como una privatización de infraestructura, y por lo tanto todos los riesgos deben ser tomados por el sector privado.

Debe entenderse que el objetivo de una asignación óptima es minimizar el costo total del riesgo del proyecto, lo cual no implica minimizar los costos de manera separada, y por lo

²²La palabra asignación, distribución o compartición se utilizan de manera indistinta.

tanto es posible que desde el punto de vista de la eficiencia, una parte se encuentre enfrentada a mayor riesgo que otra.

En algunos países se emplean cuestionarios estructurados con la finalidad de captar la disposición a aceptar un riesgo. También el estudio de casos de proyectos particulares es otra técnica para explorar una adecuada localización de riesgos. Si un proyecto en estudio tiene una característica específica que puede ser homologada a otro proyecto, entonces la mejor práctica en asignación de los riesgos puede ser trasladada al proyecto bajo análisis. Recientemente de manera teórica se han desarrollado metodologías específicas tomando como referencia, por ejemplo, la teoría de juegos, asumiendo que la asignación de riesgos puede negociarse o la teoría de los costos de transacción identificando el grado de especificidad del activo sujeto de análisis.

Con todo lo anterior, un tema relevante para la asignación de riesgos es que la localización de los riesgos, elegida entre el sector privado y el sector público se materializa en un contrato entre estas dos partes. Al interior del Contrato APP es donde subyace de manera explícita la asignación de riesgos elegida, y de común acuerdo aceptada por las partes, ya sea en una negociación y/o través de una licitación donde el contrato se firma por adhesión. La asignación de riesgos queda materializada principalmente en las responsabilidades para el respectivo sector de cumplir con las especificaciones técnicas de los servicios que se definan, en los mecanismos de pago, y en las cláusulas contractuales específicas. En el caso de la regulación en México, la única forma de verificar la asignación es a través de un proceso de licitación, y no en una negociación.

3.7.1 Criterios para considerar en la asignación de riesgos

3.7.1.1 Costos de transacción

La teoría de los costos de transacción, estudia los conceptos de asignación de recursos ya sea vía el mercado (y su sistema de precios), y la realizada por la organización. Esta teoría, en términos generales responde: ¿Por qué en una economía que tiene un mercado que se caracteriza por la existencia de transacciones entre agentes, surge la organización como mecanismo de coordinación de la actividad económica alternativa al sistema de precios? La noción básica es que las transacciones tienden a formularse de tal modo que maximizan los beneficios netos que proporcionan, incluyendo los costos de transacción. En concreto, no se

realizará una transacción contractual, cuyos costos superen los beneficios de llevarla a cabo. En efecto, si la transacción se rige por un contrato formal, el contrato debe prepararse y formalizarse, pero los elementos de la transacción deben acordarse. Los costos ex-post aparecen en el perfeccionamiento y protección del acuerdo inicialmente pactado. Entonces las organizaciones no pueden crecer indefinidamente o integrarse verticalmente porque en algún momento los costos de transacción al interior de la entidad serán mayores a los costos de supervisión de dichas transacciones. Se identifican tres aspectos o cualidades de una transacción que permite visualizar la naturaleza de los costos de transacción:

- ◆ Especificidad de los activos
- ◆ Grado de incertidumbre y
- ◆ Frecuencia de las relaciones.

Una transacción tiene elevados niveles de especificidad de activos si, a medida que se desarrolla el intercambio, una parte, la otra o ambas van quedando más vinculadas y en "poder" de la otra parte.

El grado de incertidumbre de la transacción incide en sus costos. Se incluye incertidumbre sobre las contingencias que pueden producirse, en la medida que sea difícil anticiparlas y resulte costoso incluir cláusulas o provisiones en los contratos para afrontarlas.

Finalmente, la frecuencia de la transacción afecta los costos relativos de los distintos medios de abordar la transacción. Cuando una transacción entre dos partes se repite frecuentemente, las dos partes pueden crear estructuras especiales de administración para la transacción, aun cuando éstas sean costosas, dado que los costos pueden amortizarse al repartirse en muchas transacciones. Sin embargo, cuando la transacción ocurre una sola vez, es más costoso establecer mecanismos especializados.

Por lo tanto, aplicando la primera hipótesis de la teoría de los costos de transacción a esquemas APP y transferencia de riesgos, indicaría que mientras mayor sea la especificidad de los activos menor será la posibilidad de incorporar en el Contrato APP ese tipo de activo, y por lo tanto la producción propia (es decir la pública) debiera prevalecer, sin ninguna transferencia de riesgos. Por ejemplo, en el caso de hospitales públicos, en general es recomendable no incluir especialmente las cirugías y el control post operatorio por el alto grado de especialización que tienen. En el caso de un aeropuerto no se incluyen los servicios de control aéreo ni atención directa a la mecánica de los aviones. Una segunda hipótesis indicaría que mientras mayor sea el grado de incertidumbre de las actividades involucradas

en la transacción, menor es la aplicabilidad de un contrato del tipo APP, y por lo tanto la transferencia de riesgos. La presencia de incertidumbre produce que los contratos sean por definición, incompletos y es posible que, durante el transcurso de la transacción, surjan conflictos entre las partes que deban ser resueltos, y que no hace aconsejable trasladar determinado tipo de riesgos.

3.7.1.2 Capacidades y ventajas competitivas en administración de riesgos

La Asociación Público Privada ofrece a cada una de las partes (pública y privada) enfocarse en aquellas actividades de la cadena de valor donde se posean ventajas competitivas y por ende una mayor eficiencia para cada uno. Los recursos a los que puede acceder el sector privado y el sector público pueden asumirse de manera parecida, sin embargo, las capacidades de utilizar dichos recursos pueden variar de manera importante. En algunos casos el sector privado tendrá ventajas competitivas en administrar los riesgos, y en otros casos será el sector público.

El análisis de la cadena de valor es una herramienta gerencial para identificar fuentes de ventaja competitiva, y por ende identificar aquellas actividades que no lo son y que pueden y/o deben ser transferidas hacia entes que sean más eficientes en el desarrollo de éstas. La cadena de valor es un modelo que describe una serie de actividades que adicionan valor y que conectan al proveedor con la demanda. Mediante el análisis del estado de la cadena de valor, los administradores han sido capaces de rediseñar su proceso interno y externo para mejorar la eficiencia y efectividad en busca de identificar su potencial de ventaja competitiva. Al respecto, una distinción entre subcontratación estratégica y no estratégica indica que muy pocas entidades pueden ganar ventaja competitiva en toda su cadena de valor, pero especializando en pocas de estas actividades pueden ganar ventajas competitivas reales. En general, las instituciones generan ventaja competitiva cuando se orientan a las actividades primarias. Las actividades primarias son aquellas que son llevadas a cabo internamente y por un período largo de historia de la institución, son críticas para el desempeño de la organización, y son creadoras de ventaja competitiva actual y futura.

3.7.1.3 Bancabilidad

Un aspecto que merece atención en el contexto del análisis de riesgos de los proyectos APP es la bancabilidad. Se entiende por bancabilidad de un contrato, al conjunto de condiciones jurídicas y económico-financieras endógenas y exógenas que permiten que más de un agente del mercado bancario o del mercado de capitales o ambos a la vez, estén dispuestos a otorgar financiamiento a un costo y garantías razonables dadas las condiciones de mercado, los recursos necesarios para el financiamiento de un contrato. Existen elementos que permiten distinguir con claridad cuándo un proyecto puede ser financiado a través de este tipo de esquema y qué le hace diferente de otras modalidades. Estas condiciones, de tipo jurídicas, económicas y financieras, en el marco de un Contrato APP, hacen necesario que dicho contrato sea claro en sus cláusulas y en los efectos que se producirán, como asimismo en asegurar la viabilidad del modelo del negocio en el tiempo, y especialmente en que los riesgos que se han transferido sean lo suficientemente administrables y soportables por la parte privada.

3.7.1.4 Apetito por riesgo

La tolerancia o “apetito” al riesgo de una organización variará con su estrategia, como también con las condiciones evolutivas de su industria y mercados. La tolerancia al riesgo de cada organización es única, y variará de acuerdo a la cultura organizacional y también por factores externos, y por lo tanto no existe una regla para satisfacer el apetito. Si el sector privado no tiene en un momento del tiempo los deseos de tomar cierto riesgo, entonces éste no podrá ser transferido, aunque en otro momento o en otras circunstancias sí puede serlo. Por ejemplo, bajo ciertas condiciones políticas adversas del país, los inversionistas podrían no estar dispuestos a asumir las contingencias del caso, lo cual inevitablemente limitará su apetito por el riesgo y la duración y permanencia de las inversiones en ese país, o desplazará los costos hacia entidades del gobierno que no están preparadas para asumirlos.

3.7.1.5 Prima por riesgo

Si el riesgo desea ser transferido desde el sector público al sector privado en el marco de un Contrato APP, entonces el inversionista debe tener la oportunidad de cargar una prima por tomar dicho riesgo. Si el riesgo traspasado puede ser diversificable en un contexto de cartera, traspasado a un subcontratista y/o asegurable comercialmente, la prima por riesgo será menor que en el caso que el riesgo sea sistemático. Un riesgo sistemático por definición

no puede ser diversificado y por lo tanto en un contexto de riesgo-retorno, el inversionista necesitará ser compensado por encima de la tasa libre de riesgo. Al respecto, cabe tener presente que si bien al menos en teoría la relación riesgo-retorno es posible constatarla en primas por sobre la tasa libre de riesgo, en algunos casos los riesgos pueden ser excesivamente sistemáticos, y la prima resultante será muy alta para el sector público por traspasarlo y/o muy bajo o nulo el apetito en el sector privado por desear aceptarlo.

3.7.1.6 Diez reglas a considerar en la asignación de riesgos²³

En función de lo anterior, las reglas que comúnmente aparecen en la literatura especializada expresada en términos de preguntas orientadas a la asignación de riesgos son las siguientes:

Cuadro 36
Reglas para la asignación de riesgos

Regla
1. ¿Qué parte tiene el mayor control para evitar o minimizar la ocurrencia y la magnitud del riesgo?
2. ¿Tiene alguna parte el conocimiento especializado relevante y la capacidad para gestionar y administrar el riesgo de tal forma de minimizar el sobrecosto, el sobreplazo y la severidad si éste ocurre?
3. ¿Quién puede absorber mejor el riesgo o lo puede compartir con terceras partes tales como seguros comerciales y/o subcontratistas? ¿Si el riesgo ocurre, puede realmente sostener sus consecuencias?
4. ¿Qué parte recibirá el mayor beneficio (financiero, credibilidad, reputación) al realizar un adecuado manejo del riesgo?
5. ¿Cuál es el marco legal y las limitaciones jurídicas para una transferencia de riesgo de los proyectos?
6. ¿Cuál es el apetito del sector privado por tomar el riesgo? ¿Cuál es el costo por hacerlo, y si es aceptable para el sector público?
7. ¿Cuáles son los costos de transacción para asignar el riesgo, son los activos específicos, son las transacciones frecuentes?
8. ¿Cuál es la costumbre y la mejor práctica que se ha observado en un contrato de características similares respecto a la localización del riesgo?
9. ¿Tiene efectos en la bancabilidad del contrato la asignación en estudio de un riesgo en particular?
10. ¿Qué parte tiene los mayores incentivos para administrar el riesgo en el tiempo?

²³ Hinojosa, Sergio Alejandro (2010) "Sistematizando Reglas para la Asignación de Riesgos en Proyectos de Asociación Público Privada" IKONS ATN.

Se puede observar que las preguntas anteriores se orientan a la capacidad de control de los riesgos y los efectos que se producen de una administración adecuada de los mismos. Si las reglas anteriores no se siguen, se compromete de manera importante el éxito y la eficiencia del proyecto, debido a que habrá un mayor premio por riesgo, se incrementará la probabilidad que los riesgos ocurran y las consecuencias que se deriven. En el transcurso del contrato puede aparecer confusión de responsabilidades en el monitoreo y la forma en que se responden a los riesgos, conflictos entre las partes, y principalmente disputas para evitar responsabilidad cuando los riesgos emerjan. No seguir las reglas anteriores, puede dar la sensación que los riesgos están siendo bien transferidos al sector privado, sin embargo, esto se expresa en la aparición de otros riesgos que se revierten en contra del sector público. Todo lo anterior, se puede traducir en renegociación de los contratos, o incluso en terminación anticipada, lo que impacta finalmente en la continuidad del servicio público.

APARTADO IV COMPARADOR PÚBLICO PRIVADO

IV COMPARADOR PÚBLICO PRIVADO

4.1 Objetivo del Comparador Público Privado

El objetivo del presente apartado es proporcionar a los funcionarios de dependencias y entidades una metodología que los oriente de forma sistematizada respecto de las etapas y actividades que puede emprender una entidad o dependencia pública federal, estatal o municipal, para evaluar la alternativa más conveniente para dichas entidades de desarrollar un proyecto público ya sea vía obra pública tradicional o a través de un esquema de Asociación Público Privada. Evaluar la conveniencia desde la óptica del sector público de desarrollar un proyecto de inversión de infraestructura y servicios mediante una modalidad de obra pública tradicional y una modalidad de APP implica el desarrollo de las etapas de definición y evaluación del Proyecto Público de Referencia (en adelante PPR), el cálculo de la viabilidad económica financiera de la alternativa APP, y el cálculo del Valor por Dinero. Lo anterior, implica principalmente realizar un análisis que incluye la identificación, descripción, valoración y asignación de riesgos ya analizado en el apartado anterior.

Se espera que los usuarios al final de leer y estudiar esta metodología sean capaces de:

- ◆ Comprender el significado de Valor por Dinero y su impacto en la selección de una modalidad de ejecución.
- ◆ Determinar con precisión el Proyecto Público de Referencia.
- ◆ Determinar las variables que es necesario considerar para la definición y evaluación de una alternativa APP.
- ◆ Cuantificar el Valor por Dinero que genera una modalidad de contratación APP cuando ha sido seleccionada.
- ◆ Contar con un indicador que permita determinar si es más conveniente para el sector público implementar un proyecto de infraestructura y servicios a través de la modalidad de obra pública tradicional o a través de una modalidad de APP.

Todo lo anterior, se materializa en la metodología del Comparador Público Privado (en adelante CPP o Metodología CPP), y como se ha señalado requiere demostrar que la provisión de un servicio público bajo un esquema APP es más económico y eficiente que

llevarlo a cabo a través de métodos presupuestales tradicionales y para hacerlo se comparan los costos totales ajustados por riesgo a partir del costo base del PPR con los de la APP.

4.2 Valor por Dinero (VPD)

Valor por el dinero: Indicador que mide la diferencia entre el costo de un Proyecto público de referencia desarrollado bajo el esquema de obra pública tradicional, contra un proyecto desarrollado bajo el esquema de asociación público-privada, en donde se demuestre que este último esquema genera beneficios netos iguales o mayores a los que se obtendrían en caso de que los servicios o la infraestructura fuera proporcionada por el sector público;

El Valor por Dinero (VPD) es un concepto basado en la consecución del mayor beneficio posible por una inversión igual o menor al costo de inversión de capital teóricamente necesario en caso de utilizar mecanismos de contratación tradicionales, sumado a los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura y los equipos ajustados por riesgos menos los ingresos de terceras fuentes de existir, para la prestación del mismo servicio, con los mismos estándares y las mismas condiciones de finalización. En otras palabras, el comparador representa cuánto le costaría al sector público proveer el mismo servicio mediante una licitación tradicional de construcción de activos de infraestructura por un lado y operación, mantenimiento y conservación del otro (en adelante Obra Pública Tradicional).

Este cálculo se establece mediante el Proyecto Público de Referencia (PPR) cuya definición es imprescindible para cualquier proyecto considerado para ser desarrollado mediante una modalidad APP.

En base al PPR y a la capacidad financiera de la entidad contratante en cada caso, se fijará también el límite de viabilidad que define el precio máximo posible a pagar por el sector público para proseguir con el proyecto y con la prestación de servicios tal y como se ha analizado.

Si un proyecto de infraestructura pública y servicios presenta VPD se espera que:

- ◆ Los estándares de servicio se mantengan en el ciclo de vida del contrato.
- ◆ La prestación de servicios comience de acuerdo al programa establecido.

- ◆ Los activos necesarios para la prestación de servicios se completen de acuerdo al presupuesto establecido.
- ◆ Los involucrados se sientan satisfechos con la solución propuesta.
- ◆ Los activos proporcionados como parte del proyecto sean de una calidad suficiente para una exitosa prestación de servicios y para garantizar los estándares de calidad de la misma durante la duración del contrato.
- ◆ A menos que se produzcan razones de fuerza mayor y/o por razones de interés público, las renegociaciones de los contratos debieran ser las mínimas.

La condición necesaria y fundamental para que un proyecto o programa de APP sea aprobado por parte de la SHCP, y por lo tanto llevado a cabo, es la capacidad del proyecto de proveer VPD.

Para la evaluación del VPD por parte de la entidad o dependencia gubernamental contratante, es necesario tener especial preocupación en tres etapas principales en iniciativas de inversión del tipo APP:

- ◆ Evaluación a nivel estratégico de planeación, la cual consiste en la conceptualización de los Programas y Proyectos de Inversión (PPIs) que llevarán a cabo las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal²⁴ en el corto y mediano plazo.
- ◆ Evaluación a nivel de proyecto, es decir, para proyecto específico, incluyendo una de sus características concretas para satisfacer las necesidades de la población, y
- ◆ Evaluación relativa al mecanismo de adjudicación del contrato, es decir, revisión regular durante el proceso de licitación de un contrato para asegurar que el proyecto alcance sus objetivos dado el interés y capacidad del mercado.

²⁴ Dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, también denominadas en el presente Manual entidades o dependencias gubernamentales

4.3 Definiciones del CPP

El objetivo central de la provisión de un servicio público, en cualquier sector, es asegurar que los contribuyentes obtengan Valor por Dinero (VPD), y la prestación de dicho servicio se realice con la más alta calidad y oportunidad. Por lo tanto, las entidades y dependencias públicas deberán promover las más eficientes y eficaces herramientas tanto del sector público como del sector privado, en la búsqueda de este logro. Cuando se opta por la alternativa de una Asociación Público Privada, se deberá asegurar que:

- ◆ Los proyectos son contratados para su ejecución y desarrollo en un ambiente competitivo entre diversos licitantes.
- ◆ Las técnicas de valoración del proyecto, incluyendo el análisis del riesgos, se apliquen rigurosamente.
- ◆ Los riesgos son asignados entre los sectores público y privado de tal modo que se maximice el Valor por Dinero esperado de los servicios prestados.
- ◆ Las comparaciones entre las opciones de financiamiento público o privado son realistas, claras, comprensibles y accesibles.

Lo anterior, toda vez que se considera que los usuarios de los servicios (ej: pacientes de un hospital o usuarios de una carretera) en realidad no se cuestionan respecto de que si el proceso de licitación fue competitivo o de la distribución de riesgos o de lo realista del financiamiento del proyecto.

La mayor parte de los riesgos involucrados en la provisión de los servicios públicos son comunes entre las alternativas de prestación pública tradicional y la de una prestación de infraestructura y servicios a largo plazo que ofrece un inversionista desarrollador a una entidad para que ésta a su vez brinde el servicio público a los usuarios. Sin embargo, la identificación, valoración y asignación de los riesgos es particularmente importante en proyectos en que las responsabilidades son divididas entre actores públicos y privados, razón por la cual la distribución de los riesgos y las consecuencias financieras que de ella se deriven, jugarán un papel clave en las relaciones contractuales de la entidad contratante y el desarrollador de la infraestructura y el servicio, y sus acreedores. Esto significa que la asignación y cuantificación de los riesgos incide en el valor de las alternativas de provisión

pública, sea ésta desarrollada a través de un esquema tradicional exclusivamente público o mediante una APP entre una entidad contratante del gobierno estatal y un desarrollador.

La evaluación del Valor por Dinero potencial no se debe realizar sobre la base de una comparación directa entre el Proyecto APP y el Proyecto Público de Referencia, el comparativo público, de modo que no debe ser considerado como un test del tipo “pasar” o “no pasar”, sino como un análisis cuantitativo basado en supuestos de evaluación razonables y en información debidamente sustentada. Esto es especialmente importante en los casos en que el costo del Proyecto APP está muy cercano al del Proyecto Público de Referencia correspondiente.

La evaluación debería también considerar todos los demás factores relevantes, como por ejemplo:

- ◆ El valor del riesgo para el sector público, que es asumido por el desarrollador. Este es el riesgo transferible²⁵, porque es aceptado por el privado como resultado del acuerdo contractual y que de no existir este acuerdo, lo tendría que asumir el sector público.
- ◆ Los beneficios para el sector público y los usuarios del servicio público de recibir el servicio antes, en comparación con el tiempo de la alternativa completamente pública, si fuera el caso.
- ◆ Cualquier diferencia en la calidad y cobertura del servicio entregado al usuario entre la alternativa pública tradicional y la de un contrato de prestación de servicios de largo plazo. Sin embargo, estas diferencias en calidad deben analizarse a la luz de las especificaciones técnicas y operativas del PPR, esto es, si se evalúa que hay una diferencia en la calidad del servicio que es fundamental para la necesidad pública a la que apunta el proyecto, se debe entonces reformular el alcance de las especificaciones técnicas del PPR en lugar de tener consideraciones cualitativas o valorativas sobre este diferencial de calidad.

Por lo tanto, normalmente se precisan ajustes o estandarizaciones al valor del PPR, para incorporar los impactos de éstos y otros factores, para así asegurar una comparación limpia entre ambas alternativas.

La cuantificación del VPD se realiza por metodologías basadas en el criterio de comparación entre los costos de la alternativa pública tradicional o Proyecto Público de Referencia y el Proyecto APP. Para ello, se debe construir un comparador o indicador, que permita medir la

²⁵Notar que se habla de una potencialidad de transferencia en lugar de una transferencia efectiva, dado que esta metodología se aplica en las etapas previas a la licitación misma.

diferencia de valores entre ambas alternativas. En el presente Manual, la estimación del indicador de VPD será por tanto, equivalente a construir un comparador. Dicho indicador cuantitativo será denominado el Comparador Público Privado y su construcción es materia del presente Manual.

4.4 Definición de la metodología

4.4.1 Formulación conceptual

La presente metodología consiste en establecer el procedimiento necesario para determinar un indicador que permita definir la conveniencia de proveer la prestación de un servicio público a través de un Contrato de Asociación Público Privada (Contrato APP) en relación a un esquema de obra pública tradicional. Este indicador es el CPP, que será definido como la comparación en valor presente de los costos teóricos de un proyecto desarrollado bajo APP y los costos de desarrollar el proyecto bajo una modalidad tradicional de contratación (Proyecto Público de Referencia). Para ello se definen las proyecciones de costos del PPR, considerando los riesgos agregados de sobrecosto, y sobreplazo por riesgo y de ingresos, las cuales se comparan con las proyecciones estimadas de los pagos a realizar por el sector público a un desarrollador privado, bajo un Contrato APP. En este sentido, y debido a que se considera desde el punto de vista técnico que ambos proyectos ofrecen el mismo nivel de servicio, el costo base de partida para ambos esquemas debe ser igual.

Sin embargo, cada proyecto está afectado por una serie de factores adicionales, como el nivel de eficiencia en cada etapa del desarrollo del proyecto, la asignación de riesgos a cada parte involucrada y su distinta cuantificación, y algunos conceptos de costo adicional en el caso de la APP, como son los costos y riesgos retenidos por el sector público.

El CPP genera un índice numérico, que permite a la autoridad pública, a través de la comparación de la alternativa pública tradicional con la alternativa APP teórica, decidir si es que la participación de la iniciativa privada aportará más valor a la prestación del servicio público en relación a la obra pública tradicional.

De lo anterior, se desprende que en el cálculo del CPP se asume que el valor obtenido corresponde a la forma más eficiente por parte del sector público de desarrollar el proyecto. Por lo tanto, el análisis comparativo terminará por reflejar el costo de la forma de realizar el proyecto que entrega mayor VPD, sea la totalmente pública tradicional o a través de un Contrato APP.

4.4.2 Las componentes del CPP

El CPP se compone de nueve elementos: cuatro relacionados al costo del Proyecto Público de Referencia y cinco relacionados al Proyecto APP.

Los elementos del Proyecto Público de Referencia son: Costo Base del Proyecto Público de Referencia, Ingresos de Terceras Fuentes, el Costo del Riesgo Retenible y el Costo del Riesgo Transferible. Cada uno de estos componentes debe poder valorizarse para determinar el costo ajustado total correspondiente al PPR que se usará como referencia:

- ◆ El Costo Base del proyecto en valor presente considerando la Tasa de descuento, para ello deberá identificar por separado los costos de la etapa de diseño, implementación, construcción, equipamiento, operación, mantenimiento durante el horizonte de evaluación y, en su caso, el costo social de la espera pública, el cual representa el costo de espera de la provisión de la infraestructura pública contra el tiempo de espera de la provisión de la infraestructura a través de un privado.
- ◆ El Riesgo Retenible corresponde al valor asociado al riesgo de actividades cuya gestión queda a cargo del sector público, calculado en valor presente.
- ◆ El Riesgo Transferible corresponde al valor asociado al riesgo de actividades cuya gestión queda a cargo del inversionista desarrollador, calculado en valor presente
- ◆ Los Ingresos de Terceras Fuentes son una deducción aplicada al Costo Base que incorpora el financiamiento público generado por cobro directo a usuarios por la provisión del servicio materia del proyecto, pudiendo ser ya existente o potencialmente aplicable en caso de que se implemente un nuevo proyecto.

Los primeros componentes del CPP, el Costo Base del PPR y los Ingresos de Terceras Fuentes, no debieran presentar mayor complejidad en su cálculo, ya que está dentro del ámbito de cualquier evaluación estándar el determinar el flujo de costos asociado a las actividades de diseño, construcción, operación, mantenimiento y conservación.

Respecto a la cuantificación de los componentes del riesgo total, estos suponen una complejidad ligeramente mayor ya que, por una parte no es posible identificar en forma completa todos los riesgos que pueden afectar al proyecto a lo largo de su horizonte y por otra, no todos estos riesgos son cuantificables (en parte, porque no para todos existe un mercado asegurador en el cual sea posible cubrirse de estos riesgos y debido a que no es

posible, ex-ante, cuantificar en forma exacta las consecuencias asociadas a estos riesgos (son denominados como riesgos no asegurables).

Cabe destacar que el Riesgo Retenible y Transferible ya fueron identificados y valorados en el Análisis de Riesgos.

Los elementos del proyecto de Asociación Público Privada son:

- ◆ El Riesgo Retenible, mismo que el correspondiente al Riesgo Retenible del Proyecto Público de Referencia.
- ◆ Costos de administración del Contrato APP.
- ◆ Aportación y/o subvención del sector público al inicio de la etapa de construcción, *si fuera el caso*
- ◆ Pago al desarrollador.

4.4.3 Formulación analítica

Como se ha expresado con anterioridad, la metodología consiste en la comparación del valor presente del costo total del Proyecto Público de Referencia o costo de provisión pública ajustado por riesgo, con el valor presente del flujo de pagos que realiza el Estado al desarrollador más el valor presente de los pagos iniciales del Estado al inicio de la etapa de construcción, los costos de administración del contrato APP y el costo de los riesgos retenibles del proyecto.

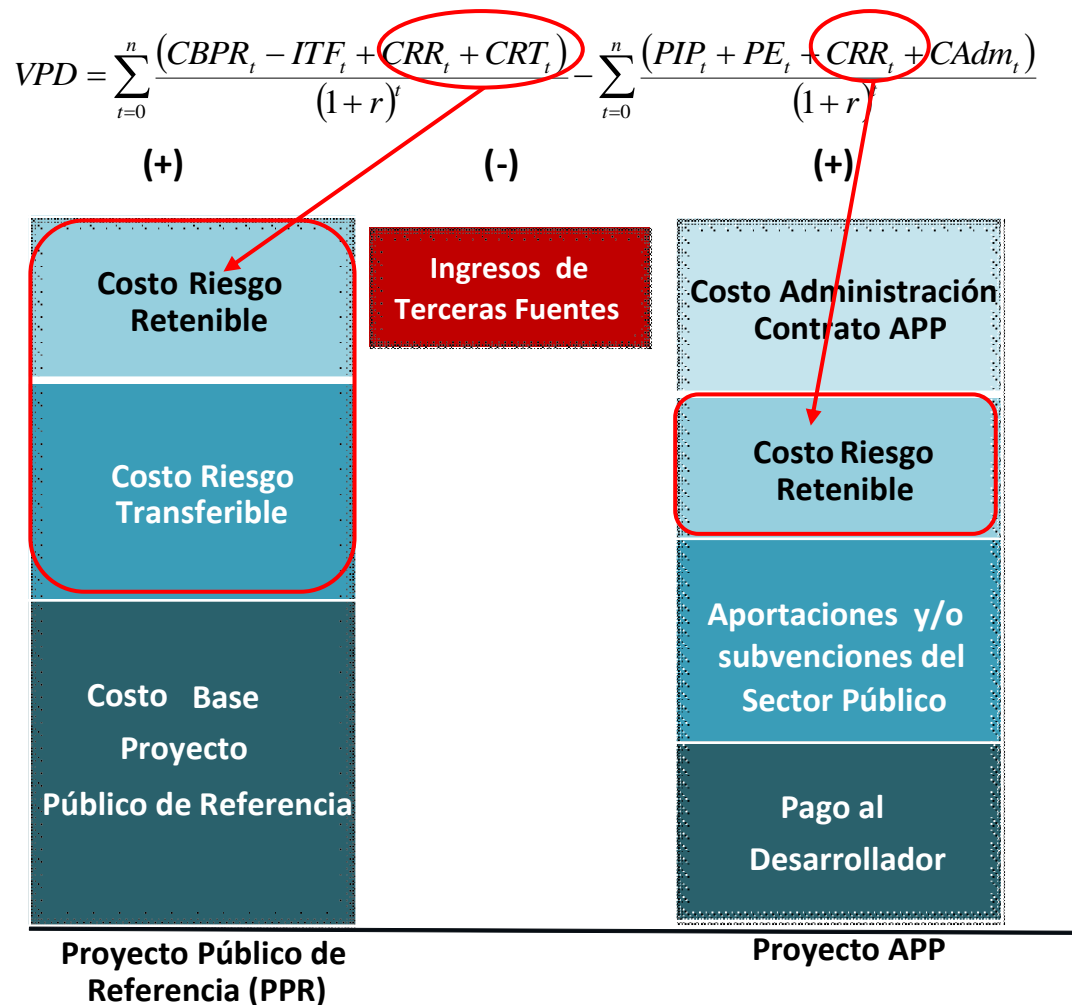
La diferencia entre estos dos valores es lo que denominaremos Valor por Dinero. El VPD será positivo cuando el costo de provisión pública ajustado por riesgo sea mayor al costo de provisión privada ajustado por riesgo y eficiencias. En este caso se asumirá que se crea valor al delegar el desarrollo del proyecto a un desarrollador privado. En el caso de un VPD negativo, el costo de provisión privada ajustado por riesgo será mayor, y en este caso se dirá que no se obtiene VPD al entregar el proyecto a un desarrollador, y por lo tanto la alternativa más conveniente para el sector público será la obra pública tradicional.

Para estimar el VPD, los costos se expresan en términos de valor presente. Deben estar basados en la experiencia reciente en el desarrollo de infraestructura y provisión de servicios

públicos por parte de la entidad o dependencia gubernamental que promueve el proyecto, incorporando las eficiencias que sean razonablemente esperables, tomando en consideración todos los riesgos que pueden presentarse en el desarrollo del proyecto.

La formulación básica para estimar el VPD es la siguiente:

Figura 1: Formulación básica del VPD



Donde:

VPD : Valor por dinero que generaría el proyecto en caso de ser desarrollado por el sector privado.

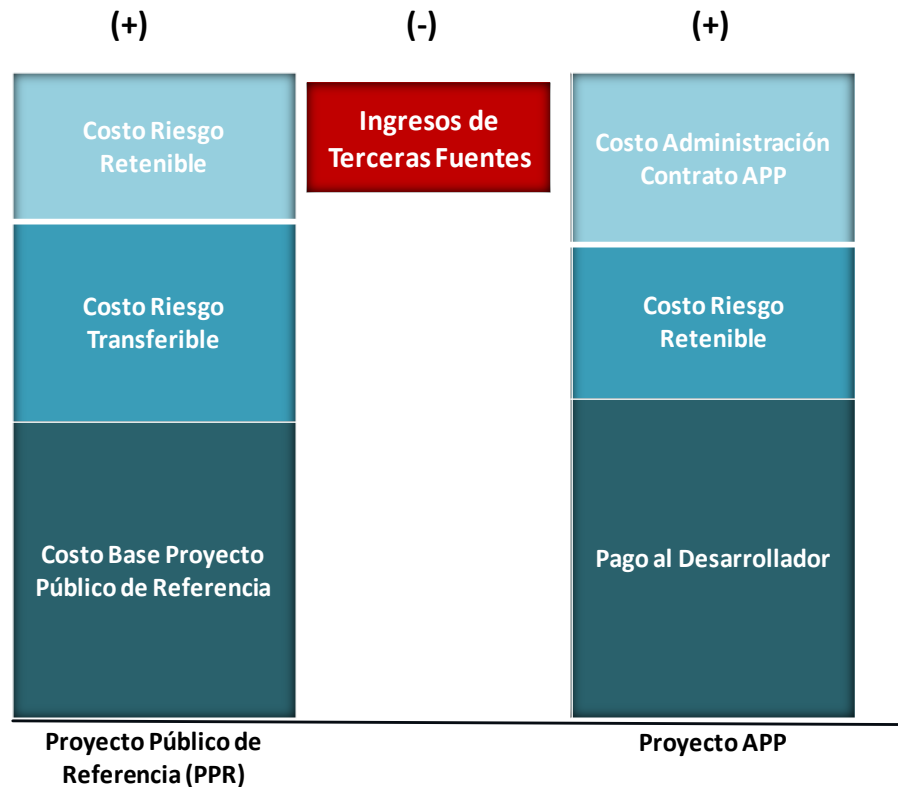
- $CBPR_t$: Estimación del costo base del PPR en el período t
- ITF_t : Ingresos de terceras fuentes generados en el período t .
- CRR_t : Costo del riesgo retenible en el período t .
- CRT_t : Costo del riesgo transferible en el período t .
- PIP_t : Pago al inversionista desarrollador en el período t .
- PE_t : Aportaciones y/o subvenciones del sector público al inicio de la etapa de construcción en el periodo t .
- CRR_t : Costo del riesgo retenido en el período t .
- $CAdm_t$: Costo de administración del Contrato APP, en el período t .
- r : Tasa de descuento libre de riesgo.
- n : Número de años del horizonte de evaluación.
- t : Año del contrato, siendo el año 0 el de inicio de la etapa de construcción.

La tasa de descuento del Comparador (r), la cual representa el costo de oportunidad de utilizar recursos públicos en el proyecto, dependerá de la clasificación de riesgo establecida para México. Se deberá tomar como referencia para lo anterior, la tasa libre de riesgo en moneda local. Esta referencia son los UDIBONOS. Estos Bonos son emitidos por el Gobierno Federal a través del Banco de México, están denominados en Unidades de Inversión (UDIS), y ofrecen un rendimiento que protege contra la inflación, pagando este, en términos reales semestralmente. Se deberá usar la tasa de rendimiento del UDIBONO de plazo inmediato posterior a la última fecha del horizonte de valuación del proyecto.

Atendiendo a un riesgo particular del proyecto y en caso de que por ello exista un incremento en la tasa libre de riesgo, deberá justificarse el uso de una sobretasa al momento de determinar la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema APP.

En el caso que el desarrollo del proyecto no contemple aportaciones y/o subvenciones por parte del sector público al inicio de la etapa de construcción (PE), el CPP puede ser representado en términos generales como:

Figura 2: Formulación básica del VPD sin considerar pago al inicio de la etapa de construcción



En la figura se muestra que existe un componente de riesgo que es retenido por el sector público, y que corresponde a los riesgos que este agente puede manejar en mejores condiciones que cualquier otro, como pueden ser los riesgos políticos, permisos expropiatorios, algunos riesgos administrativos y de fuerza mayor, entre otros, y otro componente del riesgo transferido asociado a actividades cuya gestión podría ser asumida por el desarrollador en un esquema APP. Posteriormente en el caso del PPR se determina el nivel de egresos fiscales provenientes de recursos presupuestales o de deuda pública asociados al proyecto en todas las etapas de desarrollo asumiendo un nivel razonable de eficiencia (Costo Base). Este costo se compara con el flujo de egresos fiscales asociados al desarrollo APP (flujo de pagos al desarrollador).

En el caso de la obra pública tradicional, los costos de diseño, construcción, operación, mantenimiento y conservación de la infraestructura son financiados por la entidad o dependencia gubernamental con recursos presupuestarios, suponiendo el cumplimiento de estándares de servicio y suficiencia presupuestaria con un nivel razonable de eficiencia, y los riesgos de sobrecostos, de retrasos y de ingresos por terceras fuentes son asumidos por el

Estado. En el caso de la APP, generalmente los costos de diseño, construcción y demanda pueden ser financiados por el desarrollador a través de una combinación de recursos de deuda y capital, así como los costos de operación, mantenimiento y conservación, asumiendo de manera equilibrada riesgos de sobrecostos y de retrasos en el desarrollo de la infraestructura y provisión del servicio. El sector público realiza pagos periódicos una vez que la infraestructura entra en operación en función de la calidad y disponibilidad de los servicios efectivamente prestados siempre que cumpla con los requerimientos y estándares de desempeño establecidos en el Contrato APP. Para efectos de cálculo del VPD, al flujo de pagos periódicos que el sector público realiza al inversionista desarrollador a lo largo de la vida del contrato, se le añaden los costos adicionales que están conformados por la suma de costo y riesgos retenidos por la entidad contratante.

Finalmente, y aunque el costo de financiamiento del desarrollador puede resultar mayor que el costo de financiamiento del sector público, el ajuste por riesgos transferibles al sector privado y las eficiencias en costos que éste puede desarrollar, pueden significar un ahorro de costos respecto del esquema de desarrollo tradicional, lo que determina finalmente la conveniencia del desarrollo de la infraestructura y provisión del servicio vía APP.

Lo anterior en cuanto al costo directo y observable. También por otro lado se deben tener en cuenta las variables de política pública, porque puede ser óptimo bajo otros criterios que se mantengan ciertas variables bajo el control del sector público (o del privado), y está suboptimización, de existir, simplemente debe ser asumida por el indicador, esto es, todos los escenarios deben contemplar que el riesgo es retenido (o transferido, según sea el caso). Un ejemplo para el caso de transferencia puede ser aquel en que el sector público quiere promover el desarrollo de una industria en particular debido a las externalidades positivas que produce, y en ese caso a pesar de que numéricamente y bajo los particulares supuestos que se asuman sea menos costoso retener los riesgos asociados al desarrollo de actividades de dicha industria en el sector público, éste decidió sistemáticamente transferirlos para que se desarrolle y profundice su provisión por parte del mercado de agentes privados.

Las eficiencias se pueden deber a diversos factores entre los que destacan los siguientes:

- ◆ El desarrollador dispone en forma suficiente y expedita de recursos técnicos, humanos y financieros para realizar las actividades de diseño, financiamiento, equipamiento, operación, mantenimiento y conservación del servicio, sin estar sujeto a la disponibilidad de recursos presupuestales, a las asignaciones anuales, a los calendarios para el ejercicio del presupuesto y al tiempo que tardan en generarse y cobrarse las estimaciones de obra.

- ◆ El desarrollador busca terminar las obras con mayor rapidez para proporcionar el servicio contratado lo antes posible y recibir el pago del servicio. Asimismo, puede tener los incentivos de trabajar con un alto nivel de calidad en la etapa de construcción de la infraestructura pública para no tener que incrementar sus gastos de mantenimiento mayores ni periódicos.
- ◆ El desarrollador tiene el incentivo de aplicar los créditos y el capital de riesgo lo más eficientemente posible para maximizar sus rendimientos.

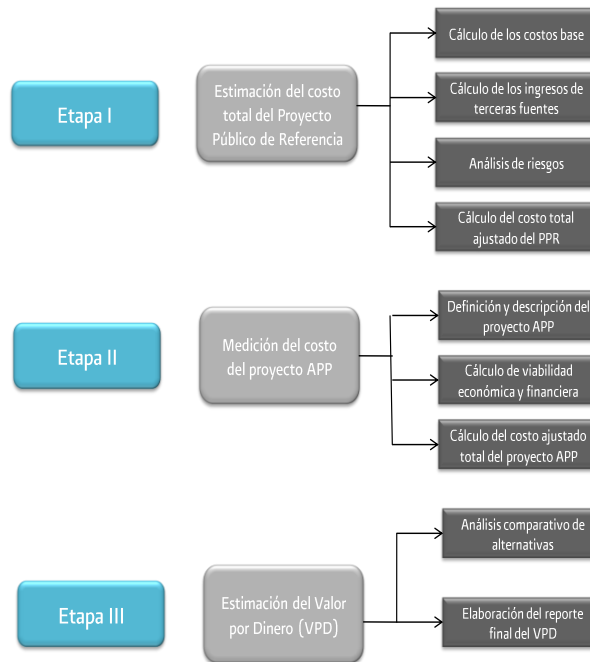
Las empresas constructoras reducen costos de administración, movimiento de maquinaria y preparación de licitaciones anuales al tener un contrato multianual que les permite generar programas de construcción y mantenimiento más eficientes y depreciar su maquinaria en periodos mayores, lo que conlleva a menores costos. En efecto, desde el punto de vista de una empresa constructora encargada de la construcción y mantenimiento de la obra, que generalmente es un accionista del desarrollador o un importante subcontratista, tiene mayores incentivos de generar economías de escala en los precios cobrados, al obtener de una sola vez un contrato de largo plazo, por ejemplo a 20 años, que 10 contratos licitados cada dos años, sin la certeza de saber que le serán todos adjudicados. Este importante efecto se traduce en que el valor presente de los pagos periódicos de un contrato APP puede ser menor al valor presente del costo de una obra pública tradicional.

4.5 Procedimiento de aplicación del CPP y etapas de la metodología

4.5.1 Etapas generales de la metodología CPP

Las etapas generales de la metodología son tres:

Figura 3
Etapas de la metodología



4.5.1.1 Etapa I: Estimación del costo total del Proyecto Público de Referencia

- ◆ Cálculo del Costo Base
- ◆ Cálculo de los Ingresos de Terceras Fuentes del proyecto
- ◆ Análisis de riesgos
- ◆ Cálculo del costo total ajustado del PPR

4.5.1.2 Etapa II: Medición del costo del proyecto APP

- ◇ Definición y descripción del proyecto APP
- ◇ Cálculo de viabilidad económica y financiera
- ◇ Cálculo del costo ajustado total del proyecto APP

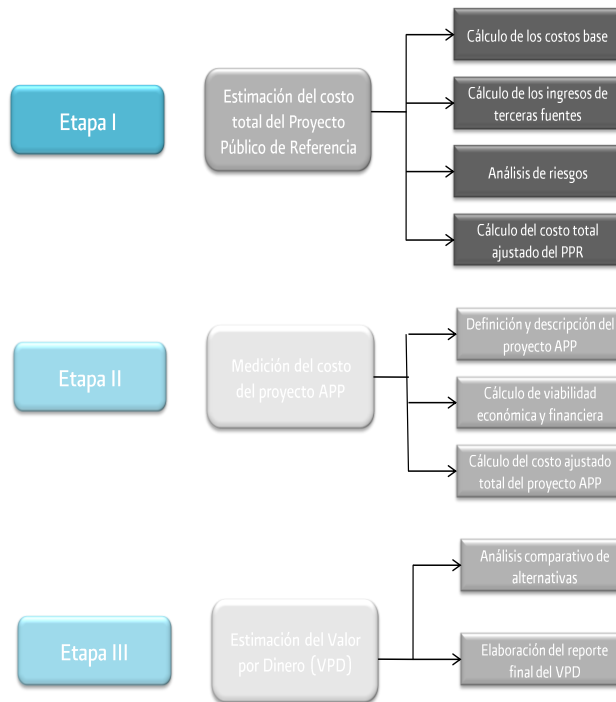
4.5.1.3 Etapa III: Estimación del Valor por Dinero (VPD)

- ◇ Análisis comparativo de alternativas
- ◇ Elaboración del reporte final del Valor por Dinero

4.6 Descripción metodológica

4.6.1 Etapa I: Estimación del costo total del Proyecto Público de Referencia

Figura 4
Etapa I – Estimación del costo total del PPR



4.6.1.1 Subetapa I.1: Cálculo del costo base

El CPP es calculado sobre la base del valor presente neto de los costos esperados para el sector público articulados en el PPR, durante el horizonte de vida de este proyecto. El PPR debe entonces ser descrito en sus especificaciones técnicas de diseño, construcción, operación, mantenimiento y conservación y de los costos asociados con ellas. En consecuencia, el PPR debe ser definido con la mayor precisión posible y ser consistente con los análisis de la situación con proyecto establecido en los análisis de rentabilidad socio-económica.

Típicamente, el costo base cubre la inversión inicial, los costos de operación, mantenimiento y conservación y las ampliaciones de capital. En adición, los costos indirectos se asocian con la entrega de la infraestructura y sus servicios, e incluyen la supervisión administrativa, los costos hundidos, los costos de transferencia de riesgos y los ingresos de terceras fuentes. Los costos deben ser expresados en moneda de tipo constante.

Adicionalmente, a los costos directos e indirectos año por año, se presentará el costo total esperado del proyecto durante su horizonte de vida, configurando un flujo de caja expresado en moneda constante y que es debidamente descontado por una tasa apropiada para obtener el valor presente neto del costo del ciclo de vida del PPR.

Los costos del proyecto deben consignarse en un anexo y quedar documentados según los supuestos que se realicen, con el fin de que puedan identificarse los parámetros de las estimaciones, encontrar rápidamente cómo las cantidades particulares eran calculadas y cómo éstas pueden ser modificadas o haber cambiado después. En las etapas tempranas del proceso APP, el análisis del CPP consignará estándares para ítems como los costos de construcción, operación, mantenimiento, y conservación entre otros, referidos a precios y cantidades. En las etapas posteriores, se tendrá información de mejor calidad proveniente de los estudios de ingeniería, demanda, impacto ambiental, entre otros, los cuales generan estimaciones de costos que son más cercanas a lo real y que en ese momento, deberán también incluirse como parte de los datos de soporte al análisis del CPP.

Componentes del costo de inversión inicial²⁶

Esta actividad consiste en que se prepare, con base en la especificación de las acciones a realizar, un programa detallado de acciones físicas que incluye plazos y costos tentativos, como insumo del análisis, así como para fundamentar el análisis que se presentará para solicitar la autorización de la instancia correspondiente. Este programa también será fundamental como referencia para evaluar las ofertas que presentan los licitantes.

De manera típica, estos costos incluyen los costos de diseño, costos de implementación, costos de construcción y costos de equipamiento.

²⁶ En el presente manual la palabra costo o gasto será usada como sinónimo y de manera indistinta. Se referirá a costos o gasto de inversión inicial, a costo o gasto de administración, operación, mantenimiento periódico y/o rutinario. Asimismo la inversión inicial también se podrá denominar gasto de capital inicial.

- ◆ **Costos de diseño.** En esta parte se precisan los costos propios del estudio de ingeniería del proyecto, del estudio de demanda y del estudio económico-financiero.
- ◆ **Costos de implementación.** Incluyen los costos de posibles compras de terrenos o pago de derechos de expropiación, los posibles gastos por demoliciones y adaptaciones del terreno, la tramitación de permisos y licencias para desarrollar el proyecto, y los costos de transacción, incluidos aquí los gastos en consultores.
- ◆ **Costos de construcción.** Aquí se detallan los costos de construcción de la infraestructura misma.
- ◆ **Costos de equipamiento.** En esta sección se detallan los costos de equipos necesarios para el funcionamiento en la infraestructura.

Adicionalmente, se podrá incluir en el costo base del proyecto el costo del financiamiento público.

Las estimaciones del costo deben reflejar los costos completos del recurso para el proyecto. En particular, ya deben incluir el costo de oportunidad de cualquier recurso poseído por la entidad contratante y que será utilizado en el proyecto. Si el recurso pudiera venderse o podría usarse para otro fin, entonces el uso de ese recurso en el proyecto tiene un costo de oportunidad, que deberá ser incluido.

No debe olvidarse detallar todos los supuestos y fuentes de información, en particular, los relacionados al cálculo de costos y al cronograma de gastos.

Los supuestos sobre el inicio, la ejecución o el progreso de avances en el trabajo de la construcción deben reflejar lo que podría ser realista esperar en el sector público. Las técnicas de construcción asumidas en la estimación de los costos de inversión deben reflejar la reciente práctica real en el sector público, conforme a la ejecutoria de los planes existentes, sean de índole federal, estatal o municipal. Los costos no deben ir ajustándose en la estimación en el transcurso del proceso de competencia para imitar los costos de los inversionistas interesados. Es importante tener en consideración que esta situación es flexible porque puede evolucionar con el tiempo y las entidades públicas que vayan generando experiencia en provisiones de similar naturaleza, no tienen porqué asumir los supuestos de anteriores evaluaciones del tipo CPP. Puede ser que los supuestos tengan que ser enmendados para reflejar los cambios en las prácticas de la provisión convencional.

Cuando hay razones fundadas para suponer que la provisión pública de la infraestructura y sus servicios tomará un tiempo superior al plazo que normalmente tomaría la provisión privada, especialmente debido a razones presupuestales, es recomendable realizar el ajuste que se explica a continuación, que se relaciona con el costo social de la espera pública:

- ◆ Se determina el beneficio anual uniforme equivalente de la evaluación social, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$BAUE_{social} = VAN_{social} \times \frac{r_A \cdot (1 + r_A)^P}{(1 + r_A)^P - 1}$$

Donde VAN_{social} es el valor actual neto de los flujos de la evaluación social, r_A es la tasa descuento en términos anuales, y P es el plazo de la evaluación social en años.

- ◆ Posteriormente se mensualiza la tasa descuento de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$r_m = (1 + r_A)^{1/12} - 1$$

Donde r_m es la tasa descuento en términos mensuales.

- ◆ En tercer lugar se calcula el valor actual de costos del retraso en la implementación del proyecto de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VAC_{espera} = \frac{BAUE_{social}}{12} \times \frac{(1 + r_m)^m - 1}{r_m \cdot (1 + r_m)^m}$$

Donde m es el número de meses de retraso esperable en la provisión pública de la infraestructura.

- ◆ Finalmente la cifra anterior es agregada al valor actual de costos del Proyecto Público de Referencia.

Los supuestos relacionados a costo o sobre tiempo deben reflejar, por lo general, la reciente experiencia de procuración convencional. Sin embargo, debe aplicarse el criterio para evaluar la relevancia de esa experiencia. Por ejemplo, el tamaño y complejidad de un proyecto tienen un impacto directo en el riesgo de retraso en su materialización al no contar con recursos públicos en los presupuestos subsiguientes. También las condiciones macroeconómicas del país, y la situación de las finanzas públicas es un elemento a tener presente en la utilización numérica del valor actual del costo de la espera pública.

Ejemplo de aplicación para el cálculo del costo de la espera pública en el análisis del comparador

Se estima para un determinado proyecto, que por disponibilidad presupuestaria y tamaño de la inversión, tendría una espera de 36 meses en contar con los fondos públicos y en consecuencia iniciar su construcción. Esta situación determina el ajuste del valor presente de la inversión por el costo de la espera (retraso) pública, de tal forma de hacer posible la comparación, en el entendido que el proyecto, por ejemplo un APP puro inicia su implementación sin mayor desfase, debido a que el contrato establece una serie de pagos que se difieren en el tiempo, y es el desarrollador el que financia la inversión inicial que da inicio a la construcción.

Además, se cuenta con información respecto de la evaluación social del proyecto, donde el VAN social estimado alcanza a los 200 millones de pesos, el plazo de evaluación es de 22 años, y la tasa social de descuento con que se calculó dicho VAN corresponde a un 12%. Con los datos anteriores, es posible calcular el BAUE:

$$BAUE_{social} = VAN_{social} \times \frac{r_A \cdot (1 + r_A)^P}{(1 + r_A)^P - 1}$$

$$BAUE_{social} = MXN 200.000.000 \times \frac{0,12 \times (1 + 0,12)^{22}}{(1 + 0,12)^{22} - 1} = MXN 26.162.102$$

Por su parte, la tasa social de descuento se determina de acuerdo a la siguiente expresión:

$$r_m = (1 + r_A)^{1/12} - 1$$

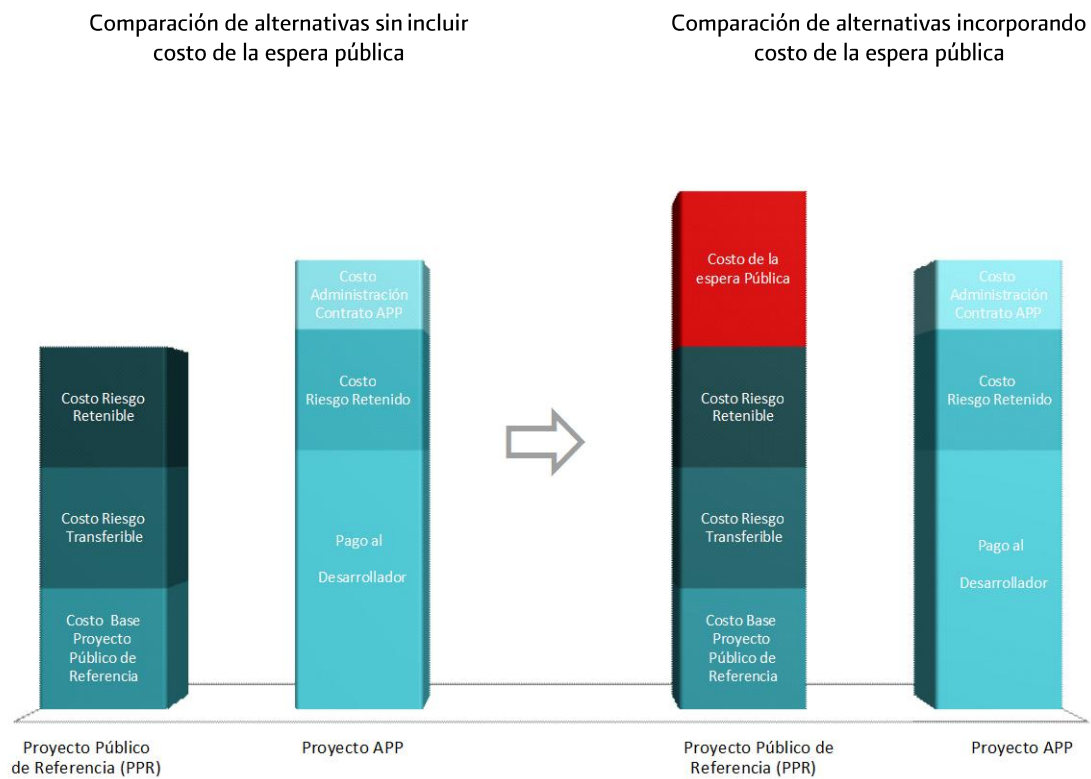
$$r_m = (1 + 0,12)^{1/12} - 1 = 0,0095 = 0,95\%$$

Finalmente, el valor actual de los costos del retraso es el siguiente:

$$VAC_{espera} = \frac{BAUE_{social}}{12} \times \frac{(1 + r_m)^m - 1}{r_m \cdot (1 + r_m)^m}$$

$$VAC_{espera} = \frac{26.162.102}{12} \times \frac{(1 + 0,0095)^{36} - 1}{0,0095 \cdot (1 + 0,0095)^{36}} = MXN 66.222.284$$

Figura 7: Comparación de alternativas y el costo de la espera pública



Si no se incluye el costo de la espera pública, se observa que la alternativa APP tiene un mayor costo que la alternativa de obra pública tradicional. La columna de la derecha (Proyecto APP) es mayor a la columna de la izquierda (PPR), por lo tanto no se genera VPD y es más conveniente para el sector público desarrollar el proyecto mediante el mecanismo de contratación tradicional. En el gráfico de la derecha, se muestra el caso cuando se incluye el costo de la espera pública (columna en rojo), y se observa que ahora la alternativa del Proyecto APP es menos costosa que la alternativa de obra pública tradicional obteniéndose VPD ajustado por el costo que genera el efecto de la espera de recursos presupuestales.

Costos de explotación

Los costos de explotación son los costos incurridos durante la operación y el mantenimiento con el fin de habilitar el servicio durante el horizonte del proyecto. Su naturaleza varía de acuerdo a cada proyecto. Las estimaciones de estos costos están basadas en la experiencia del evaluador en el sector en que se desarrolla el proyecto específico.

Pueden subdividirse costos de operación y costos de mantenimiento.

◆ Costos de mantenimiento

Corresponden a los costos periódicos necesarios para mantener el PPR operando en su especificación original. Generalmente se divide en un mantenimiento rutinario expresado como un ingreso anual equivalente a un porcentaje fijo de la inversión, y un mantenimiento mayor (o de conservación) que puede ser necesario tras cierto número de años.

◆ Costos de administración y operación

Corresponden a aquellos costos necesarios para operar la infraestructura y proveer el servicio público. Deben incluir el personal, los insumos necesarios, y todos aquellos egresos en que incurra la entidad pública mientras se encuentra prestando servicio.

Inflación

Como la provisión de un servicio involucra implícita o explícitamente un contrato a largo plazo, el efecto de inflación en los costos de explotación durante el horizonte contractual puede ser significativo. Sin embargo, para el análisis del CPP, todos los costos deben expresarse en los precios del año base de la comparación, lo que significa que deben

excluirse efectos de inflación futura esperada. La excepción sólo debe hacerse para los cambios esperados en precios reales o en precios relativos, donde se espera que el precio de un factor productivo particular suba más rápidamente que el nivel del precio medio. Sin embargo, las previsiones de cambios en los precios relativos deben estar basadas en fuentes fiables amparadas en una historia de registros cuidadosos. Si no existen registros confiables que permitan hacer previsiones robustas, es conveniente asumir precios relativos constantes y efectuar análisis de sensibilidad para comprender los cambios en el precio de los factores más importantes. En conclusión, los beneficios y costos se expresarán a precios de un solo año, preferentemente el del ejercicio fiscal en curso, o el precio que se prevea en las disposiciones aplicables.

4.6.1.2 Subetapa 1.2: Cálculo de los ingresos de terceras fuentes del proyecto

Ingresos existentes por cobro directo

Corresponde a los ingresos fiscales que se encuentran siendo percibidos por el Estado al momento de realizar el análisis y que se espera serán entregados al desarrollador una vez tomada la decisión de desarrollar el proyecto por la vía privada.

El ejemplo típico de este tipo de ingreso es la tarifa de peaje público existente en una carretera que será entregada a privados a través de un contrato de largo plazo, y que la administración pública dejará de percibir y entregará al desarrollador.

Ingresos potenciales

Corresponden a ingresos que el Estado potencialmente podría cobrar por la prestación del servicio público, pero que no se encuentran siendo percibidos al momento de realizar el análisis, y que sin embargo se espera que el derecho potencial de cobro sea transferido al desarrollador en el caso de tomar la decisión de desarrollo privado del proyecto.

Si la tarifa que cobrará el desarrollador por la provisión del servicio público será fijada y regulada por la entidad o dependencia gubernamental, y no es una variable de licitación cuyo valor final será producto del proceso competitivo de licitación, entonces para efectos del comparador se debe utilizar directamente el valor fijo que la autoridad pública está definiendo.

Si la tarifa que cobrará el desarrollador es una variable de licitación, entonces para efectos del comparador, su valor debe estar determinado en base al modelo económico-financiero que simule la decisión de oferta del potencial inversionista desarrollador tal como se explica en una sección posterior de este Manual.

4.6.1.3 Subetapa I.3: Análisis de riesgos

Identificación, descripción y cuantificación de riesgos

Tal como se expresara con anterioridad, un riesgo para el proyecto es la existencia de una variable cuya ejecución se encuentra en el futuro, su valor está sujeto a incertidumbre, y su realización tiene un efecto sobre el proyecto que puede ser positivo o negativo. En esta sección se deben identificar todas aquellas variables que cumplan con estas tres condiciones.

En la medida en que más detallada sea la identificación de los riesgos asociados a la provisión de la infraestructura o servicio público, más certero será el comparador en su rol de discriminar la mejor opción para desarrollar el proyecto. La metodología de identificación, descripción, cuantificación, y asignación de riesgos se encuentra en el Apartado de Análisis de Riesgos del presente manual.

Matriz de riesgos

La matriz de riesgos es una presentación ordenada de los mismos, donde además se expone una descripción de cada uno, su cuantificación, y la asignación que el diseño del modelo de negocio base del proyecto pretende realizar ya sea al sector público o el desarrollador. Es importante notar que las estrategias de mitigación que son susceptibles de implementar por cada riesgo son en general independientes de la asignación del riesgo a uno u otro agente.

Cabe destacar que los Riesgos ya fueron identificados y valorados en el Análisis de Riesgos.

4.6.1.4 Subetapa I.4: Cálculo de los costos ajustados del PPR

En esta subetapa se procede a calcular el costo de provisión pública de la infraestructura o servicio público.

Costo base ajustado

Corresponde a la suma del valor presente de las componentes de costo que tendría el proyecto si es desarrollado por el sector público.

$$CBRP = INV + CE$$

Donde $CBRP$ es el valor presente del costo base del Proyecto Público de Referencia.

La primera componente de la derecha corresponde a la inversión, que se obtiene del costeo tradicional que las instituciones públicas hacen sobre su proyecto de inversión, y se expresa en valor presente.

$$INV = \sum_{t=0}^n \frac{INV_t}{(1+r)^t}$$

La segunda componente de la derecha corresponde al valor presente de los costos de explotación (CE), que a su vez se dividen en costos de operación (CO) y costos de mantenimiento ($CMan$).

$$CE = \sum_{t=0}^n \frac{CO_t + CMan_t}{(1+r)^t}$$

Costo del riesgo retenible

En primer lugar es necesario, a partir de la matriz de riesgos, identificar la totalidad de riesgos para el diseño del modelo de negocio base que se plantea entregar a un desarrollador o comparar con su alternativa de provisión pública para asignarlos al sector público.

En segundo lugar es necesario identificar cuáles de los riesgos seleccionados en el paso anterior son relevantes para el proyecto. El grado de relevancia puede estar configurado por criterios de magnitud, sensibilidad, entre otros. Los criterios de asignación se encuentran en el Apartado de Análisis de Riesgos del presente manual.

Como el costo del riesgo retenible es un valor que se agrega tanto a la alternativa de provisión pública como a la alternativa de provisión privada de infraestructura o servicio público, la precisión de los cálculos y la asertividad en la selección de los principales riesgos no es tan crítica como en el caso del cálculo del costo asociado al riesgo transferible.

Finalmente, se procede al cálculo del costo de cada uno de los riesgos retenidos relevantes de acuerdo a la metodología para la cuantificación de los riesgos establecida en el Apartado de Análisis de Riesgos.

Costo del riesgo transferible

En primer lugar es necesario, a partir de la matriz de riesgos, identificar la totalidad de riesgos para el diseño del modelo de negocio base que se plantea entregar a un desarrollador o comparar con su alternativa de provisión pública para asignarlos al sector público.

En segundo lugar es necesario identificar cuáles de los riesgos seleccionados en el paso anterior son relevantes para el proyecto en cuestión. El grado de relevancia puede estar configurado por criterios de magnitud, sensibilidad, entre otros. Los criterios de asignación se encuentran en el Apartado de Análisis de Riesgos.

Como el costo del riesgo transferible es un valor que se agrega sólo a la alternativa de provisión pública, la precisión de los cálculos y la asertividad en la selección de los principales riesgos en este caso sí es crítica.

Finalmente, se procede al cálculo del costo de cada uno de los riesgos retenidos relevantes de acuerdo a la metodología para la cuantificación de los riesgos establecida en el Apartado de Análisis de Riesgos.

Ingresos de terceras fuentes

En esta etapa se deben proyectar los ingresos que el sector público se encuentra actualmente percibiendo y dejará de percibir. Este derecho de cobro es transferido al

desarrollador en el caso de decidirse el desarrollo del proyecto por la vía privada, como asimismo los ingresos que el desarrollador cobraría a los usuarios de la infraestructura o a terceros, y que el sector público actualmente no se encuentra percibiendo.

Generalmente tanto los ingresos existentes como potenciales, provienen de la aplicación de una tarifa por servicio prestado, lo que significa que el problema de proyección se divide en dos partes: proyectar la tarifa, y proyectar el número de servicios por unidad de tiempo, esto es, el volumen o la cantidad sobre la cual se aplicará la tarifa. Dado que el comparador se desarrolla en moneda constante, la tarifa será una constante siempre y cuando no se permitan incrementos reales en el nivel tarifario como resultado de incrementos en inversión u otras consideraciones.

Una aproximación típica al problema de proyectar la cantidad de servicios, consiste en realizar un análisis econométrico donde se muestre la relación entre la cantidad de servicios y el nivel de actividad (PIB) del país. Luego en base a proyecciones plausibles de crecimiento económico, y a la relación econométrica determinada, se estima el nivel de crecimiento que tendrá en el futuro la variable cantidad de servicios.

Una vez proyectados estos ingresos se determina su valor presente:

$$ITF = \sum_{t=0}^n \frac{ITFE_t + ITFP_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

$ITFE_t$: Ingresos de terceras fuentes existentes en el período t

$ITFP_t$: Ingresos de terceras fuentes potenciales en el período t

r : Tasa de descuento libre de riesgo

n : Número de períodos de evaluación

Para la cuantificación del costo del riesgo se debe considerar que el valor de los ingresos de terceras fuentes del proyecto para un periodo T , puede ser representado como una secuencia de los ingresos iniciales (ITF_0) y la tasa de crecimiento ρ_0 , de la siguiente manera:

$$ITF(T) = ITF_0 \times \sum_{i=1}^T (1 + \rho_0)^i \quad (1)$$

Adicionalmente, se asumirá que la tasa de crecimiento (ρ) del PIB se distribuye normalmente con parámetros μ y σ , y se describe por $\rho \sim N(\mu, \sigma)$. Considerando lo anterior, es posible utilizar simulación de Monte Carlo, a través de la generación de números aleatorios entre 0 y 1 que representan la probabilidad que la tasa de crecimiento del PIB tome cierto valor. Una metodología precisa para la cuantificación de los riesgos de ingreso se encuentra en el Apartado de Análisis de Riesgos.

Costo total ajustado del PPR

Una vez completados los pasos anteriores, se determina el costo ajustado total del Proyecto Público de Referencia como la suma del costo base, costo del riesgo retenible, costo del riesgo transferible, menos los ingresos de terceras fuentes:

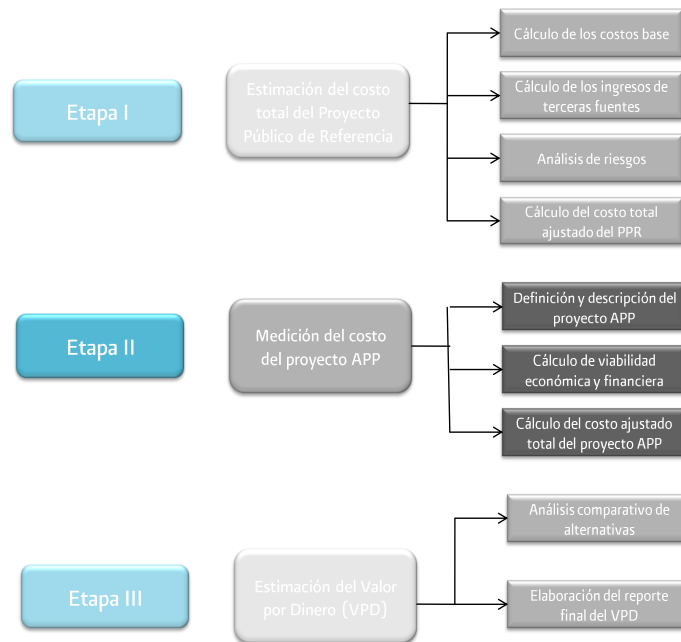
$$CTPR = CBPR + CRT + CRR - ITF$$

Donde:

- CBPR* : Valor presente del costo base del PPR
- CRT* : Valor presente del costo de riesgo transferible
- CRR* : Valor presente del costo de riesgo retenible
- ITF* : Valor presente de los ingresos provenientes de terceras fuentes

4.6.2 Etapa II: Medición del costo del proyecto de Asociación Público Privada

Figura 8
Etapa II – Medición del costo del Proyecto APP



4.6.2.1 Subetapa II.1 Definición y descripción del Proyecto APP

En esta subetapa se presentan y valorizan los elementos del costo asociado a la alternativa de provisión privada de la infraestructura o servicio público.

Estructura del modelo o plan de negocio

El primer paso es definir con precisión cuál es el tamaño de las inversiones en infraestructura y el alcance o frontera de la provisión del servicio por parte del sector privado. Esto es lo que se denomina el diseño o modelo del plan de negocio, y que consiste en la definición de las siguientes principales variables:

- ◆ Determinación del plazo del contrato.

- ◆ Definición del mecanismo de pago
 - Pago por uso o tarifa sombra
 - Pago por disponibilidad
- ◆ Ingresos por cobro a usuarios si fuera el caso.
- ◆ Determinación de los gastos operacionales para cada servicio.
- ◆ Determinación de los gastos operacionales y administrativos de la sociedad desarrolladora.
- ◆ Potencialidad de percibir ingresos adicionales identificando con precisión su tipología y el tipo de regulación que tendrán. Por ejemplo, una cafetería en un hospital.
- ◆ Estimación del valor de la tarifa al usuario si fuera el caso, los distintos tipos de usuarios y el mecanismo de reajuste de la tarifa en el tiempo.
- ◆ Mecanismo de revisión y de reajustes por los pagos de los servicios contratados al desarrollador.
- ◆ Demanda (número de usuarios o prestaciones del servicio).
- ◆ Nivel del aporte público de la entidad o dependencia gubernamental en caso de financiamiento requerido a fondo perdido para la etapa de construcción.
- ◆ Tasas de descuento para el capital del desarrollador.
- ◆ Tasa de interés para la deuda, aportes de capital y deuda, y tabla de desarrollo de la misma.
- ◆ Valor residual de la inversión si fuera el caso.
- ◆ **Plazo del contrato**

Corresponde simplemente a la definición del plazo a través del cual el servicio público será integrado a la explotación del desarrollador. No es materia de esta metodología determinar cuál es la mejor extensión temporal del contrato APP. Para los efectos del

presente Manual el plazo es una definición previa que se utiliza en los distintos cálculos.

◆ Mecanismo de pago

Consiste en la descripción de todo el detalle de la mecánica de pago que se utilizará para remunerar al desarrollador. Se deberán incluir los conceptos que incidirán en la determinación de los montos a pagar, los modelos de pago que se aplicarán a cada uno de ellos, la periodicidad con la que se utilizarán y los procedimientos e instrumentos que se utilizarán para medir las variables que incidan en la magnitud de los pagos. Al concluir esta actividad se dispondrá de una descripción detallada de los mecanismos de pago y de la forma de operarlos, lo cual deberá ser entregado al equipo legal para su incorporación a los documentos de licitación.

◆ Ingreso por cobro a usuarios

Corresponde a los ingresos que el desarrollador cobrará a los usuarios, ya sea que este cobro sea preexistente, o se genere a partir del contrato. Estos ingresos no son contabilizados en el costo de la alternativa de provisión privada, sino que son utilizados en el cálculo del aporte público requerido de manera indirecta a través del resultado del pago periódico a realizar.

◆ Ingresos por tarifa sombra o uso

Corresponde a aquellos ingresos que son contingentes a la cantidad de servicios prestados, pero cuyas tarifas son pagadas por el sector público en lugar de los usuarios de esas prestaciones. Son parte del aporte estatal y no se reportan en forma separada. El caso más común son los peajes de cuota en las carreteras, que en Proyectos APP combinados son complementados con peajes sombra pagado directamente por el usuario al desarrollador.

◆ Demanda (número de usuarios o prestaciones del servicio)

Corresponde a la proyección del número de servicios por unidad de tiempo que serán prestados por el desarrollador en la infraestructura sujeta a contrato. No corresponden a un ítem de costo a ser reportado en el comparador, sino a una de las variables utilizadas en el modelo económico-financiero del desarrollador, a partir del cual se determina el nivel de financiamiento esperable.

◆ Nivel del aporte público

Corresponde a la suma de las fuentes de pago de sector público que contempla el diseño del negocio base para el desarrollador. Se compone de los compromisos firmes (pagos directos no sometidos al cumplimiento de condiciones) los compromisos contingentes (pagos directos sometidos al cumplimiento de condiciones), las tarifas sombra (pagos contingentes exclusivamente a la cantidad de servicios prestados), y finalmente el valor residual (de acuerdo a los casos indicados en el numeral siguiente). Las componentes que están fijas en el diseño del negocio, son contabilizadas simplemente como el valor actual de costos asociado al pago fijo. Las componentes que son parte del mecanismo de licitación, deben ser calculadas a partir del modelo económico-financiero que simula la valuación del negocio que hace el desarrollador.

◆ Valor residual

Si el diseño del modelo de negocio base contempla que los activos tienen un valor residual al final del período del Contrato APP, este valor debe ser contabilizado dependiendo del agente al que beneficia. Si el valor se expresa como un precio que debe pagar la entidad o dependencia gubernamental para quedarse con los activos del contrato ejecutado por el desarrollador, entonces debe reportarse como parte del aporte público a que se refiere el numeral anterior. Si por el contrario, el valor residual se refiere al valor que tienen los activos para el desarrollador al final del período del Contrato APP, dado que puede venderlos a terceros, debe incorporarse al modelo económico-financiero como una fuente de ingreso más, y por lo tanto también modifica el nivel de financiamiento posible.

4.6.2.2 Subetapa II.2: Viabilidad económica y financiera

En esta sub-etapa, las Dependencias y Entidades deberán calcular la viabilidad económica y financiera conforme a lo previsto en el artículo 28 del Reglamento de la Ley APP e incluir la metodología y las fuentes de dicha evaluación del Proyecto de asociación público-privada.

A efecto de facilitar a las Dependencias y Entidades el cálculo a que se refiere el párrafo anterior, se pone a su disposición, como referencia, un ejemplo de metodología de evaluación económica-financiera en el Anexo VI.

4.6.2.3 Subetapa II.3: Cálculo del costo ajustado total del proyecto APP

En la presente sección se explica cómo se determinan los distintos elementos del costo de provisión privada de la infraestructura, y en particular cómo a partir del modelo económico-financiero se determina el nivel de financiamiento que se espera será requerido por los agentes privados en la licitación del proyecto.

Costo del riesgo retenible

Corresponde exactamente al mismo valor determinado anteriormente en la subetapa I.4

Costo de administración del contrato

Corresponde al costo de todos aquellos estudios y procedimientos en que la entidad o dependencia gubernamental debe incurrir para desarrollar el proyecto a un nivel en que la información será la suficiente para despertar el interés de los agentes privados, y de esta forma garantizar la competencia en el proceso de licitación.

Ejemplos de estos estudios y costos son:

- ◆ Proyecto de ingeniería conceptual.
- ◆ Proyecto de ingeniería básica.
- ◆ Proyecto de ingeniería de detalle.
- ◆ Estudio de impacto ambiental.
- ◆ Estudio de demanda
- ◆ Costo de las publicaciones de la licitación.
- ◆ Costo de la institucionalidad

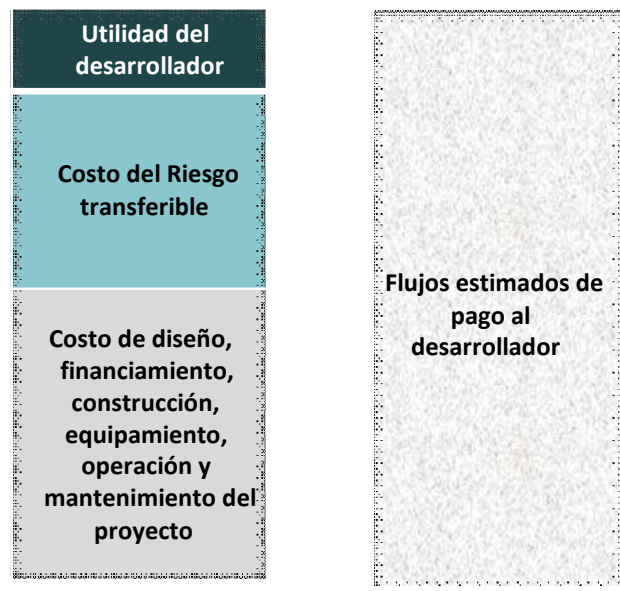
Asimismo, en esta parte se incorpora el costo de supervisar e inspeccionar el contrato en general, y de manera particular las especificaciones técnicas y funcionales que se han definido, junto con la regulación del nivel de desempeño.

Pago al desarrollador

Ya sea en el caso de un APP puro o un APP combinado, la aportación de la entidad o dependencia se expresa en pagos diferidos prorrateados en el tiempo de desarrollo de la APP, y corresponde al flujo de pagos periódicos que ésta compromete ante el desarrollador para solventar la totalidad o parte de los ingresos del Contrato APP, de modo tal que satisfaga su condición de equilibrio económico-financiero, y el retorno exigido al capital.

El pago al desarrollador, debe ser calculado como resultado de la suma del costo de diseño, financiamiento, construcción, equipamiento, operación y mantenimiento del proyecto, costo del riesgo transferible y la utilidad esperada por el desarrollador. Dicho monto debe ser equivalente en términos de valor presente, a los flujos estimados de pago al desarrollador.

Figura 9
 Composición del flujo estimado de pago al desarrollador



Costo ajustado total del Contrato APP

Corresponde a la suma del valor presente de los financiamientos esperables, determinados de acuerdo a la sección correspondiente a los costos del aportación pública, más el valor presente del costo del riesgo retenido, más el valor presente de los costos de administración asociados a desarrollar el proyecto por la vía de una APP.

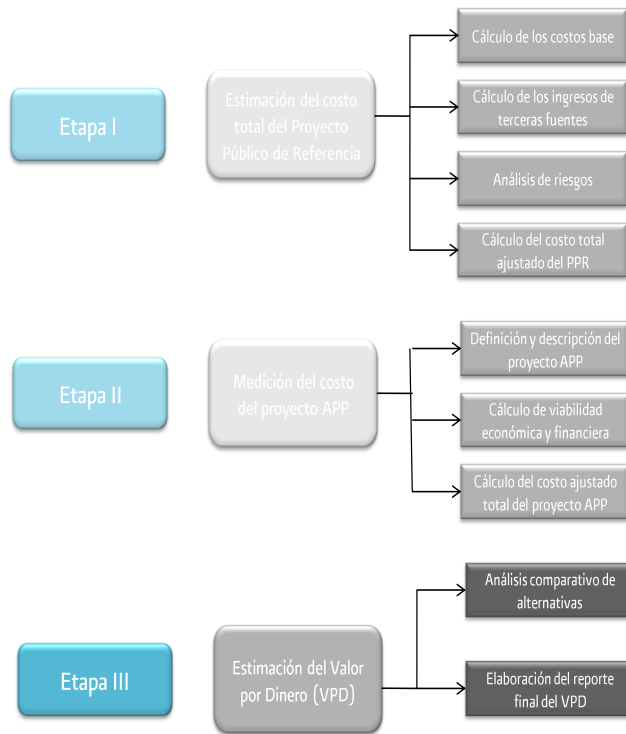
$$CAPP = PIP + PE + CRR + Cadm$$

Donde:

- CAPP* : Costo ajustado total del Proyecto APP
- PIP* : Valor presente del pago al desarrollador (pago por disponibilidad + pago por uso)
- PE* : Valor presente de los pagos del sector público al inicio de la etapa de construcción
- CRR* : Valor presente del costo del riesgo retenido
- Cadm* : Valor presente de los costos de administración del Contrato APP

4.6.3 Etapa III: Estimación del Valor por Dinero (VPD)

Figura 10
Etapa III – Estimación del Valor por Dinero



4.6.3.1 Subetapa III.1: Análisis comparativo de alternativas

Análisis de sensibilidad

Mediante este análisis, se deberán identificar los efectos que ocasionaría la modificación del monto de inversión, los costos de operación y mantenimiento, los beneficios y en su caso, y otras variables relevantes sobre el resultado de la comparación del proyecto de referencia con el Proyecto APP. Asimismo, deberán considerar el efecto derivado de variaciones porcentuales en el monto total de inversión, los costos de operación y mantenimiento, los beneficios, la demanda, el precio de los principales insumos, el tiempo de ejecución y de operación del proyecto entre otros.

Cálculo del VPD

El valor por dinero corresponde a la diferencia del costo ajustado por riesgo entre la provisión pública y la provisión privada de la infraestructura. En la figura anterior la última barra representa gráficamente este diferencial, para un caso en que el costo privado es menor al costo público y por lo tanto se está creando valor al contratar mediante APP la infraestructura. La formulación analítica del cálculo ya se presentó en sección anterior del presente manual.

4.6.3.2 Subetapa III.2: Elaboración del reporte final del Valor por Dinero

El análisis del VPD deberá sustentarse con información confiable y actualizada que permita incorporar una estimación, en términos monetarios de los beneficios y costos del proyecto.

A efecto de que la SHCP esté en posibilidad de verificar el cumplimiento de los Lineamientos que establecen las disposiciones para determinar la rentabilidad social, así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de asociación público – privada, el reporte final deberá contener el resultado del VPD que acredite la conveniencia de llevar a cabo el proyecto mediante un esquema de APP, especificando los siguientes elementos:

- ◆ Parámetros y supuestos utilizados.
- ◆ Resultados intermedios y de protocolo de cambios.
- ◆ Valor presente de cada una de las componentes del CPP.
- ◆ Resultados para cada uno de los percentiles establecidos según se determina en el Apartado de Análisis de Riesgos del presente manual.
- ◆ Principales riesgos retenidos.
- ◆ Costo de los riesgos retenidos.
- ◆ Principales riesgos transferibles.
- ◆ Costo de los riesgos transferibles.
- ◆ Análisis de sensibilidad del Valor por Dinero a las principales variables bajo incertidumbre.

Asimismo, el reporte final a que hace referencia esta sección deberá acompañarse del dictamen de viabilidad referido en el artículo 30 del Reglamento de la Ley de Asociaciones Público Privadas.

4.6.3.3 La oportunidad del plazo

La pertinencia de la oportunidad del plazo, en el que las Dependencias y Entidades señalen las razones que demuestren cuál es el momento oportuno para iniciar el desarrollo y la ejecución del proyecto, considerando el resultado de los análisis realizados para determinar la viabilidad del mismo.

4.6.3.4 Cronograma de elaboración del CPP

El proceso de elaboración del CPP demandará tiempos que están en directa relación con la complejidad del proyecto, con el número de variables que lo afectan, con el número de entidades públicas involucradas, la tipología de riesgos y la cantidad de agentes externos que participan, entre otros elementos. No obstante, los pasos que normalmente involucrarán su desarrollo, y los tiempos máximos esperados para las distintas etapas son los siguientes:

Figura 11
Cronograma de elaboración del CPP

		Meses			
		1	2	3	4
Etapa I:	Estimación del costo total del proyecto público de referencia				
Subetapa I.1	Cálculo de los costos base				
Subetapa I.2	Cálculo de los ingresos de terceras fuentes del proyecto				
Subetapa I.3	Análisis de riesgos				
Subetapa I.4	Cálculo de los costos ajustados por riesgo del PPR				
Etapa II:	Medición del costo del proyecto APP				
Subetapa II.1	Definición y descripción del proyecto APP				
Subetapa II.2	Análisis económico-financiero				
Subetapa II.3	Cálculo del costo ajustado por riesgo				
Etapa III:	Estimación del Valor por Dinero (VPD)				
Subetapa III.1	Análisis comparativo de alternativas				
Subetapa III.2	Elaboración del reporte final del Valor por Dinero				
Subetapa III.3	Expedición de autorización de modalidad de ejecución				

ANEXO I: METODOLOGÍA DEL TALLER DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Objetivos

El primer objetivo de este taller es identificar de manera exhaustiva los riesgos asociados al proyecto analizado, teniendo como punto de referencia la Matriz Estándar Específica (MEE) definida previamente en la fase 2 correspondiente a la metodología de identificación de riesgos. Consecuente con lo anterior, se deberá establecer de manera consensuada por el grupo de expertos, la descripción de cada uno de los riesgos, el riesgo de impacto que esta genera sobre el PIIS y probabilidad de ocurrencia durante el ciclo de vida del PIIS de cada uno de ellos. Posteriormente, se procederá a aplicar el método de Borda y la RP 80-20 para su jerarquización de la totalidad de los riesgos identificados.

Agenda

La agenda del panel tendrá las siguientes actividades mínimas:

- ◆ Presentación completa del proyecto específico, que incluye el diseño, ingeniería, impactos, involucrados, beneficiarios, usuarios, marco legal de desarrollo, y aspectos institucionales.
- ◆ Presentación de la Matriz Estándar Específica (MEE)
- ◆ Aplicación de la técnica de “*Brainstorming*” para la identificación de los riesgos del proyecto acompañada de “*Benchmarking*” para el sector específico de análisis
- ◆ Discusión para la obtención consensuada de la descripción de cada uno de los riesgos identificados
- ◆ Definición del impacto y probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos identificados
- ◆ Jerarquización de cada uno de los riesgos con la finalidad de obtener la MFIR.

Al finalizar la sesión, la autoridad encargada de la realización del taller deberá levantar un acta con los acuerdos de la reunión y con la firma de todos los participantes.

Selección de expertos

Los expertos que participen en el taller, y que en número se recomienda sean de 10 a 18, aunque esta recomendación no limita que se puedan participar mayor número de expertos en dicho taller, deberán ser de preferencia profesionistas con experiencia comprobada en el desarrollo de proyectos de inversión en infraestructura en sus distintos ámbitos, preferentemente relacionados al sector de la economía donde este se desarrollará. Éstos serán conducidos por un Coordinador que hará de facilitador de la o las sesiones, quien deberá explicar los objetivos del taller y cada una de las actividades que se desarrollarán de acuerdo a la agenda establecida. El Coordinador de la reunión deberá poseer un conocimiento del proyecto así como de la dirección de un taller y de las técnicas a emplear, para garantizar el correcto desarrollo del mismo. El currículum vitae de cada experto y del Coordinador deberán ser anexados en el acta del taller.

En principio, se sugiere el siguiente perfil para los profesionales que conformarán el panel de expertos:

- ◆ Jefes de proyectos del área temática del proyecto.
- ◆ Consultores técnicos del área temática del proyecto.
- ◆ Asesores financieros y de análisis de riesgos.
- ◆ Otros profesionales con conocimiento en el área temática del proyecto.

Dinámica del panel de taller de identificación de riesgos

El Coordinador o facilitador dará inicio al panel, presentando a los asistentes, los objetivos de la sesión, los resultados que se pretenden con el panel y la duración total del taller.

Posteriormente, se dará inicio al bloque de presentaciones que tiene por objeto dar a conocer las características del proyecto en cuestión y la Matriz Estándar Específica (MEE) de riesgos definida con anterioridad, para que los distintos participantes del taller cuenten con un conocimiento homogéneo respecto del proyecto.

El primer bloque de presentaciones estará conformado por:

- ◆ Presentación del proyecto específico.
- ◆ Presentación de la MEE aplicada al proyecto específico

El segundo bloque, considera la aplicación de la técnica de “*Brainstorming*” a objeto de identificar de manera exhaustiva los riesgos del proyecto.

El tercer bloque del taller, en su primera parte, considera la discusión del panel para la obtención consensuada de la descripción de cada uno de los riesgos seleccionados una vez aplicada la técnica de identificación. En la segunda parte de este bloque, se procederá a definir el impacto que genera y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos identificados sobre el proyecto.

Finalmente, en el cuarto bloque del taller se entregará una cartilla a cada uno de los expertos participantes del taller, en la cual se incluyen todos los riesgos identificados con su respectiva descripción, impacto y probabilidad de ocurrencia. Además la cartilla incorporará la jerarquización y clasificación de cada uno de los riesgos y el resultado de la aplicación de la RP 80-20, que riesgos representan el 80% del total de los riesgos que afectan el normal desarrollo del PIIS.

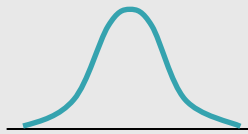
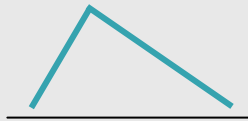
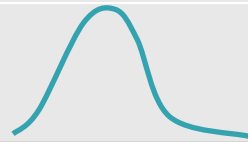
Terminado cada uno de los bloques del taller antes descritos, el Coordinador podrá aclarar lo que sea necesario y dar espacio a preguntas para aclarar dudas.

ANEXO II: DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDADES MÁS USADAS EN ANÁLISIS DE RIESGOS

Las variables aleatorias son tan importantes en las simulaciones que permiten omitir la información original para enfocarnos en la distribución de probabilidad de la variable aleatoria. Por consiguiente, la distribución de probabilidad de una variable aleatoria es una descripción de las probabilidades asociadas con los valores posibles de dicha variable. Desde el punto de vista de la valoración del riesgo, la distribución de probabilidad representa la forma de riesgo, y las colas de la distribución de probabilidad reflejan los mejores y peores resultados. Aunque los límites son extremos y poco probables que ocurran, la distribución reconoce la posibilidad y la probabilidad de que podría suceder.

A continuación se describen las distribuciones de probabilidad empleadas en el presente Manual para la valoración del costo del riesgo

Cuadro 1: Distribuciones de probabilidad empleadas para la valoración del costo del riesgo

Distribución	Descripción	Figura	Aplicación
Normal	Se utiliza para los resultados que puedan ocurrir alrededor de su valor esperado, simétricos y continuos, teniendo en cuenta los costos negativos y duraciones.		Dado que los datos deben ser simétricos, no es tan útil para la definición de riesgo, que suele ser asimétrico, pero puede ser útil para ampliar la estimación de error
Triangular	Se caracteriza por los valores de tres puntos, pueden estar sesgadas o simétricas y es fácil de entender porque es intuitiva. Un inconveniente es el carácter absoluto de los extremos, aunque esto no es una limitación en la práctica, ya que se utiliza en una simulación		Para expresar la incertidumbre técnica, dado que funciona para cualquier arquitectura de sistema o diseño. También se utiliza para determinar la incertidumbre del programa.
Chi-cuadrado	Se caracteriza por tener un solo parámetro el cual coincide numéricamente con su valor esperado		Para evaluar la incertidumbre de cantidades no negativas, como el sobrecosto.

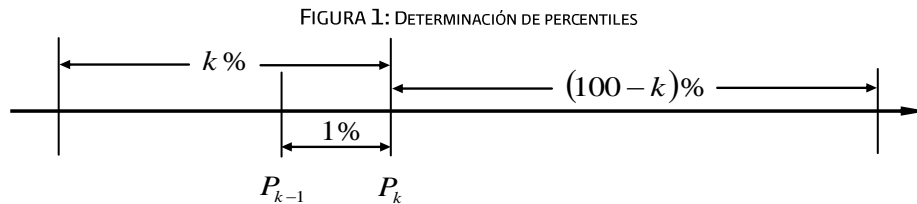
Cuadro 2: Propiedades más importantes de las distribuciones de probabilidad empleadas para la valoración del costo del riesgo

	Distribución normal	Distribución triangular	Distribución Chi - cuadrado
Parámetros	μ, σ^2	a, b, c	n
Función de densidad de probabilidad	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^2} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$	$\frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)} \text{ para } a \leq x \leq c$ $\frac{2(b-x)}{(b-a)(b-c)} \text{ para } c \leq x \leq b$	$\frac{\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{n}{2}}}{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)} x^{\frac{n}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}$
Media	μ	$\frac{a+b+c}{3}$	n
Varianza	σ^2	$\frac{a^2 + b^2 + c^2 - ab - bc - ca}{18}$	$2n$

ANEXO III: ALGUNOS TÓPICOS DE INFERENCIA ESTADÍSTICA

Determinación de percentiles

El percentil es un estadístico, que representa todos aquellos valores que se encuentran por debajo de un porcentaje dado, el cual puede variar entre 1% y 100%. Se denota por P_k , donde k indica el porcentaje de datos acumulados, y P_k es el valor de la variable que representa dicho porcentaje.



Para la determinación de los percentiles se requiere que la información a analizar se encuentre previamente ordenada, por consiguiente, dependiendo cómo se encuentren agrupados los datos, se desprenden dos casos:

- ◆ Para un conjunto de datos agrupados por medio de intervalos de clase, se calcula de la siguiente manera:

$$P_k = L_i + \left(\frac{n \times \frac{k}{100} - F_{i-1}}{f_i} \right) \times A$$

Donde:

L_i : Límite inferior del intervalo que contiene a P_k .

F_{i-1} : Frecuencia absoluta acumulada del intervalo I_{i-1} .

f_i : Frecuencia absoluta del intervalo que contiene a P_k .

A : Amplitud del intervalo.

n : Número de datos agrupados.

k : Número del percentil.

◆ Para un conjunto de datos no agrupados se calcula de la siguiente manera:

$$P_k = \begin{cases} \frac{k \times n}{100} & ,n \text{ es par} \\ \frac{k \times (n + 1)}{100} & ,n \text{ es impar} \end{cases}$$

Donde:

k : Número del percentil.

n : Número de elementos que conforman la información.

Teorema central del límite

El teorema central de límite, consiste en un conjunto de resultados acerca del comportamiento de la distribución de la suma (o promedio) de variables aleatorias.

El teorema central del límite postula que la suma de un número determinado de eventos iguales e independientes entre sí, tiende a una distribución de probabilidad de ocurrencia del tipo normal, la cual se caracteriza por la agrupación de la mayor parte de los datos en torno a la media.

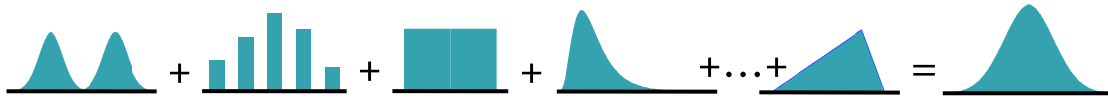
Formalmente:

Si X_1, X_2, \dots, X_n es una secuencia de n variables aleatorias independientes con $E(X_j) = \mu_j$ y $Var(X_j) = \sigma^2$ (ambas finitas) y $Y = C_0X_0 + C_1X_1 + \dots + C_nX_n$, entonces bajo ciertas condiciones generales:

$$Z = \frac{Y - \sum_{j=0}^n C_j \mu_j}{\sqrt{\sum_{j=0}^n C_j^2 \sigma_j^2}}$$

Tiene una distribución $N(0,1)$ a medida que n se aproxima al infinito

FIGURA 2: TEOREMA CENTRAL DEL LÍMITE



En la figura anterior, se ilustra el teorema central del límite para el caso de cinco variables aleatorias independientes seleccionadas arbitrariamente, donde las variables aleatorias X_1 , X_2 , X_3 y X_4 son continuas, y la representación de sus funciones de densidad son mostradas en el gráfico. La variable aleatoria X_5 es discreta, de modo que su función de densidad es tal como se muestra en el gráfico.

Teorema de los grandes números

Si $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ son variables aleatorias independientes e idénticas distribuidas y si existe $\mu = E(X_i)$ y $\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$ entonces: cuando n se convierte en un entero muy grande \bar{X} difiere de la media común μ de los X_i en más que cualquier pequeña diferencia arbitrariamente asignada.

$$P(|\bar{X} - \mu| < \varepsilon) \rightarrow 1 \text{ cuando } n \rightarrow \infty$$

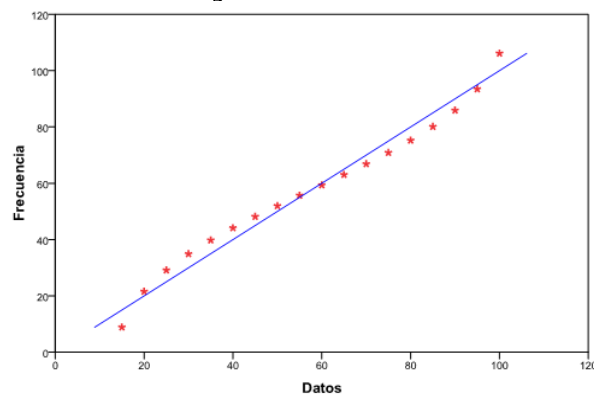
Es decir, cuando n sea un entero muy grande, la probabilidad de que la distancia entre \bar{X} y μ sea muy pequeña es muy cercana a la unidad. En otras palabras la media de una muestra muy grande, tenderá a la media de la muestra poblacional.

Test de normalidad

Hasta ahora se ha supuesto una distribución de probabilidad para los datos, la cual tiene una forma determinada y sus parámetros verifican ciertas condiciones, de tal manera, que la estadística muestral correspondiente tenga una distribución de probabilidad conocida. A lo anterior, se le denomina métodos paramétricos. Sin embargo, existen aplicaciones donde no es posible conocer la distribución de la población de los datos analizados. En estos casos, se emplean métodos alternativos, equivalentes a los paramétricos, llamados métodos no paramétricos.

Supongamos que se cuenta con una cantidad finita de datos $\{a_i\}_{i=1}^n$, de tal manera que se representa los siguientes pares ordenados $\{a_i; F(a_i)\}_{i=1}^n$ y $\{a_i; F_n(a_i)\}_{i=1}^n$, donde F_n representa la función de distribución acumulada del conjunto de datos y F la función de distribución acumulada esperada (por ejemplo, la distribución normal). Ambas curvas son representadas en un mismo gráfico de tal manera que los puntos $\{a_i; F(a_i)\}_{i=1}^n$ se encuentran sobre la recta $y = x$. Por consiguiente aceptaremos la hipótesis de normalidad siempre que los puntos $\{a_i; F_n(a_i)\}_{i=1}^n$ se encuentren próximos a la recta.

Figura 3: GRÁFICO DE NORMALIDAD



Muchos métodos no paramétricos han sido creados para medir la bondad del ajuste de una distribución normal, con la finalidad de contrastar si una muestra sigue una determinada función de distribución (no solo la normal). A continuación se presentan los más usados:

◆ Test de Kolmogorov–Smirnov

Esta prueba se aplica solo para variables continuas y además en número de datos observados es superior a 4, y se utiliza para comprobar la hipótesis nula de que la muestra procede de

una distribución normal. Se fundamenta en la comparación de la función de distribución acumulada de los datos observados, con respecto a la función de distribución esperada, midiendo la máxima distancia entre ambas curvas, que no deberá exceder un valor crítico, que se obtiene de una tabla de probabilidad. Es decir,

$$D = \text{máx}\{F_n(a_i) - F(a_i)\}$$

La hipótesis nula se acepta cuando el D observado es inferior al D esperado, que se encuentra en el siguiente cuadro para los respectivos valores de significancia.

Cuadro 1: Valores críticos para la prueba de Kolmogorov-Smirnov

n	20%	10%	5%	2%	1%	n	20%	10%	5%	2%	1%
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995	21	0,226	0,259	0,287	0,321	0,344
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929	22	0,221	0,253	0,281	0,314	0,337
3	0,565	0,636	0,780	0,785	0,829	23	0,216	0,247	0,275	0,307	0,330
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734	24	0,212	0,242	0,269	0,301	0,323
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669	25	0,208	0,238	0,264	0,295	0,317
6	0,410	0,468	0,519	0,577	0,617	26	0,204	0,233	0,259	0,290	0,311
7	0,381	0,436	0,483	0,538	0,576	27	0,200	0,229	0,254	0,284	0,305
8	0,358	0,410	0,454	0,507	0,542	28	0,197	0,225	0,250	0,279	0,300
9	0,339	0,387	0,430	0,480	0,513	29	0,193	0,221	0,246	0,275	0,295
10	0,323	0,369	0,409	0,457	0,489	30	0,190	0,218	0,242	0,270	0,290
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468	31	0,187	0,214	0,238	0,266	0,285
12	0,296	0,338	0,375	0,419	0,449	32	0,184	0,211	0,234	0,262	0,281
13	0,285	0,325	0,361	0,404	0,432	33	0,182	0,208	0,231	0,258	0,277
14	0,275	0,314	0,349	0,390	0,418	34	0,179	0,205	0,227	0,254	0,273
15	0,266	0,304	0,338	0,377	0,404	35	0,177	0,202	0,224	0,251	0,269
16	0,258	0,295	0,327	0,366	0,392	36	0,174	0,199	0,221	0,247	0,265
17	0,250	0,286	0,318	0,355	0,381	37	0,172	0,196	0,218	0,244	0,262
18	0,244	0,279	0,309	0,346	0,371	38	0,170	0,194	0,215	0,241	0,258
19	0,237	0,271	0,301	0,337	0,361	39	0,168	0,191	0,213	0,238	0,255
20	0,232	0,265	0,294	0,329	0,352	40	0,165	0,189	0,210	0,235	0,252
>40	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,52}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$						

◆ Test de Shapiro–Wild

Esta prueba de normalidad es recomendable, cuando se cuenta con muestras reducidas ($3 \leq n \leq 50$). Este estadístico mide como los datos observados se ajusta a la recta²⁷ (recta de 45°) y no a la distancia a la distribución normal. Este estadístico se formula de la siguiente manera:

$$W = \frac{1}{\sum_{j=1}^n (x_j - \mu)^2} \left[\sum_{j=1}^h (a_{j,n} (x_{(n-j+1)} - x_j)) \right]^2$$

Donde, n es el número de datos, x_j es el dato en orden ascendente de la muestra que ocupa el lugar j , μ es la media, h es $n/2$ si n es par, o $(n-1)/2$ si n es impar $a_{j,n}$ es un valor tabulado. La hipótesis nula se acepta cuando el valor de W es superior al valor crítico que se encuentra tabulado en el siguiente cuadro.

Cuadro 2: Valores críticos para la prueba de Kolmogorov-Smirnov

n	1%	2%	5%	10%	50%	90%	95%	98%	99%
3	0,753	0,756	0,767	0,789	0,959	0,998	0,999	1,000	1,000
4	0,687	0,707	0,748	0,792	0,935	0,987	0,992	0,996	0,997
5	0,686	0,715	0,762	0,806	0,927	0,979	0,986	0,991	0,993
6	0,713	0,743	0,788	0,826	0,927	0,974	0,981	0,986	0,989
7	0,730	0,760	0,803	0,838	0,928	0,972	0,979	0,985	0,988
8	0,749	0,778	0,818	0,851	0,932	0,972	0,978	0,984	0,987
9	0,764	0,791	0,829	0,859	0,935	0,972	0,978	0,984	0,986
10	0,781	0,806	0,842	0,869	0,938	0,972	0,978	0,983	0,986
11	0,792	0,817	0,850	0,876	0,940	0,973	0,979	0,984	0,986
12	0,805	0,828	0,859	0,883	0,943	0,973	0,979	0,984	0,986
13	0,814	0,837	0,866	0,889	0,945	0,974	0,979	0,984	0,986
14	0,825	0,846	0,874	0,895	0,947	0,975	0,980	0,984	0,986
15	0,835	0,855	0,881	0,901	0,950	0,975	0,980	0,984	0,987
16	0,844	0,863	0,887	0,906	0,952	0,976	0,981	0,985	0,987
17	0,851	0,869	0,892	0,910	0,954	0,977	0,981	0,985	0,987
18	0,858	0,874	0,897	0,914	0,956	0,978	0,982	0,986	0,988
19	0,863	0,879	0,901	0,917	0,957	0,978	0,982	0,986	0,988
20	0,868	0,884	0,905	0,920	0,959	0,979	0,983	0,986	0,988

²⁷ Recta probabilística normal.

n	1%	2%	5%	10%	50%	90%	95%	98%	99%
21	0,873	0,888	0,908	0,923	0,960	0,980	0,983	0,987	0,989
22	0,878	0,892	0,911	0,926	0,961	0,980	0,984	0,987	0,989
23	0,881	0,895	0,914	0,928	0,962	0,981	0,984	0,987	0,989
24	0,884	0,898	0,916	0,930	0,963	0,981	0,984	0,987	0,989
25	0,888	0,901	0,918	0,931	0,964	0,981	0,985	0,988	0,989
26	0,891	0,904	0,920	0,933	0,965	0,982	0,985	0,988	0,989
27	0,894	0,906	0,923	0,935	0,965	0,982	0,985	0,988	0,990
28	0,896	0,908	0,924	0,936	0,966	0,982	0,985	0,988	0,990
29	0,898	0,910	0,926	0,937	0,966	0,982	0,985	0,988	0,990
30	0,900	0,912	0,927	0,939	0,967	0,983	0,985	0,988	0,990
31	0,902	0,914	0,929	0,940	0,967	0,983	0,986	0,988	0,990
32	0,904	0,915	0,930	0,941	0,968	0,983	0,986	0,988	0,990
33	0,906	0,917	0,931	0,942	0,968	0,983	0,986	0,989	0,990
34	0,908	0,919	0,933	0,943	0,969	0,983	0,986	0,989	0,990
35	0,910	0,920	0,934	0,944	0,969	0,984	0,986	0,989	0,990
36	0,912	0,922	0,935	0,945	0,970	0,984	0,986	0,989	0,990
37	0,914	0,924	0,936	0,946	0,970	0,984	0,987	0,989	0,990
38	0,916	0,925	0,938	0,947	0,971	0,984	0,987	0,989	0,990
39	0,917	0,927	0,939	0,948	0,971	0,984	0,987	0,989	0,991
40	0,919	0,928	0,940	0,949	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
41	0,920	0,929	0,941	0,950	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
42	0,922	0,930	0,942	0,951	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
43	0,923	0,932	0,943	0,951	0,973	0,985	0,987	0,990	0,991
44	0,924	0,933	0,944	0,952	0,973	0,985	0,987	0,990	0,991
45	0,926	0,934	0,945	0,953	0,973	0,985	0,988	0,990	0,991
46	0,927	0,935	0,945	0,953	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
47	0,928	0,936	0,946	0,954	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
48	0,929	0,937	0,941	0,954	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
49	0,929	0,937	0,947	0,955	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
50	0,930	0,938	0,947	0,955	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991

◆ Test de Chi-cuadrado

Con un cierto grado de confianza previamente establecido, nos permite determinar si los datos $\{a_i\}_{i=1}^n$ están asociados con la distribución normal, mediante la siguiente expresión:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^n \frac{(F_n(a_i) - F(a_i))^2}{F(a_i)}$$

◇ Test de Jarque Bera

Este test analiza la normalidad o no normalidad de un conjunto de datos, donde el número de observaciones mínimas es igual a 30. El proceso se realiza comparando la diferencia entre los coeficientes de asimetría y kurtosis de las observaciones, con respecto a una distribución normal. Esta es una prueba asintótica, o de grandes muestras. La expresión de este estadístico es el siguiente:

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right] \sim \chi_2^2$$

Siendo S la asimetría y K la curtosis. Bajo la hipótesis nula de distribución normal, el estadístico Jarque Bera se distribuye como una Chi-cuadrado con 2 grados de Libertad. Este test contrasta la siguiente hipótesis nula: la distribución es normal, de las tablas correspondientes tenemos que con un 95% de confianza se tiene el valor de 5.99, es decir, se puede concluir que para valores menores a 6 del JB no se rechaza el supuesto de normalidad.

Por ejemplo, supongamos que contamos con una muestra de 97 sobrecostos del sector de infraestructura, los cuales tienen los siguientes estadísticos:

$$\text{Simetría} = 0.149 \quad \text{Kurtosis} = 2.942 \quad \Rightarrow \quad JB = 0.374$$

Esto nos permite aceptar la hipótesis de nula de la normalidad, con un grado de confianza superior al 99%.

ANEXO IV: MÉTODO DE MONTE CARLO Y BOOTSTRAP

Método de Monte Carlo

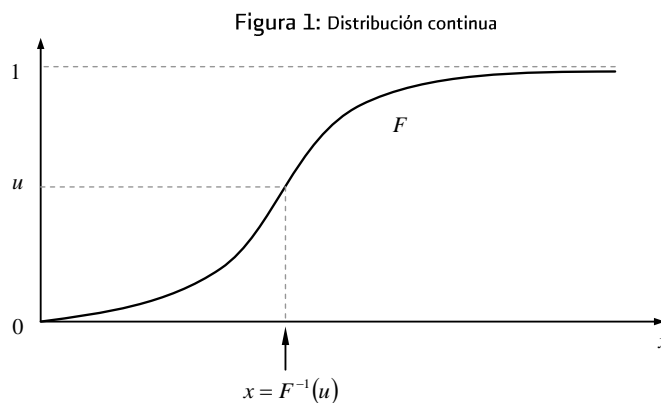
Si la función de densidad de probabilidad es $f(x)$ definida en la recta real, su función de distribución acumulada (expresa la probabilidad que $x \leq a$) está dado por la siguiente ecuación:

$$F(a) = P(X \leq a) = \int_{-\infty}^a f(t) dt$$

Si se elige a con densidad de probabilidad $f(a)$, entonces la probabilidad integrando hasta el punto a , $F(a)$, es en sí misma una variable aleatoria que se producirá con densidad de probabilidad uniforme sobre $[0,1]$. Si x puede tomar cualquier valor, e ignorando los valores extremos, se encuentra un único x elegido de la función de densidad de probabilidad $f(\cdot)$ para algún valor de su dominio, si se define $u = F(x)$, siempre es posible encontrar la inversa de F , definido por:

$$x = F^{-1}(u)$$

Este método se muestra en el gráfico siguiente:

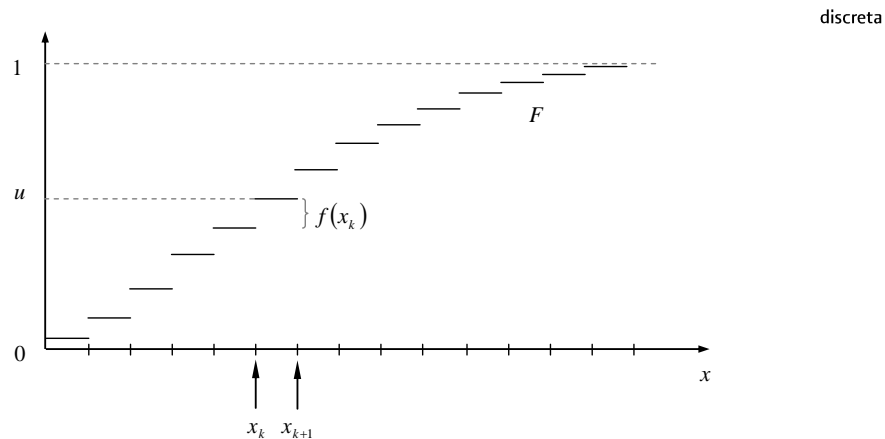


Para el caso de una distribución discreta, $F(x)$ tendrá saltos discontinuos de tamaño $f(x_k)$ en cada $x_k, k = 1, 2, \dots$. Siguiendo la misma idea del caso continuo, se toma un u de una distribución uniforme sobre $(0,1)$. Encontrando x_k tal que:

$$F(x_{k-1}) < u < F(x_k) \equiv \Pr(x < x_k) = \sum_{i=1}^k f(x_i)$$

Entonces x_k es el valor buscado (observar que $F(x_0) \equiv 0$). El algoritmo se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 2: Distribución



En ambas gráficas, se emplea un número aleatorio (pseudorandomos²⁸) u elegido de una distribución uniforme $(0,1)$ para encontrar un número aleatorio x de una distribución con función de distribución acumulada F . En la actualidad, algunos paquetes estadísticos cuentan con este modelo para realizar simulaciones²⁹.

El método Bootstrap

Consideremos el siguiente conjunto de datos (x_1, x_2, \dots, x_n) de tamaño n , la cual corresponde a información histórica de riesgos de sobrecostos y sobreplazos asociados a proyectos

²⁸ Resulta contradictorio pensar que un método determinístico genere números aleatorios.

²⁹ En la actualidad, existen software que complementan a Excel, tales como CrystalBall y @Risk, permitiendo entregar informes estadísticos completos del sistema simulado, en base a miles de iteraciones.

similares al proyecto en evaluación, los pasos para la aplicación de la metodología Bootstrap son los siguientes:

- ◆ Se procede a construir una muestra de tamaño n , con los elementos de la muestra original. A la nueva muestra se le conoce como muestra Bootstrap.
- ◆ La construcción de cada uno de los elementos de la muestra es realizando extracciones con reemplazo de la muestra original, hasta completar n elementos, donde es posible que se repitan algunos de los elementos que conforman el conjunto de datos.
- ◆ Este proceso se repite una cantidad finita de veces. Para cada muestra Bootstrap se procede a calcular su media y desviación estándar.
- ◆ Para la cuantificación del riesgo, se procede a realizar el cálculo del valor promedio del conjunto de media y las volatilidades obtenidas para cada una de las muestras Bootstrap, es decir, $\bar{\mu}$ y $\bar{\sigma}$. Con estos nuevos valores, se procede a aplicar la Regla Percentil 5-50-95, de la siguiente manera:

Cuadro 1: Regla Percentil 5-50-95

P ₅	P ₅₀	P ₉₅
$\bar{\mu} - 1,64\bar{\sigma}$	$\bar{\mu}$	$\bar{\mu} + 1,64\bar{\sigma}$

Donde:

$$\bar{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^m \mu_i}{m} \quad \text{y} \quad \bar{\sigma} = \frac{\sum_{i=1}^m \sigma_i}{m}$$

- μ_i : Media de la muestra Bootstrap_{*i*}
- σ_i : Volatilidad de la muestra Bootstrap_{*i*}
- m : Número de muestras Bootstrap

A continuación, se muestra un ejemplo de aplicación de la metodología Bootstrap, donde la muestra original corresponde a inversiones iniciales de diferentes proyectos de infraestructura en un sector determinado de características similares:

Cuadro 2: Bootstrapping de inversiones iniciales de proyectos de infraestructura

Número de datos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	30	μ	σ
Muestra original	125	128	118	126	128	124	120	117	120	128	...	122		
Bootstrap 1	129	127	132	132	132	125	128	120	129	116	...	124	124,17	5,75
Bootstrap 2	124	128	125	128	129	120	124	128	120	119	...	117	125,00	4,90
Bootstrap 3	117	117	120	126	120	124	129	128	129	126	...	124	123,60	4,61
Bootstrap 4	119	120	129	124	128	128	124	128	120	120	...	120	122,73	5,11
Bootstrap 5	128	122	127	125	115	128	116	128	115	129	...	120	124,93	5,04
Bootstrap 6	132	127	127	116	124	129	125	122	117	132	...	132	123,77	5,57
Bootstrap 7	132	122	127	125	126	120	125	127	129	120	...	120	124,40	4,48
Bootstrap 8	125	122	125	122	120	129	129	132	128	116	...	128	125,80	4,15
Bootstrap 9	123	129	128	128	126	117	128	125	120	129	...	122	124,70	3,55
Bootstrap 10	117	128	123	117	123	115	116	123	125	125	...	124	122,43	4,55
													124,07	4,63

El cuadro anterior, muestra un ejemplo donde el tamaño de la muestra es igual a 30, y se han generado 10.000 muestras Bootstrap a partir de la muestra original, para cada una de las cuales se ha procedido a calcular su media y volatilidad. De dicho cálculo, se obtiene los siguientes resultados: $\bar{\mu} = 124,07$ y $\bar{\sigma} = 4,63$. Con estos valores se procede a cuantificar el riesgo asociado al proyecto en evaluación, aplicando la Regla Percentil 5-50-95.

Cuadro 3: Regla Percentil 5-50-95 del ejemplo Bootstrap

P_5	P_{50}	P_{95}
116,45	124,07	131,69

ANEXO V: MODELOS ESTOCÁSTICOS PARA VALORACIÓN DEL RIESGO DE DEMANDA

Se desarrolla el proceso de valoración de los ingresos, mediante el cálculo del valor esperado del costo del riesgo de los ingresos por terceras fuentes ($E[CRIN]$) cuya expresión es la siguiente:

$$E[CRIN] = \frac{I_0}{m} \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^T \left[\frac{\max \left\{ (1 + \rho_0)^{i_k} - \prod_{j=1}^i (1 + \rho_{j,i_k}), 0 \right\}}{(1 + r)^{i_k}} \right]$$

Donde el única variable es el parámetro ρ_{j,i_k} , por consiguiente, la valoración del $E[CRIN]$ implica modelar la tasa ρ_{j,i_k} , por medio de modelos estocásticos. El primero modelo es conocido en la literatura financiera, porque, se emplea para modelar el precio de la acción (Dixit y Pindyck (1994)). El segundo modelo se fundamenta en la relación que existe con la proyección del crecimiento del PIB.

Modelo Browniano Geométrico

Un proceso de Markov es un tipo particular de proceso estocástico donde únicamente el valor presente de una variable es relevante para predecir el futuro. La historia pasada de la variable y la forma en que el presente ha surgido a partir del pasado son irrelevantes. Un Proceso de Wiener (PW) es un tipo de proceso estocástico de Markov en el cual el cambio promedio del valor de la variable es cero y el cambio de su varianza es igual a uno por unidad de tiempo. El PW primero fue aplicado en el campo de la física para describir el movimiento de una partícula que está sujeta a un gran número de pequeños choques moleculares y fue llamado Movimiento Browniano.

Si un proceso estocástico $\{z_t, t \geq 0\}$ sigue un movimiento Browniano, verifica las siguientes propiedades:

- ◆ Propiedad I: El cambio en el valor de Z_t , ΔZ_t , sobre un intervalo de tiempo con longitud Δt es proporcional a la raíz cuadrada de Δt donde el multiplicador es una variable aleatoria; específicamente,

$$\Delta z_t = z_{t+\Delta t} - z_t = \varepsilon_t \sqrt{\Delta t}$$

Donde ε_t es una variable aleatoria normal estándar. Por consiguiente, los valores de ΔZ_t siguen una distribución normal con media cero y varianza igual a la variación del tiempo (Δt) sobre el cual se mide ΔZ_t .

- ◆ Propiedad II: Los incrementos en el valor de Z_t para dos intervalos de tiempo disjuntos son independientes.

Utilizando los principios del cálculo ordinario donde es usual considerar el límite de pequeños cambios como cambios muy próximos a cero, el PW es el límite de $\Delta t \rightarrow 0$ del proceso descrito para Z_t .

Un PW no es diferenciable con respecto al tiempo como demuestra el hecho de que:

$$E \left[\frac{z_s - z_t}{s - t} \right]^2 = \frac{s - t}{(s - t)^2} = \frac{1}{s - t} \rightarrow \infty, \text{ cuando } s - t \rightarrow 0.$$

Sin embargo, es útil para definir un término para la expresión dz_t/dt . Un término comúnmente usado en ingeniería para denotar a esta cantidad como ruido blanco. El proceso de ruido blanco es la derivada del Proceso del Movimiento Browniano (PMB), el cual no existe en el sentido normal.

El PMB Estándar tiene una tasa de rendimiento esperado igual a cero y varianza igual a uno.

- ◆ La tasa de rendimiento esperado igual a cero significa que el valor esperado de Z_t en cualquier tiempo futuro es igual al valor actual.
- ◆ La varianza igual a uno significa que la varianza del cambio en Z en un intervalo de tiempo de longitud T es igual a T .

El PMB es la base para una colección de procesos más generales. Estas generalizaciones son obtenidas al insertar ruido blanco en una ecuación diferencial ordinaria.

Un PMB Generalizado es del tipo $dx_t = a dt + b dz_t$, donde a y b son constantes y Z_t es un PMB. Para comprender la ecuación, se considerará cada uno de los componentes por separado.

- ◆ El primer término implica que x tiene una tasa de crecimiento esperado de a por unidad de tiempo.
- ◆ El segundo término implica que el dz_t puede ser considerada como la adición de ruido o variabilidad de la trayectoria seguida por x . La cantidad de este ruido es b veces el diferencial del PMB.

Por lo tanto, para un intervalo de tiempo pequeño, el cambio en el intervalo de x_t , Δx_t , es dado por:

$$\Delta x_t = a\Delta t + b\varepsilon\sqrt{\Delta t}$$

Así Δx_t tiene una distribución normal con media $a\Delta t$ y varianza $b^2\Delta t$.

Además de la generalización del PW es posible obtener el Proceso de Itô, donde las constantes a y b son funciones que dependen de x_t y t . El proceso de Itô es de la forma (Steele, 2000), (Hull, 2002):

$$dx_t = a(x,t)dt + b(x,t)dz_t$$

Definición del proceso del Movimiento Browniano Geométrico (PMBG)

El caso del precio de las acciones es ligeramente diferente del PMB Generalizado. En el caso del PMB, se asume una tasa de rendimiento esperado constante. Sin embargo, la tasa de rendimiento esperado del precio de las acciones no es constante. Para el precio de las acciones, el retorno de la inversión se asumirá que es constante, donde la tasa de retorno en un tiempo dado es la tasa de rendimiento esperado para el valor de la acción. Por lo tanto

suponer que la tasa de rendimiento esperado es constante para el caso del PMB es inapropiado y necesario (Hull, 2002).

Sea Y_t el precio de la acción en el tiempo t y se supondrá que la tasa del rendimiento esperado es μY_t para alguna constante μ . Esto significa que en intervalo de tiempo Δt , el incremento esperado en Y_t es $\mu Y_t \Delta t$. El parámetro constante μ es la tasa de retorno esperado. Si la volatilidad del precio de la acción es cero, entonces el modelo implica que $\Delta Y_t = \mu Y_t \Delta t$, en el límite cuando $\Delta t \rightarrow 0$, el precio esperado de la acción en el tiempo T finalmente se convierte en $E[Y_T] = Y_0 e^{\mu T}$, donde Y_0 es el precio de la acción en $T = 0$.

Sin embargo, el precio de la acción tiene volatilidad. Por consiguiente, teniendo esto en consideración, el modelo anterior puede ser expresado como:

$$\frac{dY_t}{Y_t} = \mu dt + \sigma \varepsilon_t \sqrt{\Delta t}$$

El primer término de la ecuación es el valor esperado del retorno de la acción para un periodo Δt y el segundo término es la componente estocástica del retorno. Donde σ es la tasa de la volatilidad.

$$d(\ln(Y_t)) = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dz_t$$

$$\ln(Y_T) - \ln(Y_t) = \ln\left(\frac{Y_T}{Y_t}\right) \approx N\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t), \sigma^2(T-t)\right]$$

Sea $r_t = \ln\left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}}\right)$ la tasa de crecimiento del precio de la acción y Δ un intervalo de tiempo dado entre dos observaciones. Por ejemplo, $\Delta = 1$ entre Y_t y Y_{t-1} . La distribución de r_t sigue una distribución normal con parámetros especificados,

$$r_t \approx N\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta, \sigma^2\Delta\right]$$

De las ecuaciones anteriores, la tasa de rendimiento esperado y la varianza del movimiento browniano geométrico pueden ser estimados a partir de la media muestral \bar{r} y el error estándar de los datos.

$$r_t = \ln(Y_t) - \ln(Y_{t-1}) \quad , \quad E(r_t) = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \Delta \quad , \quad V(r_t) = \sigma^2 \Delta$$

$$\bar{r} = \frac{\sum_{t=1}^n r_t}{n} \quad , \quad s_r = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}$$

$$\bar{\sigma} = \frac{s_r}{\Delta} \quad , \quad \hat{\mu} = \frac{\bar{r}}{\Delta} + \frac{\bar{\sigma}^2}{2} = \frac{\bar{r}}{\Delta} + \frac{s_r}{2\Delta}$$

Con los parámetros estimados, es posible modelar las trayectorias muestrales de cualquiera de las formas siguientes. La primera es por medio de las ecuaciones en diferencias de la ecuación de difusión,

$$\frac{dY_t}{Y_{t-1}} = \mu dt + \sigma dz_t = \mu dt + \sigma \varepsilon_t \sqrt{dt}$$

$$dY_t = \mu Y_{t-1} dt + \sigma Y_{t-1} dz_t$$

$$Y_t - Y_{t-1} = \mu Y_{t-1} dt + \sigma Y_{t-1} \varepsilon_t \sqrt{dt}$$

$$Y_t = (1 + \mu dt) Y_{t-1} + (\sigma \sqrt{dt}) Y_{t-1} \varepsilon_t, \text{ donde } \varepsilon_t^{iid} \approx N(0,1)$$

Alternativamente, los datos pueden ser modelados con los resultados obtenidos luego de aplicar el Lema de Itô. Este procedimiento requiere de cálculo estocástico para la obtención de los resultados (Allen, 2007).

$$\ln(Y_t) = \ln(Y_0) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma \varepsilon_t$$

$$Y_t = Y_0 e^{\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma \varepsilon_t \right]} = Y_0 e^{\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \varepsilon_t \sigma \sqrt{t} \right]}$$

De aquí se observa, que la distribución de Y_t , la varianza será mayor a medida que se aleje del punto t , dado que está positivamente relacionado con t . Además de ser un excelente enfoque para simular la dinámica de la demanda.

Es recomendable realizar pruebas de hipótesis estadísticas que verifiquen la idoneidad tanto de la información original como de la simulada. En este sentido se recomienda la prueba de Dickey-Fulleraumentada u otras pruebas de co-integración de series para estimar raíces unitarisas.

Modelo en tasa de crecimiento

En este caso la metodología consiste en asumir un valor para la elasticidad y con ella predecir los ingresos de la demanda a través de la proyección del crecimiento del PIB. Se asume que la elasticidad de los ingresos es igual a 1.

Dado la distribución de probabilidad de la tasa de crecimiento del PIB, por medio del método de Monte Carlo se obtiene una tasa de crecimiento del PIB (λ_{PIB}) y por lo tanto una tasa de crecimiento de los ingresos de demanda (ρ), dado que:

$$\rho_j = \eta \times \lambda_j$$

Como se tiene el punto de partida de los ingresos y su tasa de crecimiento, es posible estimar los ingresos de cualquier año:

$$Y_t = Y_0 \times \prod_{j=1}^N (1 + \rho_j), \quad \rho_j \text{ iid}(\bar{\rho}, \sigma_\lambda) \quad (1)$$

Si la expresión (1) que describe el movimiento de los ingresos es transformada por medio de la función logaritmo, se obtiene:

$$\text{Ln}\left(\frac{Y_t}{Y_0}\right) = \text{Ln}\left(\prod_{j=0}^N (1 + \lambda_j)\right) \Rightarrow \text{Ln}(Y_t) = \text{Ln}(Y_0) + \sum_{j=1}^N \text{Ln}(1 + \lambda_j) \quad (2)$$

La expresión en (2), corresponde a una ecuación estocástica de la demanda, la cual se puede expresar en función de la distribución Lognormal (Ln) de la siguiente manera:

$$Ln(Y_t) = Ln(Y_0) + Ln\left(e^{\mu_\lambda + \frac{1}{2}\sigma_\lambda^2}, e^{2\mu_\lambda + \sigma_\lambda^2} (e^{\sigma_\lambda^2} - 1)\right)$$

Es decir, el valor de la variable cambia en una unidad de tiempo en una cantidad que se distribuye Lognormal.

Bajo este procedimiento se puede estimar el perfil de la demanda para todo el horizonte del proyecto. De esta forma si el periodo establecido para el contrato es de k años, en cada una de las muestras, de las 10,000 muestras que genera el método Monte Carlo, generará k tasas de crecimiento del tráfico de cargas para cada año, es decir, desde el año 1 hasta el año k , y en consecuencia se obtiene $k \times 10.000$ ingresos de demanda, las cuales deberán ser comparadas con el perfil de requerimientos financieros garantizados por el Estado.

ANEXO VI: MODELO ECONÓMICO-FINANCIERO

En este anexo se describe el modelo económico-financiero que simula y sistematiza la perspectiva de evaluación del desarrollador frente a un proyecto de infraestructura y servicios relacionados, determinando las condiciones económicas y financieras para que el proyecto sometido a evaluación sea viable y atractivo. En el modelo de evaluación está basado el cálculo de presupuesto de capital y valoración de empresas, que es ampliamente usado en el campo de las finanzas. Lo anterior, implica descontar una corriente de flujos futuros a una tasa de descuento privada, y calcular su valor actual neto.

Dentro de estas condiciones, el beneficio que presta el modelo económico-financiero tiene relación con determinar si distintas variables vinculadas tanto a las inversiones iniciales del proyecto, a los costos de mantenimiento, operación y administración y conservación relacionadas con el modelo de negocio, así como también al financiamiento del mismo, son las adecuadas para que un desarrollador pueda interesarse en participar en la licitación del proyecto, y su posterior financiación con recursos del mercado financiero.

Estructura del modelo de evaluación

El modelo económico-financiero que se proporciona como ejemplo, presenta los siguientes componentes:

Flujo de ingresos:

- ◆ Ingresos provenientes del sector público (pagos que se dividen en fijos y periódicos en el tiempo, pagos contingentes que dependen de una condición, pagos en función de la cantidad que el desarrollador efectivamente preste (tarifas sombra).
- ◆ Ingresos de terceras fuentes (tarifas al usuario, arrendamientos, valor residual si corresponde, entre otros).

Flujos de egresos:

- ◆ Gastos o costos de operación.
- ◆ Gastos o costos de mantenimiento mayor y/o rutinario.
- ◆ Gastos de administración.

Otros componentes:

- ◆ Inversión inicial.
- ◆ Depreciación y amortización de las inversiones.
- ◆ Impuestos.
- ◆ Flujo de caja del proyecto.
- ◆ Desembolsos de fondos de la deuda.
- ◆ Servicio de deuda (pago, dividido en intereses y amortizaciones).
- ◆ Comisiones y gastos del financiamiento.
- ◆ Razón de Cobertura del Servicio de la Deuda (RCSD).
- ◆ Cuentas de reserva para el servicio de la deuda.
- ◆ Fondo de reserva para mantenimiento.
- ◆ Estado de resultados.
- ◆ Balance.
- ◆ Flujo para el desarrollador (retorno al capital)

Definiciones y parámetros

Dentro del modelo generalmente se contempla un panel de control donde se centralizan los parámetros y variables que se utilizan a través del modelo, de modo que los análisis, sensibilidades, gráficos y control en general que se quiera realizar sobre el modelo se pueda implementar desde un único centro de control y observar inmediatamente los resultados que arroja el modelo, para cada conjunto de supuestos.

Modalidades de negocio

La modelación financiera debe estar orientada a distintas formas de modalidades de negocio, según se trate de APP puro o APP combinado, lo que da como resultado una combinación particular de pagos:

Cuadro 1
Modalidades del modelo de negocio base consideradas

Estructura comercial	Pagos del sector público	Pago de usuarios
APP puro	PPD y PPU	NO
APP combinado	PPD y PPU	SI

Tratándose de proyectos APP puros o combinados que contemplen aportaciones de recursos federales presupuestarios de los previsto en la fracción I del artículo 3 del Reglamento de la

Ley APP, el análisis sobre la viabilidad económica y financiera deberá incluir un apartado o sección específico sobre la factibilidad de tales aportaciones durante la vigencia del proyecto, en que se muestren sus efectos en las finanzas de dicha Dependencia y Entidad, con estimaciones originales como en escenarios alternos.

Este apartado o sección deberá elaborarse considerando supuestos razonables sobre las asignaciones y erogaciones presupuestarias de la dependencia y entidad interesada; la distribución de riesgos de proyecto de que se trate; así como los otros contratos de asociación público-privada de la propia Dependencia o Entidad.

◆ APP puro

Para el caso del APP puro, existen generalmente dos pagos que realiza la entidad contratante al desarrollador: el Pago por Disponibilidad (PPD) y el Pago por Uso (PPU).

El PPD está formado por dos componentes: la primera asociada a la inversión y la segunda componente asociada a los costos de operación y conservación. La componente asociada a la inversión está diseñada para asegurar el pago de la deuda requerida para efectuar las obras de acuerdo a las condiciones establecidas, mientras que la componente asociada a los costos de operación y mantenimiento busca asegurar la prestación del servicio asociado a la infraestructura.

$$PPD = PPD_{Inv} + PPD_{OMC}$$

El pago por disponibilidad de la componente de inversión (PPD_{Inv}) corresponde al valor presente del pago por concepto de inversión que efectúa la entidad contratante al desarrollador, calculado a la tasa de descuento del sector privado y el PPD_{OMC} corresponde al valor presente del pago por concepto de operación, mantenimiento y conservación, determinándose como la anualidad que iguala el valor presente de los costos de operación, mantenimiento y conservación (OMC), calculado generalmente con la tasa de descuento del sector privado.

◆ APP combinado

Esta modalidad de negocio presenta las mismas características que la modalidad de APP puro, con la salvedad de que se incorpora el pago de los usuarios a través de una tarifa por la utilización del servicio.

En el caso que no hay Pago Por Disponibilidad ni Pago Por Uso por parte de la entidad contratante, entonces la estructura financiera se compone de una mezcla de recursos privados (deuda más capital) y recursos públicos (subsidio o aporte inicial a fondo perdido a la construcción) que permita hacer financieramente viable el proyecto. El modelo determina dicho subsidio (S) resolviendo siempre la ecuación $VAN(r^*)=0$, donde r^* es la rentabilidad objetivo del desarrollador.

Estimación de los ingresos y egresos operativos

La proyección de ingresos y egresos debe estar construida dentro del modelo, de modo que claramente se puedan rastrear los supuestos y parámetros que se utilizan en la estimación. Por ejemplo, debendarse a conocer las tarifas, la cantidad de prestaciones de servicios, los gastos de administración, costo unitario de operación, el porcentaje sobre la inversión que se ha supuesto como costo de mantenimiento o una estimación basada en modelos precisos, el porcentaje sobre la inversión que se ha supuesto como valor residual, entre otros.

Los ingresos deben estar desglosados al menos en las siguientes partidas:

- ◆ Financiamiento – compromisos firmes
- ◆ Financiamiento – compromisos contingentes
- ◆ Financiamiento – valor residual (si corresponde)
- ◆ Financiamiento – tarifas sombra
- ◆ Ingresos de terceras fuentes – tarifas al usuario
- ◆ Ingresos de terceras fuentes – valor residual (si corresponde)

Los egresos deben estar desglosados al menos en las siguientes partidas:

- ◆ Costo operativo
- ◆ Costo mantenimiento
- ◆ Costo inversión
- ◆ Impuestos

Supuestos en apalancamiento de deuda y capital

Generalmente los proyectos de APP presentan niveles de apalancamiento entre 70:30 y 90:10. Esto significa que entre el 70% y el 90% de los fondos requeridos para el desarrollo del proyecto son provistos por el sector financiero por la vía de una deuda bancaria, bonos, u otro instrumento financiero. Cuando la totalidad de los ingresos que recibe el desarrollador proviene de una entidad o dependencia gubernamental, es decir una modalidad de APP puro, el diseño del modelo de negocio base, y el correspondiente cálculo de pagos periódicos, debe estar más cercano a financiamiento de deuda del 90%. Mientras que en la medida que mayor sea el componente de los ingresos que proviene de los usuarios, es decir en un APP combinado, el porcentaje de deuda debe estar más cercana al 70%.

Por otro lado, el nivel de deuda que el sector financiero es capaz de poner a disposición del proyecto tendrá directa relación con la percepción de riesgo que los agentes financieros tengan sobre el mismo.

Para determinar el apalancamiento adecuado para ser utilizado en el modelo económico-financiero en cuestión, probablemente la aproximación metodológica más precisa es simplemente recurrir a entidades financieras, presentar el proyecto en los términos que se desea contratar, y consultar directamente a juicio de tales entidades cuáles serían las condiciones financieras factibles de ser implementadas.

Como un antecedente importante, se debe tener en consideración que el nivel de apalancamiento dependerá del tipo de proyecto o modalidad de negocio a evaluar, y de otros factores tales como si el financiamiento es a una tasa variable o fija, si existe riesgo de demanda, qué calidad crediticia posee la entidad encargada de los pagos, entre otros.

Tasa de costo de capital del desarrollador³⁰

Para la estimación del costo de capital de un potencial desarrollador, y en consecuencia los pagos periódicos que la entidad gubernamental deberá realizar bajo una modalidad APP, se deberá solicitar a sus asesores financieros usar el modelo de valoración de activos de capital (en adelante CAPM por "*Capital Asset Pricing Model*"). El modelo anterior es ampliamente usado en el campo de las finanzas, ingeniería financiera y en teoría de portfolios.

³⁰ También se conoce como costo del equity

En consecuencia, para medir el costo de capital o la rentabilidad esperada de los desarrolladores en los proyectos APP se deberá usar el modelo de valoración de activos de capital CAPM. Para lo anterior, se debe asumir que en equilibrio, un desarrollador debería esperar recibir por sus capitales invertidos (*equity*) al menos la tasa libre de riesgo más un premio por el riesgo específico del proyecto determinado por el factor Beta.

Para su aplicación a un país específico, una adaptación implica realizar un cambio al modelo CAPM tradicional que consiste en agregarle un término que refleje un premio por riesgo-país asociado en este caso a México.

La aproximación se presenta en la siguiente ecuación:

$$E(R_p) = E(R_f) + \beta \times (R_m - E(R_f)) + PRP$$

Donde *PRP* es Premio por Riesgo País, $E(R_f)$ es el valor esperado de la tasa libre de riesgo, R_m es el retorno del portfolio de mercado y β es un factor que mide la covarianza entre el riesgo del proyecto y el riesgo de mercado, es decir el riesgo que no es diversificable por la potencial sociedad desarrolladora.

El valor esperado de la tasa libre de riesgo a utilizar corresponderá al promedio simple del retorno del tesoro de los Estados Unidos de Norteamérica desde la fecha equivalente a tres meses anteriores a la presentación del Comparador a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

La tasa de retorno portfolio de mercado (R_m) en función del Índice Standard and Poor's 500 (S&P 500) tomando un periodo de los últimos 40 años. Otro valor podrá ser reportado en la medida que esté debidamente fundamentado.

Respecto al premio por riesgo país (*PRP*) se deberá usar el promedio diario simple correspondiente a los últimos 12 meses con tres meses anteriores a la presentación del Comparador a la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. La fuente de dicha información será el EMBI+ México, calculado por el banco de inversión JP Morgan³¹.

³¹ Información disponible de manera actualizada se encuentra en:
http://www.banamex.com.mx/esp/finanzas/historicos/economia_int/ei_riesgo_pais.jsp?init=2010&offset=

Para cada sector, el valor del factor β a utilizar será el que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro Z: Valores de betas clasificados por sector

Clasificación	Sector	Beta	Clasificación	Sector	Beta
1	Carreteras (a)	0.74	8	Aeropuertos (a)	0.53
2	Puertos (e)	1.26	9	Transporte Público (e)	0.66
3	Aguas (e)	0.74	10	Edificación Pública (a)	0.30
4	Telecomunicaciones (e)	1.56	11	Hospitales (a)	0.30
5	Energía –Generación (e)	0.66	12	Recintos penales (a)	0.30
6	Energía – Distribución (e)	1.00	13	Cultura y Deportes (a)	0.90
7	Ferrocarriles (e)	0.58	14	Carreteras sin cuota	0.50
			15	Plantas de Tratamientos (a)	0.50

Nota: (e) Beta equity, (a) Beta activos

Para transformar el Beta activos (β_a) a Beta de equity (β_e) se deberá usar la siguiente expresión:

$$\beta_e = \beta_a \times \left[1 + (1-t) \times \frac{W_d}{W_e} \right]$$

Donde t es la tasa de impuesto a la renta que se aplica en México, W_e es el porcentaje de capital (equity) en el financiamiento del proyecto APP, y W_d es el porcentaje de deuda en el porcentaje del proyecto APP.

Para los sectores clasificados entre el 2 y el 6 la fuente para el Beta es Banco Mundial (2005)³² y para los sectores 7, 8 y 9 la fuente es Banco Mundial³³. Para el resto de las clasificaciones la fuente es Australian Government (2008)³⁴. Para el sector 1 la fuente es la Agencia Nacional de Transportes Terrestres (AATT) de Brasil que reporta indicadores internacionales en el sector vial basados en información Bloomberg.

Para los casos de proyectos APP en sectores en que el factor Beta no se encuentre definido en la tabla anterior, entonces la entidad gubernamental que presenta el Comparador deberá

³²Sirtaine, S., Pinglo, M., Guash, J. y V. Foster (2004) "How Profitable are Infrastructure Concessions in Latin America? Empirical Evidence and Regulatory Implications. Trend and Policy Options 2. The World Bank Group

³³Alexander, I., Estache, A. y A. Oliveri (1999) "A Few Things Transport Regulators Should Know About Risk and the Cost of Capital" The World Bank Group

³⁴Australian Government (2008) Discount guide methodology guidance. Technical Note 5, National Public Private Partnerships Guidelines. December 2008.

acompañar información fundada con la mejor estimación de dicho factor según les sea sugeridas por sus asesores financieros.

Asimismo, si a través de nueva evidencia estadística o documental, algunos de los valores de Beta que se encuentran en el cuadro anterior, sufren variaciones hacia arriba o hacia abajo, entonces la entidad gubernamental podrá presentar estudios fundados que respalden los nuevos valores. La SHCP podrá realizar actualizaciones a los factores Beta y estos serán materializados a través de Notas Técnicas específicas que serán consideradas como addendum al presente documento³⁵.

A continuación se muestran dos ejemplos.

Ejemplo 1: Se asume que el premio por riesgo país (*PRP*) asciende a 1% y el Factor Beta en *equity* es igual a 0.64. El modelo CAPM calcula un costo de capital igual a:

$$E(R_p) = 5.8\% + 0.64 \times (10.4\% - 5.8\%) + 1\% = 9.74\%$$

Ejemplo 2: Se asume que el premio por riesgo país (*PRP*) asciende a 1%, el retorno promedio de los bonos del tesoro americano a 30 años a 5.8 y el factor Beta de activos es igual a 0.90. La estructura de capital es 60% para deuda (W_d) y 40% para *equity* (W_e). La tasa de impuesto a la renta (t) es 25%.

El primer paso es transformar el Beta de activos a Beta en *equity* a través de la siguiente expresión:

$$\beta_e = \beta_a \times [1 + (1 - t) \times \frac{W_d}{W_e}]$$

$$\beta_e = 0.90 \times [1 + (1 - 0.25) \times \frac{0.60}{0.40}] = 0.90 \times [1 + 0.75 \times 1.50] = 0.90 \times 2.125 = 1.9125$$

³⁵ Por ejemplo, teniendo información de estados de resultados y balances de las compañías privadas que participan en APP en México sería posible calcular un Beta contable y contrastarlo con los Betas sectoriales. Al respecto, una metodología para Betas contables aplicada a Chile se encuentra en Hinojosa (2010).

El segundo paso es calcular el costo de capital usando el Beta del *equity* calculado:

$$E(R_p) = 5.8\% + 1.91 \times (10.4\% - 5.8\%) + 1\% = 15.31\%$$

Tasas de interés nominales y tasas de interés reales

Como se ha señalado, el comparador público privado expresará los beneficios y costos a precios de un solo año, preferentemente el del ejercicio fiscal en curso, y por lo tanto los flujos de caja y las tasas de descuento deberán ser consistentemente trabajadas en términos reales. La ecuación de Fischer convierte tasas de interés nominales a tasas de interés reales a través de la siguiente expresión:

$$(1 + i) = (1 + r) \times (1 + \pi)$$

$$r = \frac{(1 + i)}{(1 + \pi)} - 1$$

Donde r es la tasa de interés real que deberá usarse en el cálculo de los flujos del comparador. La tasa i es una expresión de tasa nominal y π es la tasa de inflación esperada.

Ejemplo: La tasa de interés de deuda nominal asciende a 8.55%. Entonces la tasa de interés real asciende a:

$$r = \frac{(1 + i)}{(1 + \pi)} - 1 = \frac{(1 + 0.0855)}{(1 + 0.03)} - 1 = 5.39\%$$

Para el cálculo de las tasas se usarán dos decimales, para lo cual se aproximará la tercera cifra decimal y se redondeará a la mayor. En el caso anterior la cifra era 5.388% y se aproxima a 5.39%.

Aproximación a tasas a pesos mexicanos

Debido a que las tasas y parámetros anteriores se encuentran expresados en dólares, y teniendo en consideración que la moneda con que será calculado el CPP será el peso (MXM), se deberá usar el *Cross CurrencyBasis Swap*. Los *Swaps* de monedas involucran el

intercambio de una serie de flujos en una moneda, por otra serie de pagos en una moneda distinta. Las condiciones y la frecuencia de los pagos del *Swap* son acordados de antemano por las partes. Estos instrumentos pueden ser pactados de tasa fija v/s tasa fija, fija por flotante (y viceversa) o flotante por flotante. La información anterior, actualizada a la fecha de presentación del análisis de VPD deberá ser consultada a la Unidad de Crédito Público de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. No obstante lo anterior, la Unidad de Crédito Público de la SHCP podrá autorizar la aplicación de la metodología del Comparador en dólares.

Estimación de los costos financieros

Al momento de realizar la modelación financiera deberán buscarse y fundamentarse los diferentes supuestos de tasa a utilizar. Para la alternativa de un crédito bancario que utilice como tasa base la TIIE, pero que no utilice un *Cap* de TIIE, se puede encontrar fácilmente la cotización diaria de la TIIE en publicaciones financieras y medios de comunicación en general. Deberá seleccionarse la tasa TIIE más apropiada, concordante con el período de pago de intereses del crédito (por ejemplo, la TIIE de 180 días para un crédito con pagos de intereses semestrales). En caso el crédito cuente con un *Cap* de TIIE, deberá considerarse para efectos del modelo el nivel de dicho *Cap*.

Es importante tomar en consideración que la construcción del modelo financiero probablemente se realizará bastante tiempo antes de que se produzca el cierre financiero, por lo tanto las tasas que efectivamente se utilicen el modelo de cierre podrían ser materialmente diferentes en la realidad. Para efectos de estimar los Pagos APP, sin embargo, si la modelación financiera se desarrolla o se actualizan sus supuestos en una fecha próxima a la licitación, es previsible que los supuestos de tasa base utilizados por la autoridad sean los mismos que los de los potenciales licitantes.

La estimación del nivel de sobretasa del crédito es más compleja, pues involucra, por una parte, estimar el nivel de riesgo que podría alcanzar la deuda del proyecto y por otra realizar una lectura de mercado respecto de sobretasas vigentes en ese momento para el nivel de riesgo estimado.

Para el caso de una bursatilización, que normalmente se estructura con una tasa fija, la estimación de la tasa base parte por una medición del concepto de *duration*³⁶ del instrumento bursátil que se está considerando para financiar el proyecto. Una vez calculado el *duration* del instrumento, se buscan cotizaciones recientes en el mercado de un instrumento emitido por el Gobierno Federal que posee similar *duration*, o se toman dos instrumentos gubernamentales, uno de *duration* inferior y otro superior, y se intenta interpolar la cotización que tendría un instrumento Federal de igual *duration*. Los instrumentos de largo plazo del Gobierno Federal normalmente utilizados como *benchmark*³⁷ son los “Bonos M” para emisiones en pesos y los “Udibonos”, para emisiones en UDIs. Las cotizaciones diarias de estos instrumentos pueden obtenerse de diversos medios de comunicación impresos y en línea o de informes semanales especializados que emiten bancos y casas de bolsa.

Una vez determinada la tasa base es preciso estimar la sobretasa, que en este caso es más fácil puesto que los instrumentos bursátiles son de oferta pública y existe información pública acerca de sus cotizaciones y sobretasas, lo que normalmente no ocurre con las sobretasas bancarias.

Por lo anterior no es necesario realizar una lectura de mercado con los inversionistas, sino que se recomienda recurrir a informes financieros recientes que preparan periódicamente diversos bancos o casas de bolsa, y que analizan en profundidad las cotizaciones de instrumentos de renta fija privados y públicos durante el período de análisis (normalmente semanal o mensual), y muestran niveles de sobretasa para instrumentos privados de distintas categorías de riesgo. Puesto que se estructura una emisión bursátil para alcanzar un cierto nivel de riesgo, utilizando estas publicaciones se podrá encontrar la sobretasa promedio para instrumentos privados calificados en dicho nivel.

La estructuración de cualquier financiamiento normalmente requiere de incurrir en gastos asociados al proceso, pues este normalmente involucra la contratación de asesores expertos, técnicos, jurídicos y financieros, que en conjunto ayuden a evaluar y estructurar los riesgos del proyecto y su financiamiento. Los gastos asociados a los financiamientos bancarios normalmente son menores a los que requiere un financiamiento bursátil, pues estos últimos requieren de actividades adicionales, tales como calificaciones crediticias, registro ante la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) y Bolsa Mexicana de Valores (BMV).

³⁶*Duration*: Término en inglés que se refiere al concepto financiero conocido como la “Duración de Macauley”, que se define como el tiempo promedio en que el tenedor del bono obtiene los beneficios del mismo. También la duración puede ser interpretada como la sensibilidad de los cambios relativos en el precio de un instrumento de renta fija ante cambios en la tasa de interés de mercado.

³⁷*Benchmark*: Término en inglés que describe un índice o punto de referencia a utilizar.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ◆ **Adjudicatario:** persona natural o jurídica que se adjudica un proyecto desarrollado bajo alguna modalidad. Una vez firmado el contrato de concesión, el adjudicatario se transforma en desarrollador.
- ◆ **Análisis costo y beneficio:** Tipo de análisis que permite demostrar que los proyectos son susceptibles de generar un beneficio social neto, considerando los costos y beneficios directos e indirectos que se generan para la sociedad.
- ◆ **Análisis de conceptualización:** análisis cuyo objetivo es determinar cuál entre dos alternativas de solución es la más conveniente, con el fin de determinar su rentabilidad social y su contribución al cumplimiento de las metas de la dependencia o entidad.
- ◆ **Análisis económico-financiero:** análisis efectuado una vez identificados los esquemas de APP bajo los cuales podría desarrollarse el proyecto a fin de determinar la viabilidad financiera del proyecto de desarrollarse bajo cada una de las tres modalidades de ejecución: APP puro, APP combinado y APP contingente.
- ◆ **Análisis de elegibilidad:** consiste en determinar en función de una serie de criterios y en etapas tempranas de análisis y evaluación de la modalidad de ejecución, la potencialidad que tiene un proyecto de inversión y servicios para desarrollarse a través de un esquema APP, a través de la cuantificación de un Índice de Elegibilidad (IEAPP).
- ◆ **Análisis de sensibilidad:** análisis sobre un conjunto de variables y en el cual se adoptan diferentes escenarios sobre diversos valores de éstas. Se establece una matriz con diversos escenarios y resultados.
- ◆ **Análisis de rentabilidad:** Tipo de análisis del proyecto de inversión cuyo objeto es conocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de los bienes o servicios sobre el bienestar de la sociedad en su conjunto.

Dicha evaluación debe incluir todos los factores del proyecto, es decir, sus costos y beneficios directos, así como las externalidades y los efectos indirectos e intangibles que se deriven del mismo.

- ◇ **Análisis de riesgos:** Matriz que presenta de forma ordenada los riesgos de un proyecto donde se exponga su descripción, cuantificación y asignación, ya sea al sector público o al privado, así como las estrategias de mitigación, independientemente de la asignación de los mismos. Dicha matriz, permitirá obtener los costos por riesgo, tanto para el proyecto público de referencia como para el proyecto de asociación público-privada.
- ◇ **Análisis de tipología de APP:** análisis que se realiza para justificar el esquema de APP más conveniente dependiendo si el proyecto es un proyecto productivo o no productivo.
- ◇ **Asignación de riesgos:** corresponde a la distribución de responsabilidad sobre la administración de los diferentes riesgos de un proyecto. Se ve reflejada en una matriz de riesgos y en el Contrato APP.
- ◇ **Asociación Público Privada (APP):** es una tipología general de relación público privada materializada en un contrato entre una organización pública y una compañía privada para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados en un contexto de largo plazo, financiados indistintamente a través de pagos diferidos en el tiempo por parte del Estado, de los usuarios o una combinación de ambas fuentes. Dicha asociación se traduce en retención y transferencia de riesgos, en derechos y obligaciones para las partes, en mecanismos de pago relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio, incentivos y deducciones, y en general, en el establecimiento de una regulación integral de los estándares de calidad de los servicios contratados e indicadores claves de cumplimiento.
- ◇ **Bancabilidad de un contrato:** conjunto de condiciones jurídicas y económico-financieras endógenas y exógenas que permiten que más de un agente del mercado bancario o del mercado de capitales o ambos a la vez, estén dispuestos a otorgar financiamiento a un contrato a un costo y garantías razonables dadas las condiciones de mercado.
- ◇ **Benchmark:** corresponde a la mejor alternativa de comparación de un proyecto, servicio, precio, costo, etc.

- ◆ **Base de datos:** conjunto de información almacenada en un soporte legible, organizado internamente en registros y campos que permiten a un usuario recuperar cualquier tipo de información asociada a su objetivo de búsqueda.
- ◆ **Brainstorming:** esta técnica, llamada también “lluvia de ideas”, es una de las técnicas más utilizadas para la identificación de riesgos. Esta consiste básicamente en reunir a un grupo de expertos o personas involucradas, para solicitarles que identifiquen los posibles riesgos del proyecto. Es fundamental el surgimiento del mayor número posible de riesgos durante el proceso, lo que permitirá incluir entonces tanto aquellos riesgos convencionales como aquellos que puedan ser innovadores respecto de las características del proyecto. Por lo anterior, es esencial respetar una regla básica para la aplicación de esta técnica: no se pueden vetar, anular o desechar ideas, promoviendo la asociación libre de las mismas de los distintos participantes.
- ◆ **Cadena de valor:** modelo que describe una serie de actividades que adicionan valor y que conectan al proveedor con la demanda. Su análisis es una herramienta gerencial para identificar fuentes de ventaja competitiva, y por ende identificar aquellas actividades que no lo son y que pueden y/o deben ser transferidas hacia entes que sean más eficientes en el desarrollo de éstas.
- ◆ **CAE:** Costos anual equivalente.
- ◆ **CAP:** tasa máxima de interés de la deuda.
- ◆ **CAPM (“Capital Asset Pricing Model”):** modelo matemático y financiero utilizado para la estimación del costo de capital propio o de la rentabilidad esperada de un potencial inversionista.
- ◆ **Cartera:** La cartera de programas y proyectos que integra la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- ◆ **Ciclo de Proyectos de Inversión Pública:** corresponde a las distintas etapas de un proyecto de inversión pública: perfil, diseño, licitación, construcción, y ejecución.
- ◆ **Comparador Público Privado:** Metodología de evaluación cuyo objeto es comparar el costo de desarrollar un proyecto a través de un esquema de asociación público-privada

respecto al costo de realizarlo a través del proyecto público de referencia, en términos ajustados por riesgo y cuyo resultado es el valor por el dinero.

- ◆ **Componentes:** Activos que se requieren para llevar a cabo el proyecto de asociación público-privada o el programa al cual está asociado el mismo, como son de manera enunciativa más no limitativa, las obras, edificios, bienes, equipo y maquinaria.
- ◆ **Compromisos contingentes:** son las potenciales obligaciones de pago a cargo del Estado a favor del privado, correspondientes a las garantías que el primero haya otorgado a fin de mejorar el perfil de riesgo del proyecto e incentivar la participación privada. Para fines de registro se toman en cuenta sólo los compromisos contingentes cuantificables.
- ◆ **Compromisos firmes:** son las obligaciones a cargo del Estado de pagar al privado una contraprestación por la realización de los actos previstos en el contrato de APP o de prestación de servicios, destinados a la ejecución de proyectos de infraestructura y/o servicios públicos que cumplan con los parámetros asociados a la inversión y con los niveles de servicio por parte del privado establecidos en el contrato. Se considera como compromisos firmes el pago de: a) Cuotas periódicas que tienen como finalidad retribuir la inversión en que incurre el privado, lo que incluye a los certificados que acreditan el pago de esta cuota periódica de manera directa, general, incondicional e irrevocable del Estado, b) Cuotas periódicas que tienen como finalidad retribuir la actividad de explotación y conservación en que incurre el inversionista privado para la prestación del servicio. No hacer distinción entre pago por inversión y pago por explotación es un pago por servicio, no un pago por obra.
- ◆ **Contingencia:** hechos o situaciones no previstas en la planeación de un proyecto de inversión, que tienen su expresión en sobrecostos o sobre plazos del proyecto.
- ◆ **Contrato APP:** contrato que regula la provisión y prestación de un servicio público a través de una Asociación Público Privada.
- ◆ **Contratos de servicios de largo plazo:** esquema de contratación de servicios, al amparo del cual se requiere el desarrollo de la infraestructura necesaria para la prestación de un servicio determinado. Mediante este tipo de contratos se comprometen recursos presupuestales del año correspondiente y/o de ejercicios fiscales subsecuentes para

servicios, que se celebren e inicien en el año y/o años subsecuentes de aquel en el que se autoricen

- ◆ **Costo base:** Al costo libre de riesgo, de la provisión de servicios incluyendo los costos en las etapas de diseño, financiamiento, construcción, equipamiento, operación, conservación, y mantenimiento de un proyecto público de referencia en los términos de los presentes lineamientos.
- ◆ **Costo base del Proyecto Público de Referencia:** es el costo esperado de implementar el proyecto por parte del sector público asociado a las fases de diseño, construcción operación y mantenimiento bajo los estándares de calidad especificados como exigibles bajo condiciones de gestión privada, calculados en valor presente.
- ◆ **Costo base para el inversionista privado:** corresponde a conceptos de costo adicionales, con los que se ajustará el costo base, de manera previa a la siguiente fase de ajuste de riesgo y que están relacionadas con la naturaleza del proyecto a ser desarrollado por la iniciativa privada. Estos conceptos son las eficiencias, costos financieros de la deuda, impuestos y costos de seguros.
- ◆ **Costo base ajustado por riesgo:** corresponde al costo estimado de una variable más un costo adicional producto de la eventual realización esperable de los riesgos que podrían afectarla.
- ◆ **Costo de administración y operación:** Costos necesarios para operar la infraestructura y proveer el servicio público. Deben incluir el personal, los insumos necesarios y todas aquellas erogaciones en que incurra las dependencias o entidades mientras se encuentre prestando el servicio.
- ◆ **Costo de oportunidad:** contribución a la utilidad operativa que se pierde o rechaza al no utilizar un recurso limitado en su siguiente mejor uso alternativo.
- ◆ **Costo total:** Suma del monto total de inversión, los gastos de operación y mantenimiento, y otros costos y gastos asociados a los proyectos de asociaciones público-privadas.
- ◆ **Default:** corresponde al incumplimiento de una o más obligaciones contractuales, más frecuentemente referido a obligaciones crediticias.

- ◇ **Demanda:** Cantidad de un determinado bien o servicio que la sociedad, un grupo o población determinada requiere o está dispuesta a consumir o utilizar por unidad de tiempo a un valor determinado, en un mercado específico o relevante.
- ◇ **Dependencias:** Las Secretarías de Estado, la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal y la Procuraduría General de la República.
- ◇ **Desarrollador:** es el responsable de la prestación de servicios durante toda la vigencia del contrato, en los términos que éste describa, contrato donde a su vez se plasma la distribución de riesgos acordada entre la entidad o dependencia gubernamental del Estado y el inversionista.
- ◇ **Descontar:** llevar a valor presente, a una tasa de descuento, un parámetro o valor en un número determinado de períodos. Su expresión es la siguiente:

$$\text{Valor descontado} = \frac{\text{Valor}}{(1 + r)^t}$$

Donde r es la tasa de descuento, y t es el número de períodos de descuento.

- ◇ **Descripción de riesgos:** consiste en establecer la definición e impacto de los riesgos identificados de una manera narrativa en un formato claro que facilite su comprensión. La descripción de los riesgos debiera contener el nombre del riesgo, los impactos, su naturaleza, el grado de tolerancia, su tratamiento, recomendaciones para priorizar el riesgo, la etapa en el desarrollo del proyecto en que se produce, y su asignación, es decir si el riesgo es retenido por el sector público o es transferido al sector privado.
- ◇ **Desviación estándar:** medida que permite medir el grado de proximidad de los datos alrededor de la media. Mientras menor sea la desviación estándar, los datos se agruparan estrechamente alrededor de la media.
- ◇ **Distribución de probabilidad:** es una distribución teórica de las frecuencias asociadas a una variable aleatoria. Es decir, a los posibles resultados que muestran como se espera que se comporte una variable aleatoria, se le denomina función de distribución de probabilidad de la variable aleatoria asociada.

- ◆ **Duration:** término en inglés que se refiere al concepto financiero conocido como la “Duración de Macauley”, que se define como el tiempo promedio en que le tenedor del bono obtiene los beneficios del mismo. También la duración puede ser interpretada como la sensibilidad de los cambios relativos en el precio de un instrumento de renta fija ante cambios en la tasa de interés de mercado.
- ◆ **Elicitación:** proceso para obtener información de un grupo de personas especializadas
- ◆ **Entidades:** Las entidades paraestatales de la Administración Pública Federal, los fideicomisos públicos federales no considerados entidades paraestatales, las personas de derecho público federal con autonomía derivada de la Constitución, así como las entidades federativas y municipios, siempre y cuando estos últimos realicen proyectos que involucren recursos federales.
- ◆ **Especificación de servicio:** corresponde a todas las características técnicas y operativas condiciones de satisfacción de un proyecto en todos sus ámbitos.
- ◆ **Estimación:** posible valor que puede tomar una variable cuantitativa bajo supuestos de análisis o escenarios.
- ◆ **Estructura desagregada de riesgos (EDR):** descomposición de los riesgos de un proyectos de manera general y/o de cada una de las etapas o subetapas que componen su desarrollo
- ◆ **Evaluación a nivel de perfil:** Tipo de evaluación de un proyecto de inversión en la que se utiliza la información disponible con que cuentan las Dependencias y Entidades, tomando en cuenta la experiencia previa de proyectos realizados y el criterio profesional de los evaluadores. También se puede utilizar información proveniente de revistas especializadas, libros en la materia, artículos contenidos en revistas arbitradas, estudios similares, estadísticas e información histórica y paramétrica, así como experiencias de otros países y gobiernos.

Para efectos de la cuantificación y valoración de los costos y beneficios específicos del proyecto, se deberá utilizar información que permita el cálculo de indicadores de rentabilidad del proyecto de inversión.

- ◆ **Evaluación a nivel de prefactibilidad:** Tipo de evaluación de un proyecto de inversión en la que se utiliza, además de los elementos considerados en la Evaluación a nivel de perfil, información de estudios técnicos, cotizaciones y encuestas, elaborados especialmente para llevar a cabo la evaluación de dicho proyecto. La información utilizada para este tipo de evaluación debe ser detallada y precisa, especialmente por lo que se refiere a la cuantificación y valoración de los costos y beneficios.

La información utilizada para esta evaluación deberá ser verificable e incluir las fuentes de información de la misma en la sección de bibliografía del análisis.

Bajo esta perspectiva, se deben incluir, a precios de mercado, todos los costos y beneficios privados que genere el proyecto, incluidos los costos financieros por préstamos de capital, pago de impuestos e ingresos derivados de subsidios recibidos.

- ◆ **Externalidades:** Efectos positivos o negativos, o ambos, que cause un proyecto a terceros.
- ◆ **Financistas:** son los actores en un Contrato APP que aportan la financiación de la deuda necesaria para llevar a cabo un proyecto. Generalmente corresponden a instituciones bancarias, fondos de pensiones o compañías de seguros.
- ◆ **Flujo de caja descontado (DCF, *discounted cash flow*):** corresponde al descuento de los flujos netos futuros esperados a la tasa de rentabilidad o descuento (r) ofrecida por alternativas de inversión comparables, a lo largo de la vida del proyecto (n).

$$\sum_{t=1}^n \frac{Flujo_t}{(1+r)^t}$$

- ◆ **Garantías financieras:** son aquellos aseguramientos de carácter incondicional y de ejecución inmediata, cuyo otorgamiento y contratación por el Estado tiene por objeto respaldar las obligaciones del privado, derivadas de préstamos o bonos emitidos para financiar los proyectos de APP, o para respaldar obligaciones de pago del Estado.
- ◆ **Garantías no financieras:** son aquellos aseguramientos estipulados por contrato que se derivan de riesgos propios de un proyecto de APP y que tienen por objeto respaldar el compromiso del Estado de realizar determinada prestación de servicio

- ◆ **Gestión de riesgos:** es un proceso estructurado mediante el cual una entidad metódicamente toma en consideración los riesgos que se generan en las distintas actividades que realiza y que afectan directamente los resultados derivados de su función de producción.
- ◆ **Histograma:** es una representación gráfica de la organización de un conjunto de datos, de tal manera que sea posible señalar el valor para el cual los datos analizados tienden a concentrarse. De esta forma es posible distinguir los valores extremos (el valor más alto y más bajo) del conjunto de datos. En este sentido, un histograma describe una distribución de frecuencias o número de veces que la variable aleatoria ha tomado un rango de valores determinado, empleando una gráfica de barras (rectángulos verticales adyacentes), donde la altura de cada una de las barras es proporcional a la frecuencia de la amplitud del intervalo que representa.
- ◆ **Identificación de riesgos:** caracterización de todos posibles eventos que generan consecuencias e impactos en el desempeño del cumplimiento de los objetivos de un proyecto de inversión de infraestructura. Esta etapa del análisis de riesgos trata de identificar todas las posibles causas potenciales que pueden producirse y que tendrían impacto en el resultado esperado del proyecto.
- ◆ **Incertidumbre:** situación en la cual no se conoce completamente la probabilidad de que ocurra un determinado evento.
- ◆ **Índice de asimetría:** medida que permite determinar la forma de la distribución y de esta manera determinar la medida de tendencia central más representativa.
- ◆ **Índice de elegibilidad:** Herramienta de evaluación en etapa temprana del proyecto que consiste en un cuestionario estructurado, compuesto por variables específicas, mismas que serán analizadas de forma cuantitativa y cualitativa, a efecto de obtener un valor numérico que facilite a las Dependencias o Entidades tomar una decisión respecto a si un proyecto puede ser ejecutado mediante un esquema de asociación público-privada.
- ◆ **Infraestructura:** significa “debajo” (infra) del “edificio” (estructura) y por lo tanto generalmente engloba servicios que están “underground”, tales como sistemas de agua y alcantarillado, o que se apoyan en la superficie como carreteras y ferrocarriles

- ◇ **Infraestructura productiva:** considera principalmente los sectores de energía (generación, distribución, transmisión), transporte en general (carreteras, puertos, aeropuertos, ferrocarriles, transporte urbano), represas, sistema de aguas lluvia, saneamiento, entre otros.
- ◇ **Infraestructura social:** considera los sectores de salud, educación, justicia, deportes y edificación pública, entre otros.
- ◇ **Ingresos existentes por cobro directo:** Ingresos fiscales que son percibidos por las Dependencias o Entidades y que se espera serán entregados al Desarrollador.
- ◇ **Ingresos potenciales:** Ingresos que las Dependencias o Entidades potencialmente podrán cobrar por la prestación del servicio. En caso de tomar la decisión de llevar a cabo un proyecto de asociación público-privada, el derecho de cobro podrá ser transferido al Desarrollador.
- ◇ **Ingresos Terceras Fuentes:** son una deducción aplicada al Costo Base que incorpora el financiamiento público generado por cobro directo a usuarios por la provisión del servicio materia del proyecto, pudiendo ser ya existente o potencialmente aplicable en caso de que se implemente un nuevo proyecto.
- ◇ **Inversionistas institucionales:** corresponde a instituciones como aseguradora (de vida y rentas vitalicia) y sistemas privados de pensiones.
- ◇ **Key Performance Indicator (KPI):** indicadores de gestión definidos en el Contrato APP, que permiten medir la eficiencia obtenida a través de la participación privada en una APP puro. Estos KPIs deben estar claramente definidos y estarán directamente vinculados al mecanismo de pagos (o mecanismo de deducciones) del contrato.
- ◇ **Largo plazo:** el período convencional superior a quince años.
- ◇ **Ley:** Ley de Asociaciones Público Privadas.
- ◇ **Ley de Transparencia:** Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.
- ◇ **Licitante:** persona natural o jurídica que participa en un proceso de licitación.

- ◆ **Lineamientos:** Los Lineamientos que establecen las disposiciones para determinar la rentabilidad social, así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de asociación público-privada.
- ◆ **Matriz de riesgos:** es una herramienta de gestión y control donde los riesgos que se han identificado en cada etapa se definen, se les describen sus consecuencias y sus impactos, se indica la probabilidad de ocurrencia, se categorizan como retenidos o transferidos, y se señalan los mitigadores.
- ◆ **Matriz Específica del Taller de Identificación de Riesgos (METR):** matriz de riesgos obtenida de la realización del taller de identificación de riesgos y basada en la Matriz Estándar Específica (MEE).
- ◆ **Matriz Estándar Específica (MEE):** matriz de riesgos que contextualiza en función de las características propias, exclusivas, y distintivas del proyecto en particular en evaluación los riesgos de la MEG. A esta MEE se podrán incorporar riesgos específicos en las distintas categorías o nuevas categorías con sus respectivos riesgos, que no se encuentren considerados en la MEG.
- ◆ **Matriz Estándar Específica Complementada (MEEC):** matriz de riesgos obtenida de complementar la Matriz Estándar Específica (MEE) mediante técnicas de investigación como la revisión de literatura y mejores prácticas, al interior de la entidad o dependencia gubernamental.
- ◆ **Matriz Estándar Específica Mejorada (MEEM):** matriz de riesgos obtenida de complementar la Matriz Estándar Específica (MEE) mediante técnicas como análisis de informes, evaluaciones ex-post y bases de datos históricos, al interior de la entidad o dependencia gubernamental.
- ◆ **Matriz Estándar General (MEG):** matriz de riesgos que contiene aquellos riesgos estándares o comunes a cualquier iniciativa APP.
- ◆ **Matriz Final de Identificación de Riesgos (MFIR):** matriz de riesgos obtenida de la aplicación de la metodología de priorización paretiana a la METR, a la MEEC o a la MEEM según corresponda.
- ◆ **Mecanismo de pagos:** es la parte del contrato de APP que define y gestiona los pagos a ser realizados por la entidad contratante en contraprestación por el diseño, de ser el

caso, la construcción de la infraestructura requerida y por la prestación de los servicios necesarios de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Generalmente, los pagos descritos se basan en un pago unitario en función del nivel de inversión, corregido en base al rendimiento del desarrollador o a los resultados del desempeño de sus funciones como operador mediante ajustes por disponibilidad de los servicios. De este modo, el mecanismo de pagos define penalizaciones por falta de disponibilidad que pueden ser aplicadas al pago unitario inicial dependiendo de la calidad de los servicios prestados.

- ◆ **Media de una variable aleatoria:** producto de los datos que conforman la variable aleatoria por su respectiva probabilidad asociada a cada uno de los datos.
- ◆ **Mejores prácticas:** conjunto coherente de acciones que han rendido de buena manera en un determinado contexto y que se espera que, en contextos similares, rindan similares resultados.
- ◆ **Método de Bootstrap:** es un método de extracción de datos con reemplazo, con la finalidad de generar nuevas muestra a partir de una muestra original, donde los elementos de la nueva muestra pueden ser repetidos.
- ◆ **Método de Borda:** método utilizado para obtener una jerarquización de los riesgos teniendo en cuenta el riesgo de impacto y la probabilidad de ocurrencia asociados a un proyecto sobre la base de una aplicación multicriterio.
- ◆ **Método Delphi:** método de estructuración de un proceso de comunicación grupal efectivo cuando un grupo de individuos, trata un problema complejo. Actúa rescatando las opiniones de un grupo de especialistas con el objetivo de predecir la probabilidad de realización de una hipótesis, tomar decisiones o evaluar resultados.
- ◆ **Método de Monte Carlo:** es un método que permite la generación de números aleatorios a partir de la inversa de la distribución de probabilidad asociada a una variable aleatoria con la finalidad de generar un modelo estocástico.
- ◆ **Mitigación de riesgos:** consiste en reducir las consecuencias probables de un riesgo, a través de medidas adecuadas para ello.

- ◇ **Modelación estocástica:** es el resultado de la simulación de un modelo matemático que tiene una componente determinística y una componente aleatoria la cual se encuentra asociada a una distribución de probabilidad.
- ◇ **Monto total de inversión:** Total de gasto de capital que se requiere para la realización de un proyecto, que incluye recursos federales presupuestarios, recursos del Fondo Nacional de Infraestructura u otros recursos públicos federales no presupuestarios, así como aportaciones distintas a numerario, así como los de otras fuentes de financiamiento, tales como las aportaciones de las entidades federativas, los municipios, inversionistas privados, fideicomisos públicos o crédito externo, entre otros;
- ◇ **Nivel de servicio:** corresponde a una condición o exigencia que establece o define la entidad o dependencia gubernamental, ya sea en el diseño de las obras o en el mantenimiento de éstas, las que pueden ser extensivas a niveles de respuesta o actuaciones del desarrollador ante situaciones contingentes
- ◇ **Nivel de significancia:** indica la probabilidad con la cual se rechaza una hipótesis inicial siendo ésta cierta.
- ◇ **Oferta:** Cantidad de producción, suministro o cantidad disponible de bienes o servicios por unidad de tiempo.
- ◇ **Panel de expertos:** reunión dedicada a la puesta en común y actualización de un tema concreto, fijado con antelación, donde los miembros del panel, exponen su opinión y punto de vista sobre el tema a tratar.
- ◇ **Pasivos contingentes:** son aquellos pasivos que se tienen que pagar solamente bajo la ocurrencia de algún evento específico. En otras palabras, no hay certeza sobre el monto, ni oportunidad en que hay que hacer los pagos.
- ◇ **Percentil:** es un estadístico, que representa todos aquellos valores que se encuentran por debajo de un porcentaje dado, el cual puede variar entre 1% y 100%, el cual se denotará por P_k , donde k nos denota el porcentaje de datos acumulados, y P_k es el valor que se encuentra del porcentaje k .
- ◇ **Pérdida:** es referida a en un proyecto como el impacto, y se fundamenta en la consecuencia que genera sobre el proyecto si el riesgo ocurre.

- ◆ **PIB:** Producto Interno Bruto.
- ◆ **PIDIREGAS:** Programa de Inversión Diferido en el Registro del Gasto
- ◆ **PIIS:** Proyecto de Inversión en Infraestructura y Servicios
- ◆ **PIPP:** Sistema del Proceso Integral de Programación y Presupuesto.
- ◆ **Planeación estratégica de la inversión:** es una etapa fundamental del Ciclo de Inversiones, la cual consiste en la conceptualización de los Programas y Proyectos de Inversión que deben llevar a cabo las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en el corto y mediano plazo. El propósito principal de esta etapa es proveer un marco conceptual estructurado, permitiendo así definir acciones precisas para satisfacer las necesidades existentes en la sociedad a través de los PPIs, que estén alineados a las metas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y en los programas especiales, sectoriales, regionales e institucionales.
- ◆ **Plazo del contrato:** corresponde a la definición del plazo a través del cual el servicio público será integrado a la explotación del desarrollador.
- ◆ **PPIs:** Programas y Proyectos de Inversión
- ◆ **Precios sociales:** Valores que reflejan el costo de oportunidad para la sociedad de utilizar un bien o servicio y que pueden diferir de los precios de mercado.
- ◆ **Prima por riesgo:** rentabilidad que se adiciona a la tasa libre de riesgo de la economía y cuyo valor depende de los riesgos específicos de un proyecto.
- ◆ **Probabilidad:** es una medida de ocurrencia de un evento, la cual puede tomar valores entre 0 y 1. Cuando el valor de la probabilidad sea igual a 0, indicará que el evento jamás sucederá. Sin embargo, cuando el valor de la probabilidad se acerca al valor de 1, indicará que es casi seguro que ocurra el evento.
- ◆ **Probabilidad de ocurrencia:** probabilidad que un riesgo ocurra por única vez durante todo el ciclo de vida del proyecto. Además, corresponde a la probabilidad de cualquier

riesgo específico toma valores entre cero (sin posibilidad de ocurrencia) y uno (ocurre inevitablemente).

- ◆ **Proyecto de asociación público-privada:** Los proyectos a que hacen referencia los artículos 2 y 3 de la Ley.
- ◆ **Proyecto APP combinado:** contrato de Asociación Público Privada donde el financiamiento de los costos de inversión de la infraestructura, y de los costos de operación, mantenimiento y conservación de los servicios es financiado de manera parcial por aportes públicos, ya sea a través de recursos a fondo perdido o a través de la suma de pagos periódicos diferidos en el tiempo, y de las tarifas cobradas directamente a los usuarios. En esta categoría se encuentran, por ejemplo, los contratos de concesiones que requieren aportes iniciales a fondo perdido durante la etapa de construcción, y los Proyectos de Prestación de Servicios que requieren de pagos periódicos diferidos en el tiempo en la forma de pagos fijos o variables, así como de tarifas cobradas directamente a los usuarios
- ◆ **Proyecto APP puro:** contratos de Asociación Público Privada donde el financiamiento de los costos de inversión de la infraestructura, y de los costos de operación, mantenimiento y conservación de los servicios, es financiado en su totalidad mediante aportes públicos, en la forma de pagos periódicos diferido en el tiempo. En esta categoría se encuentran, por ejemplo, los Proyectos de Prestación de Servicios y los Contratos de Servicios de largo plazo.
- ◆ **Proyecto de Prestación de Servicios (PPS):** proyecto donde un desarrollador se podrá obligar a prestar servicios a largo plazo a entidades o dependencias gubernamentales, para que éstas puedan prestar servicios a su cargo o dar un mejor cumplimiento a las funciones que tiene encomendadas, y a cambio de ello, se obligarán a pagar al desarrollador una contraprestación periódica determinada en función de la cantidad y calidad de los servicios efectivamente prestados.
- ◆ **Proyecto no productivo:** aquel que tiene como fuente principal de ingreso, pagos periódicos que realiza una entidad pública contratante a un inversionista proveedor por los servicios efectivamente prestados. Estos pagos, dependiendo de la legislación a aplicar, se podrán registrar como gasto corriente en el balance de la dependencia contratante y su monto se basará en la disponibilidad y/o uso de la infraestructura

- ◆ **Proyecto productivo:** aquel que tiene como fuente principal de ingreso, el cobro de tarifa a los usuarios, como por ejemplo, las autopistas, energía, agua potable, entre otros
- ◆ **Proyecto público de referencia:** corresponde al proyecto hipotético de inversión realizado con recursos públicos y con el cual se debe comparar el proyecto bajo el esquema de asociación público-privada.
- ◆ **Razón de Cobertura del Servicio de la Deuda (RCSD):** índice de cobertura de servicio de la deuda. Se define como:

$$DSCR_t = \frac{Ing_t - O \& M_t - DSCA_t - MMRA_t}{Cupón_t}$$

Donde:

- Ing_t : Ingresos del período t
- $O \& M_t$: Costos de operación y mantenimiento del período t
- $DSCA_t$: Cuenta de reserva de servicio de deuda del período t
- $MMRA_t$: Cuenta de reserva de mantenimiento mayor del período t
- $Cupón_t$: Suma de Intereses más amortización del período t

- ◆ **Regla 68-95-99:** regla que indica que un 68% de las observaciones de la variable aleatoria se encuentran en el intervalo $(\mu - \sigma, \mu + \sigma)$, un 95% en el intervalo $(\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma)$ y un 99,7% en el intervalo $(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$, donde μ corresponde a la media de los datos y σ corresponde a la desviación estándar.
- ◆ **Regla Empírica de la Desigualdad:** también conocida en la literatura estadística como el Teorema de Chebyshev, la regla empírica de la desigualdad se aplica cuando no se conoce la distribución de la probabilidad de la variable aleatoria analizada. El Teorema de Chebyshev, permite obtener una cota superior a la probabilidad de que los valores caigan fuera de esa distancia respecto de su valor promedio, independiente de la distribución de probabilidad asociada a la variable aleatoria.
- ◆ **Reglamento:** El Reglamento de la Ley de Asociaciones Público-Privadas.

- ◇ **Riesgo:** el riesgo se relaciona con probabilidades conocidas de ocurrencia e incertidumbre con la imposibilidad de asignar valores numéricos a las probabilidades.
- ◇ **Riesgo de un proyecto de inversión:** evento incierto que si ocurre, tiene un efecto negativo o positivo en al menos uno de los objetivos de un proyecto. Incorporando el impacto que se genera en la satisfacción percibida por el usuario del proyecto, y la duración que este evento tiene, el riesgo puede ser definido como una combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento y sus consecuencias, incluyendo la severidad de éstas.
- ◇ **Riesgo de impacto:** efecto que genera un riesgo o un conjunto de riesgos sobre un PIIS, en el largo plazo o durante el ciclo de vida del proyecto y que podrían conllevar a la cancelación del proyecto. Todo impacto superior al 20% se considera como de alto impacto.
- ◇ **Riesgo compartido:** valor asociado al riesgo de actividades que se comparte entre el gobierno estatal y el desarrollador.
- ◇ **Riesgos endógenos en proyectos de inversión:** riesgos que dependen de las acciones tomadas al interior de la organización, que en un Contrato APP están determinadas por los incentivos que están implícitos en el contrato firmado.
- ◇ **Riesgos exógenos en proyectos de inversión:** riesgos comunes para varios sectores económicos, y que generalmente pueden ser diversificados en un contexto de cartera, o pueden ser traspasados a otro agente pagando una prima.
- ◇ **Riesgos retenibles:** los riesgos que serían responsabilidad de la dependencia o entidad contratante en un APP, de conformidad con la matriz de riesgos presentada en los análisis de Valor por Dinero.
- ◇ **Riesgo retenido:** riesgo que permanece bajo la administración de la entidad de gobierno, y por lo tanto en caso de activarse tiene un impacto directo en el presupuesto de la entidad.
- ◇ **Riesgos transferibles:** los riesgos que serían responsabilidad del desarrollador en conformidad con la matriz de riesgos presentada en los análisis de Valor por Dinero.

- ◆ **Riesgo transferido:** riesgo que permanece bajo la administración y en la “contabilidad” de la empresa contratista que firma el Contrato APP. Si el riesgo es activado tiene un impacto directo en el presupuesto del proyecto y es de responsabilidad del desarrollador mitigarlo y administrarlo.
- ◆ **Secretaría:** Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- ◆ **Simulación de Monte Carlo:** análisis numérico que presume una distribución de probabilidad para las variables explicativas o independientes, además de una matriz de correlaciones para resumir la relación estadística entre ellas, para luego generar muestras aleatorias que representen procesos estocásticos siguiendo las distribuciones de probabilidad asumidas. Con cada una de las muestras se realiza el cálculo de las variables cuyo valor se desea conocer (variables de salida), para finalmente construir histogramas para las variables de salida.
- ◆ **SMART:** metodología que enmarca los riesgos identificados en función de que éstos sean Específicos, Medibles, Atribuibles, Relevantes, y Temporalmente identificables. También es aplicable para la definición de los niveles de servicio en los contratos APP.
- ◆ **Stakeholders:** instituciones, organismos, entidades, u organizaciones involucradas en un proyecto
- ◆ **Taller de riesgos:** reunión de trabajo conjunta, la que generalmente se desarrolla en un período de tiempo superior a uno o dos días, con un procedimiento sistematizado de toma de decisiones y participación en equipo de un grupo de expertos que son externos a la entidad técnica gubernamental, y que tiene por objetivo explicitar información respecto a riesgos.
- ◆ **Tarifa sombra:** tarifa pagada por el Estado al desarrollador, que reemplaza el pago de los usuarios al desarrollador por el servicio brindado.
- ◆ **Tasa de descuento:** Tasa aplicable en el Comparador público privado, la cual representa el costo de oportunidad de utilizar recursos públicos en el proyecto. Dicha tasa dependerá de la clasificación de riesgo establecida para México, tomando como referencia la tasa libre de riesgo en moneda local.

- ◇ **Tasa de descuento del desarrollador:** corresponde a la estimación sobre la rentabilidad que exigirá el desarrollador al proyecto para participar en él.
- ◇ **Tasa libre de riesgos:** corresponde a una tasa de interés libre de riesgos, para un crédito de duración igual al del proyecto en evaluación. De esta forma, se asume que en la economía se presenta una alternativa de inversión que no tiene riesgo para el desarrollador.
- ◇ **Tasa social de descuento:** tasa aplicable para descontar flujos en el tiempo en proyectos públicos.
- ◇ **TIR:** Tasa Interna de Retorno.
- ◇ **TRI:** Tasa de Rendimiento Inmediata.
- ◇ **Teoría de costos de transacción:** corresponde a los conceptos de asignación de recursos ya sea vía el mercado [y su sistema de precios], y la realizada por la organización. Esta teoría, en términos generales responde a porqué en una economía que tiene un mercado que se caracteriza por la existencia de transacciones entre agentes, surge la organización como mecanismo de coordinación de la actividad económica alternativa al sistema de precios.
- ◇ **TIIE:** Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio
- ◇ **Unidad de Inversiones:** La Unidad de Inversiones de la Secretaría.
- ◇ **Usuario:** persona, agente u organización que utiliza o es usuario de un proyecto de inversión pública tradicional o desarrollado por una APP. Generalmente, pagan una tarifa por uso.
- ◇ **Valor Presente de Costo (VPC):** corresponde al descuento de los costos futuros esperados a la tasa de descuento (r), a lo largo de la vida del proyecto (n).

$$VPC = \sum_{t=1}^n \frac{Costos_t}{(1+r)^t}$$

- Valor Presente Neto (VPN) o VAN:** el VPN o VAN es la contribución neta de un proyecto a la riqueza del inversionista. Si un proyecto tiene un $VPN = 0$ entonces los flujos son suficientes para repagar el capital invertido y proveer el retorno al capital requerido según la tasa de descuento empleada. Cualquier exceso de flujo beneficia a los inversionistas por encima del retorno exigido. Matemáticamente, el VPN/VAN se define como:

$$VPN = -Inversión + \sum_{t=1}^n \frac{Flujo_t}{(1+r)^t}$$

Donde el VPN es calculado mediante el descuento de los flujos netos futuros esperados a la tasa de rentabilidad o descuento r ofrecida por alternativas de inversión comparables, a lo largo de la vida del proyecto (n).

- Valor por el Dinero (VPD):** Indicador que mide la diferencia entre el costo de un Proyecto público de referencia desarrollado bajo el esquema de obra pública tradicional, contra un proyecto desarrollado bajo el esquema de asociación público-privada, en donde se demuestre que este último esquema genera beneficios netos iguales o mayores a los que se obtendrían en caso de que los servicios o la infraestructura fuera proporcionada por el sector público.
- Valor residual:** corresponde al valor de un activo al final del período bajo evaluación. En términos contables se puede expresar como el valor original menos la depreciación acumulada de un activo. En términos económicos se puede expresar como la estimación del valor de venta del activo al final del período.
- Valoración de riesgos:** la estimación del valor del riesgo puede ser cuantitativa, o cualitativa en términos de la probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias en los objetivos del proyecto. En su forma cuantitativa, la valoración del riesgo puede estar expresada en valores monetarios multiplicando el costo del proyecto por la probabilidad de ocurrencia y su impacto. Si no es posible cuantificar el impacto numéricamente, entonces se debe realizar un análisis de manera cualitativa.
- Variable aleatoria:** variable que toma un conjunto de valores, los cuales tienen probabilidades especificadas por medio de una distribución de probabilidad asociada.

- ◆ **Variables relevantes:** Aquéllas cuyos cambios, durante la ejecución y operación del proyecto, pueden modificar los indicadores de rentabilidad.
- ◆ **Verosimilitud:** generalmente caracterizada como la probabilidad y su estimación, que depende de la información histórica de proyectos de similares características o de la elicitación manera exógena en el caso de talleres de riesgo.
- ◆ **VPN:** Valor Presente Neto.