



Estudio sobre la conveniencia de llevar a  
cabo el proyecto mediante un esquema  
de asociación público-privada de la Red

Troncal

## Comparador Público Privado

Ley de Asociaciones Público-Privadas  
Artículo 14, fracción IX

Telecomunicaciones de México

25 mayo, 2018

---

## Contenido

<b>Comparador Público Privado.....</b>	<b>3</b>
Etapas generales de la metodología Comparador Público Privado .....	7
<b>Cálculo del costo base.....</b>	<b>10</b>
<b>Cálculo de los Ingresos de Terceras Fuentes del proyecto.....</b>	<b>13</b>
<b>Valoración de los riesgos.....</b>	<b>15</b>
<b>Sobrecosto.....</b>	<b>15</b>
<b>Sobreplazo.....</b>	<b>16</b>
<b>Riesgo de ingreso y demanda.....</b>	<b>17</b>
<b>Costo del Riesgo Retenible y Transferible.....</b>	<b>21</b>
<b>Costo ajustado total del Proyecto Público de Referencia .....</b>	<b>21</b>
<b>Pago al Desarrollador.....</b>	<b>23</b>
<b>Aportaciones y/o subvenciones del sector público.....</b>	<b>25</b>
<b>Costo de administración del contrato.....</b>	<b>25</b>
<b>Cálculo de costo ajustado total del proyecto APP.....</b>	<b>26</b>
<b>Cálculo del Valor por el Dinero.....</b>	<b>28</b>
<b>Análisis de Sensibilidad .....</b>	<b>30</b>
<b>Conclusión .....</b>	<b>32</b>

1

---

**Comparador Público Privado**

---

## **Comparador Público Privado**

Una vez que se ha determinado que el proyecto podría ser resultante de aplicarse mediante el esquema de Asociación Público-Privada (APP), la Ley de APP establece que el procedimiento que se debe de seguir es el siguiente:

I. Determinar los costos del Proyecto público de referencia:

a) Calcular 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.

b) Considerar el resultado del Análisis de riesgos elaborado, a fin de cuantificar el costo de riesgo transferible y retenible.

c) Calcular los ingresos de terceras fuentes en valor presente, que corresponde al cálculo de Ingresos existentes por cobro directo e Ingresos potenciales, considerando la Tasa de descuento.

d) Obtenidos los costos a que se refiere el inciso anterior, se podrá determinar el costo ajustado total del Proyecto público de referencia, el cual corresponde al valor presente del Costo base, menos los ingresos de terceras fuentes, más el costo de riesgo retenible, más el costo de riesgo transferible.

II. Determinar las variables y los costos del Proyecto de asociación público-privada:

a) Definir y describir el Proyecto de asociación público-privada. Esta descripción deberá definir las variables del modelo de negocio, entre las cuales se encuentran el plazo del contrato, definición del mecanismo de pago, los ingresos del proyecto, la determinación de los Costos de administración y operación y en su caso, los ingresos por cobro a usuarios y la potencialidad de percibir ingresos adicionales, entre otros.

b) Calcular la viabilidad económica y financiera del proyecto, para lo cual se deberá incluir la metodología empleada, así como los principales indicadores y sus resultados y las fuentes de dicha evaluación. Para dichos efectos, las Dependencias y Entidades deberán calcular dicha viabilidad conforme a lo previsto en el artículo 28 del Reglamento.

- 
- c) Considerar el resultado del Análisis de riesgos elaborado, a fin de cuantificar el costo de riesgo retenible.
- d) Calcular el costo de administración del contrato del Proyecto de asociación público-privada.
- e) Calcular las aportaciones y/o subvenciones del sector público al inicio de la etapa de construcción.
- f) Calcular el pago al Desarrollador.
- g) Obtenidos los costos mencionados en los incisos anteriores, se podrá determinar el costo ajustado total del Proyecto de asociación público-privada, el cual corresponde al valor presente del pago al Desarrollador, más los pagos del sector público al inicio de la etapa de construcción más el costo de riesgo retenible, más el costo de administración del contrato.

### III. Comparación del Proyecto público de referencia con el Proyecto de asociación público-privada:

Las Dependencias o Entidades deberán comparar los resultados del análisis de costos del Proyecto público de referencia contra aquéllos de asociación público-privada, lo cual se efectúa a través del cálculo del Valor por Dinero, efectuando un análisis comparativo de las alternativas evaluadas, mismo que deberá arrojar un resultado positivo. Como nos podemos percatar, la Ley APP en México contempla los componentes básicos del CPP:

- Costo Base del proyecto

Costos en las etapas de diseño, financiamiento, construcción, equipamiento, operación, conservación y mantenimiento de un proyecto.

- Riesgo Retenible

Valor asociado al riesgo de actividades del proyecto que no podrían ser transferidas a privados.

- Riesgo Transferible

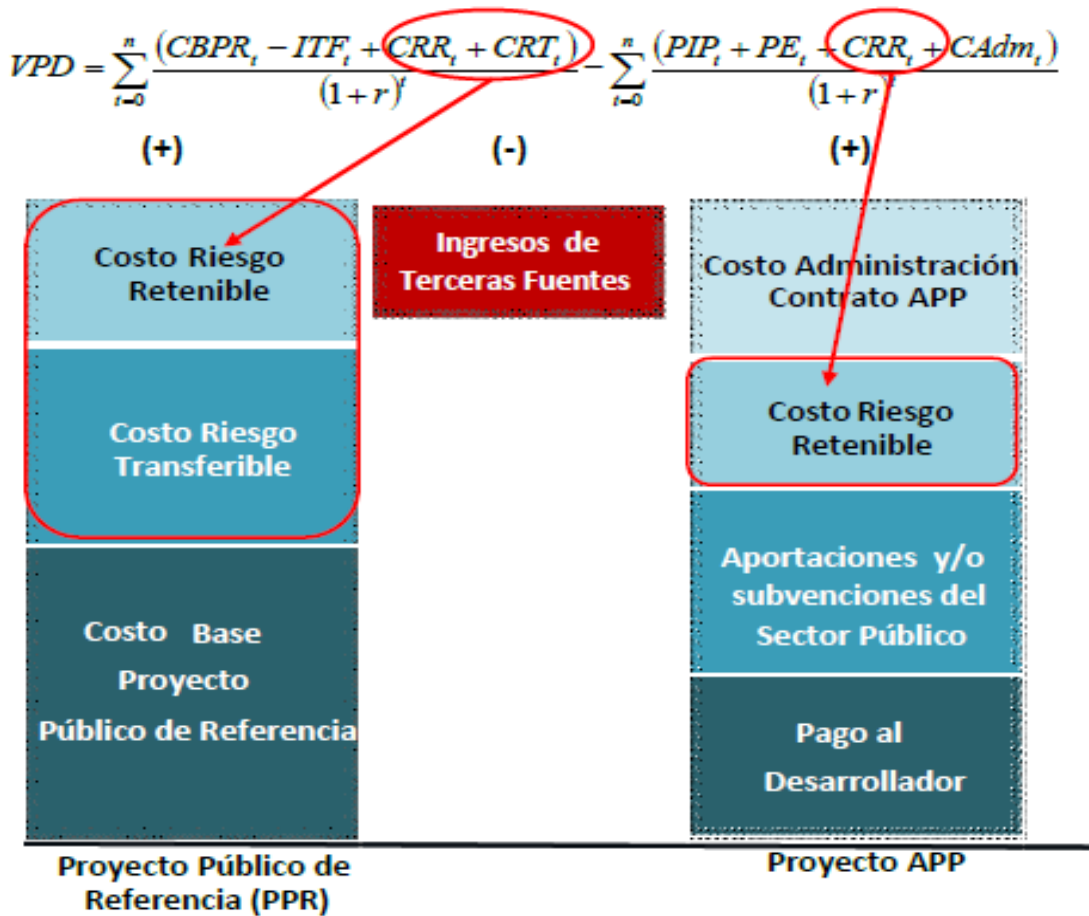
Valor del riesgo de las actividades del proyecto cuya gestión queda a cargo del inversionista desarrollador.

- Ingresos de Terceras fuentes

Deducción aplicada al Costo Base que incorpora el financiamiento público generado por cobro directo a usuarios por la provisión del servicio materia del proyecto.

En lo referente a la cuantificación de los riesgos, es un aspecto un poco más complejo, ya que como se había mencionado anteriormente 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 parte, no todos estos riesgos son cuantificables.

De esta forma y tal como se ha ejemplificado en diversas ocasiones y en diversos estudios, el Valor por el Dinero se puede representar de la siguiente forma:



Al diferencial del Costo del Proyecto Público de Referencia PPR, contra el Costo del Proyecto de Asociación Público-Privada APP, se le conoce como Valor por el Dinero. El Valor por Dinero (VPD) lo definimos como el resultado de la comparación del valor presente de los costos ajustados por riesgo al desarrollar un proyecto bajo el esquema de proyecto público (PPR), con el valor presente de los costos ajustados por riesgo del mismo proyecto desarrollado bajo un esquema APP.

---

La formulación básica para estimar el VPD es la siguiente:

$$VPD = \sum_{t=0}^n \frac{(CBPR_t - ITF_t + CRR_t + CRT_t)}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(PIP_t - PE_t + CRR_t + CAdm_t)}{(1+r)^t}$$

- VPD: Valor por dinero que generaría el proyecto en caso de ser desarrollado por el sector privado.
- CBPR: Estimación del Costo base del PPR en el periodo
- ITF: Ingresos de terceras fuentes generados en el periodo.
- CRR: Costo del riesgo retenible en el periodo.
- CRT: Costo del riesgo transferible en el periodo.
- PIP: Pago al Desarrollador en el periodo.
- PE: Aportaciones y/o subvenciones del sector público al inicio de la etapa de construcción en el periodo.
- CAdm: Costo de administración del Contrato de Asociación Público-Privada, en el periodo
- 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.

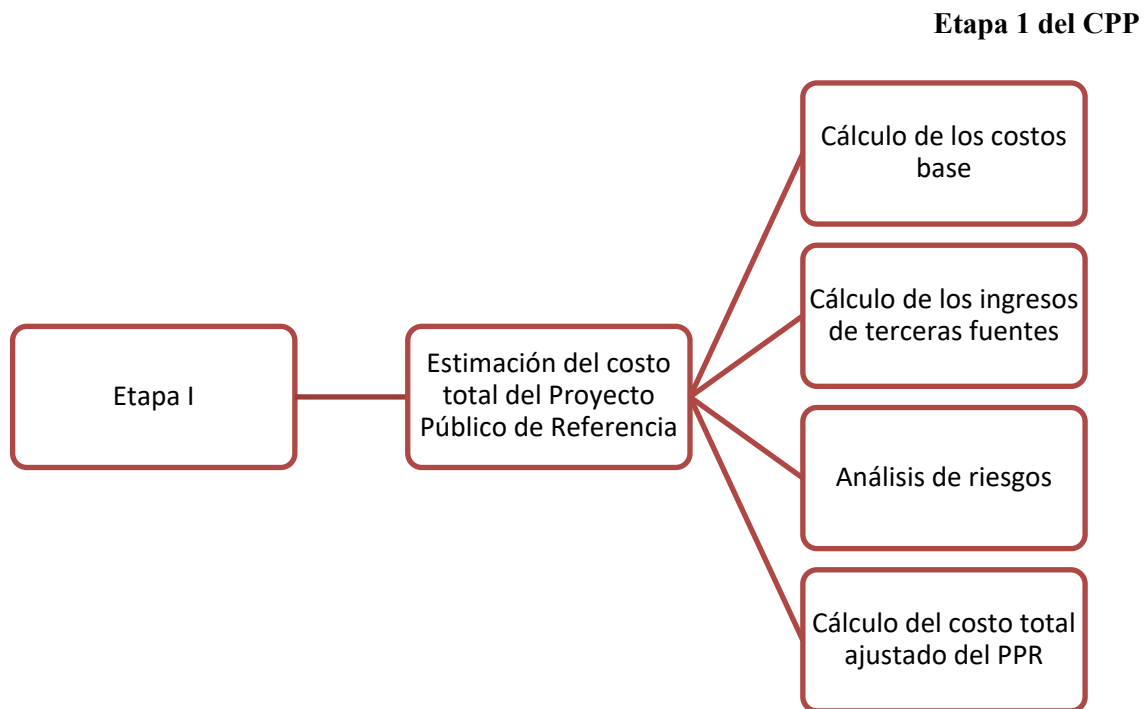
La Tasa de descuento del Comparador ( $r$ ), la cual representa el costo de oportunidad de utilizar recursos públicos en el proyecto, dependerá de la clasificación de riesgo establecida para México. Se deberá tomar como referencia para lo anterior, la tasa libre de riesgo en moneda local. Esta referencia 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 utiliza la tasa de rendimiento del UDIBONO de plazo

inmediato posterior a la última fecha del horizonte de evaluación del proyecto. El valor de la tasa de rendimiento de los Udibonos considerada es la siguiente:

<b>Título</b>	Valores Gubernamentales Resultados de la subasta semanal, Tasa de rendimiento Udibono a 30 años
<b>Periodicidad</b>	Diaria
<b>Cifra</b>	Porcentajes
<b>Unidad</b>	Porcentajes
<b>Tipo de información</b>	Índices
<b>21/06/2018</b>	3.80

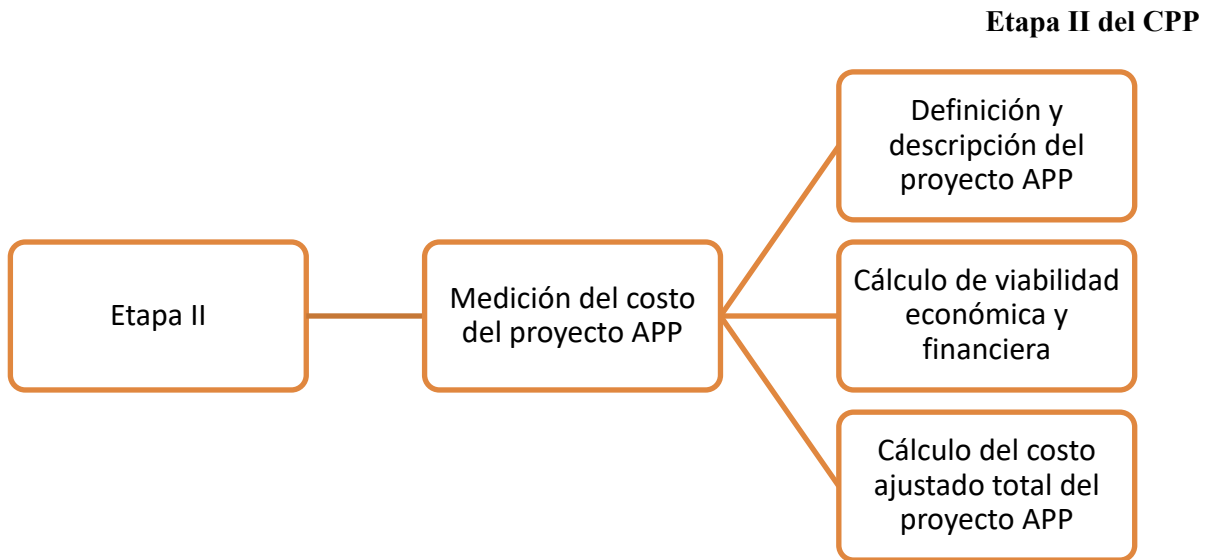
### Etapas generales de la metodología Comparador Público Privado

Las etapas generales de la metodología son tres:



Fuente: 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 2012





Fuente: 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 2012



Fuente: 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 2012

---

# 2

---

**Proyecto Público de Referencia**

## Cálculo del costo base

El Costo Base (CB) es calculado sobre la base del valor presente neto de los costos esperados para el sector público articulados en el Proyecto Público de Referencia “PPR”, durante el horizonte de vida del proyecto. El PPR es descrito en sus especificaciones técnicas y funcionales de diseño, construcción, operación, mantenimiento y conservación y de los costos asociados con ellas.

El costo base cubre la inversión inicial en activo fijo, equipamientos, financiación, costos de operación de los servicios, mantenimiento y conservación. En la siguiente tabla se muestran los costos del PPR.

**Costos del Proyecto Público de Referencia (pesos)**

Periodo	Año	TOTAL CAPEX	TOTAL COSTO OPERATIVO	TOTAL COSTO
0	2019	\$1,522,626,327	\$115,348,562	\$1,637,974,888
1	2020	\$600,863,658	\$398,154,437	\$999,018,095
2	2021	\$2,337,079,775	\$822,119,030	\$3,159,198,805
3	2022	\$-	\$1,252,362,469	\$1,252,362,469
4	2023	\$155,628,839	\$1,603,437,267	\$1,759,066,106
5	2024	\$161,075,848	\$1,946,927,618	\$2,108,003,466
6	2025	\$166,713,503	\$2,225,848,022	\$2,392,561,524
7	2026	\$172,548,475	\$2,530,275,569	\$2,702,824,044
8	2027	\$178,587,672	\$2,849,456,783	\$3,028,044,455
9	2028	\$184,838,240	\$3,181,442,403	\$3,366,280,644
10	2029	\$191,307,579	\$3,543,544,005	\$3,734,851,584
11	2030	\$198,003,344	\$3,878,247,450	\$4,076,250,794
12	2031	\$204,933,461	\$4,150,893,240	\$4,355,826,702
13	2032	\$212,106,132	\$4,339,117,980	\$4,551,224,112
14	2033	\$219,529,847	\$4,425,486,704	\$4,645,016,551
15	2034	\$227,213,391	\$4,462,394,696	\$4,689,608,088
16	2035	\$235,165,860	\$4,499,666,035	\$4,734,831,896
17	2036	\$243,396,665	\$4,537,306,267	\$4,780,702,932
18	2037	\$251,915,549	\$4,575,321,075	\$4,827,236,624
19	2038	\$260,732,593	\$4,613,716,290	\$4,874,448,883
20	2039	\$269,858,234	\$4,659,298,825	\$4,929,157,059
21	2040	\$279,303,272	\$4,705,397,995	\$4,984,701,267
22	2041	\$289,078,886	\$4,752,021,789	\$5,041,100,675
23	2042	\$299,196,647	\$4,799,178,383	\$5,098,375,030

Periodo	Año	TOTAL CAPEX	TOTAL COSTO OPERATIVO	TOTAL COSTO
24	2043	\$309,668,530	\$4,846,876,140	\$5,156,544,670
25	2044	\$320,506,928	\$4,895,123,623	\$5,215,630,551
26	2045	\$331,724,671	\$4,943,929,593	\$5,275,654,264
27	2046	\$343,335,034	\$4,993,303,022	\$5,336,638,056
28	2047	\$355,351,761	\$5,043,402,588	\$5,398,754,348
29	2048	\$367,789,072	\$5,095,279,445	\$5,463,068,517
<b>TOTALES</b>		<b>\$10,890,079,792</b>	<b>\$108,684,877,306</b>	<b>\$119,574,957,098</b>

### Costo base ajustado

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

$$CBRP = INV + CE$$

CBRP = Costo Base del Proyecto Publico de Referencia

INV: Valor Presente de las Inversiones

CE: Valor Presente de los costos de explotación

El valor presente de los costos son los siguientes:

Periodo	Año	TOTAL CAPEX	TOTAL COSTO OPERATIVO	TOTAL COSTO	VP del CBPR (pesos)	
					VP INV	VP CE
0	2019	\$1,522,626,327	\$115,348,562	\$1,637,974,888	\$1,522,626,326.87	\$115,348,561.54
1	2020	\$600,863,658	\$398,154,437	\$999,018,095	\$578,866,722.54	\$383,578,455.40
2	2021	\$2,337,079,775	\$822,119,030	\$3,159,198,805	\$2,169,096,282.50	\$763,027,154.59
3	2022	\$-	\$1,252,362,469	\$1,252,362,469	\$0.00	\$1,119,793,606.48
4	2023	\$155,628,839	\$1,603,437,267	\$1,759,066,106	\$134,060,446.77	\$1,381,219,048.81
5	2024	\$161,075,848	\$1,946,927,618	\$2,108,003,466	\$133,672,988.83	\$1,615,708,605.93
6	2025	\$166,713,503	\$2,225,848,022	\$2,392,561,524	\$133,286,650.72	\$1,779,554,884.15
7	2026	\$172,548,475	\$2,530,275,569	\$2,702,824,044	\$132,901,429.18	\$1,948,885,604.28
8	2027	\$178,587,672	\$2,849,456,783	\$3,028,044,455	\$132,517,321.01	\$2,114,380,994.39
9	2028	\$184,838,240	\$3,181,442,403	\$3,366,280,644	\$132,134,322.97	\$2,274,300,692.54
10	2029	\$191,307,579	\$3,543,544,005	\$3,734,851,584	\$131,752,431.86	\$2,440,418,425.14
11	2030	\$198,003,344	\$3,878,247,450	\$4,076,250,794	\$131,371,644.49	\$2,573,147,174.32

Periodo	Año	TOTAL CAPEX	TOTAL COSTO OPERATIVO	TOTAL COSTO	VP INV	VP CE
12	2031	\$204,933,461	\$4,150,893,240	\$4,355,826,702	\$130,991,957.65	\$2,653,220,361.16
13	2032	\$212,106,132	\$4,339,117,980	\$4,551,224,112	\$130,613,368.18	\$2,671,996,365.38
14	2033	\$219,529,847	\$4,425,486,704	\$4,645,016,551	\$130,235,872.90	\$2,625,415,779.33
15	2034	\$227,213,391	\$4,462,394,696	\$4,689,608,088	\$129,859,468.64	\$2,550,396,349.32
16	2035	\$235,165,860	\$4,499,666,035	\$4,734,831,896	\$129,484,152.25	\$2,477,551,127.58
17	2036	\$243,396,665	\$4,537,306,267	\$4,780,702,932	\$129,109,920.60	\$2,406,817,082.64
18	2037	\$251,915,549	\$4,575,321,075	\$4,827,236,624	\$128,736,770.54	\$2,338,133,008.42
19	2038	\$260,732,593	\$4,613,716,290	\$4,874,448,883	\$128,364,698.95	\$2,271,439,471.39
20	2039	\$269,858,234	\$4,659,298,825	\$4,929,157,059	\$127,993,702.71	\$2,209,904,441.15
21	2040	\$279,303,272	\$4,705,397,995	\$4,984,701,267	\$127,623,778.71	\$2,150,066,731.66
22	2041	\$289,078,886	\$4,752,021,789	\$5,041,100,675	\$127,254,923.86	\$2,091,879,413.80
23	2042	\$299,196,647	\$4,799,178,383	\$5,098,375,030	\$126,887,135.07	\$2,035,296,856.89
24	2043	\$309,668,530	\$4,846,876,140	\$5,156,544,670	\$126,520,409.24	\$1,980,274,692.75
25	2044	\$320,506,928	\$4,895,123,623	\$5,215,630,551	\$126,154,743.32	\$1,926,769,780.76
26	2045	\$331,724,671	\$4,943,929,593	\$5,275,654,264	\$125,790,134.23	\$1,874,740,173.86
27	2046	\$343,335,034	\$4,993,303,022	\$5,336,638,056	\$125,426,578.93	\$1,824,145,085.51
28	2047	\$355,351,761	\$5,043,402,588	\$5,398,754,348	\$125,064,074.37	\$1,774,997,470.97
29	2048	\$367,789,072	\$5,095,279,445	\$5,463,068,517	\$124,702,617.51	\$1,727,606,206.12
<b>TOTAL</b>		<b>\$10,890,079,792</b>	<b>\$108,684,877,306</b>	<b>\$119,574,957,098</b>	<b>\$7,633,100,875</b>	<b>\$58,100,013,606</b>

$$CBRP = INV + CE$$

$$CBRP = \$7,633,100,875 + \$58,100,013,606 = \$65,733,114,482$$

Cuando hay razones fundadas para suponer que la provisión pública de la infraestructura tomará un tiempo superior al plazo que normalmente tomaría la provisión privada, es recomendable realizar el ajuste que se explica a continuación:

Se determina el beneficio anual uniforme equivalente de la evaluación social

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

BAUE = Beneficio Anual Uniforme

VAN = valor presente neto de los flujos de la evaluación social

$r_A$  = tasa de descuento en términos anuales

---

p = plazo de la evaluación social en años

Posteriormente se lleva a un periodo mensual la tasa social de descuento de acuerdo

$$r_m = (1 + r_A)^{1/2} - 1$$

Se calcula el valor actual de costos del retraso en la implementación del proyecto

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

*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.

#### **VP de la espera pública (pesos)**

Costo Social de la Espera Pública	
BAUE	\$690,414,046
rm	0.80%
VAC	\$2,046,569,182

## **Cálculo de los Ingresos de Terceras Fuentes del proyecto**

### **Ingresos Existentes por cobro directo**

Corresponden a los ingresos que son 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 modalidad APP.

**PARA EL CASO DEL PROYECTO NO SE ESTIMAN INGRESOS DE TERCERAS FUENTES**

$$ITF = \$0$$

---

# 3

---

## **Análisis de Riesgos**

---

## Valoración de los riesgos Sobrecosto

Para la cuantificación del riesgo de sobre costo de un proyecto APP, es necesario conocer numéricamente los distintos componentes de la inversión y de los costos del proyecto, y para cada uno de ellos calcular el costo del riesgo. Los percentiles 5-50-95 de la distribución del costo del riesgo de sobre costo indican una posición frente al riesgo. De esta forma el costo del riesgo para el caso de valorar un sobre costos se representa de la siguiente manera:

$$CR_{Sobrecosto} = VPIN \times POR \times IRP$$

Donde:

- $CR_{SOBRECOSTO}$  : Costo del riesgo.  
 $VPIN$  : Componente de la inversión o costo del proyecto.  
 $PO$  : Probabilidad de ocurrencia del riesgo (en porcentaje).  
 $RI$  : Impacto que genera sobre el proyecto (en porcentaje).

### Parámetros del riesgo de Sobrecosto

Concepto	Valor
Probabilidad de Ocurrencia	20%
Impacto	25%
VPIN	\$65,733,114,482

Considerando la regla de los percentiles:

### Percentiles Chi Cuadrada Sobrecosto

Regla Percentiles		
P-5%	P-50%	P-95%
14.61%	24.34%	37.65%

Por lo cual el valor del sobrecosto mediante la regla del percentil es el siguiente:



## VP Sobrecosto Chi Cuadrada

	P-5%	P-50%	P-95%
<b>VP Sobrecosto</b>	<b>\$1,920,906,662</b>	<b>\$3,199,439,279</b>	<b>\$4,950,030,100</b>

### Sobreplazo

Para la cuantificación del riesgo de sobreplazo de un proyecto el componente de la inversión y/o costos del proyecto se debe evaluar la posibilidad de agregar todos los componentes en valor presente. Adicionalmente, se deben utilizar los siguientes parámetros: la tasa social de descuento y el plazo inicial de ejecución de la inversión del proyecto.

$$CR = \left( (1 + r_s)^{\frac{1}{360}} - 1 \right) \times PIN \times VPIN \times POR \times IRP$$

- $CR_{\text{SOBREPLAZO}}$  : Costo del riesgo.  
 $r_s$  : Tasa social de descuento anual (en porcentaje) para el año respectivo de evaluación.  
 $VPIN$  : Componente de la inversión o costo del proyecto.  
 $POR$  : Probabilidad de ocurrencia del riesgo (en porcentaje).  
 $IRP$  : Impacto que genera sobre el proyecto (en porcentaje).  
 $PIN$  : Plazo inicial de ejecución

### Parámetros del riesgo de Sobre plazo

Concepto	Valor
<b>Probabilidad de Ocurrencia</b>	30%
<b>Impacto</b>	70%
<b>VPIN</b>	\$65,733,114,482
$r_s$	10%
<b>PIN (días)</b>	1,080

Considerando la regla de los percentiles:

---

### Percentiles Chi Cuadrada Sobre plazo

Regla Percentiles		
P-5%	P-50%	P-95%
51.74%	69.33%	90.53%

Por lo cual el valor del sobrecosto mediante la regla del percentil es el siguiente:

### VP Sobre plazo Chi Cuadrada

	P-5%	P-50%	P-95%
VP Sobrecosto	\$2,917,721,689	\$3,909,963,685	\$5,105,307,418

## Riesgo de ingreso y demanda

El riesgo de ingresos y demanda es uno de los elementos en el que se ha puesto mayor atención al momento de desarrollar una APP, diversos países han recomendado, tanto en sus lineamientos como manuales técnicos, la aplicación de modelos específicos para realizar el análisis de riesgo de demanda, entre los modelos recomendados podemos citar los siguientes: Modelo del Movimiento Browniano Geométrico Co-Integrados, Modelo Estocástico en Tasa de Crecimiento, Modelo de reversión a la media, Modelo de difusión en saltos y el Modelo de Black-Scholes-Merton y sus variantes según la opción definida.

Dentro del apartado de riesgos del 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, se sugiere la realización de modelos estocásticos para valorar el riesgo de la demanda. El riesgo demanda se debe entender como aquellas variaciones en la demanda futura y si el uso de la infraestructura y los ingresos se mantienen dentro de las proyecciones efectuadas antes de la construcción. Hay que recordar que no el análisis de riesgo de demanda se refiere a una posibilidad de demanda menor, sino también a la posibilidad de contar con una demanda mayor a lo esperado, lo cual podría causar mayores costos.

---

El Manual establece el proceso de valoración de los ingresos, mediante el cálculo del valor esperado del costo del riesgo de los ingresos por terceras fuentes, expresándolo de la siguiente manera:

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

Donde la única variable es el parámetro  $\rho_{j,i_k}$ , por consiguiente, la valoración del  $E[CRIN]$  implica modelar la tasa  $\rho_{j,i_k}$  por medio de modelos estocásticos.

El modelo de la tasa de crecimiento es el modelo más utilizado al momento de considerar el riesgo de demanda. En el Manual se establece que se debe asumir un valor de elasticidad y con ella predecir los ingresos de demanda a través de la proyección del crecimiento del PIB. El manual establece que la elasticidad de los ingresos es 1. Dado que la distribución de probabilidad de la tasa de crecimiento del PIB por medio de la simulación Monte Carlo se obtiene una tasa de crecimiento del PIB ( $\lambda_{PIB}$ ) y por lo tanto una tasa de crecimiento de los ingresos de la demanda ( $\rho$ ), dado que:

$$\rho = \eta * \lambda_j$$

Como se tiene el punto de partida de los ingresos y su tasa de crecimiento, se hace posible estimar los ingresos para cualquier año:

$$Y_t = Y_0 * \prod_{i=1}^n (1 + \rho_j), \quad \rho_j iid(\bar{\rho}, \sigma_\lambda)$$

Si a la expresión anterior la transformamos por medio de la función logaritmo, tenemos:

$$LN = \left( \frac{Y_t}{Y_0} \right) = LN(\prod_{i=1}^n (1 + \lambda_j)) \Rightarrow LN(Y_t) = LN(Y_0) + \sum_{j=1}^N LN(1 + \lambda_j)$$

La expresión anterior corresponde a una ecuación estocástica de la demanda, la cual se puede expresar en función de la distribución Log normal (Ln) de la siguiente manera:

$$LN(Y_t) = LN(Y_0) + LN(e^{\mu_\lambda + \frac{1}{2}\sigma_\lambda^2}, e^{2\mu_\lambda + \sigma_\lambda^2}, (e^{\sigma_\lambda^2} - 1))$$

---

Es decir, el valor de la variable cambia en una unidad de tiempo en una cantidad que se distribuye log normal. Sin embargo y a pesar de los estudios e investigaciones realizados, aún sigue existiendo otros aspectos o riesgos en los que puede incurrir el esquema de APP y que no se determinó una metodología generalmente aceptada para cuantificarlos.

### *Modelo del Movimiento Geométrico Browniano*

Cuando se asume que la dinámica de un activo sigue un movimiento browniano, la expresión diferencial estocástica es la siguiente:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dZ$$

Donde  $\mu$  y  $\sigma$  son valores constantes que describen la media y la volatilidad del activo. Por el Lema de Itô, es posible obtener una función  $G$  de  $S$  y  $t$ , de la siguiente manera:

$$dG = \left( \frac{\partial G}{\partial S} \mu S + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial S} \sigma S dZ$$

Donde  $dZ = \epsilon_t dt$  y  $\epsilon_t \sim iid 0$ . Sin embargo, cuando el activo  $S$  se distribuye log normal (sólo puede ser positiva). Se define:

$$G = \ln S$$

Debido a:

$$\frac{\partial G}{\partial S} = \frac{1}{S}, \quad \frac{\partial^2 G}{\partial S^2} = -\frac{1}{S^2}, \quad \frac{\partial G}{\partial t} = 0$$

Remplazando de manera conveniente, donde además se hace el cambio de variable:  $dG = \ln \rho_t - \ln \rho_0$ , se obtiene la dinámica de la tasa de crecimiento de los ingresos:

$$\rho_t = \rho_0 \times \exp \left[ \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma \sqrt{t} \epsilon_t \right]$$

---

Donde  $\mu$  es la media,  $\sigma$  es la volatilidad de la tasa de crecimiento respectivamente, para cada periodo de tiempo, además  $\epsilon t \sim iid 0,1$ .

La anterior expresión se puede re expresar de la siguiente manera:

$$S(t) = S_0 e^{(a - \frac{\sigma^2}{2})t + \sigma W(t)}$$

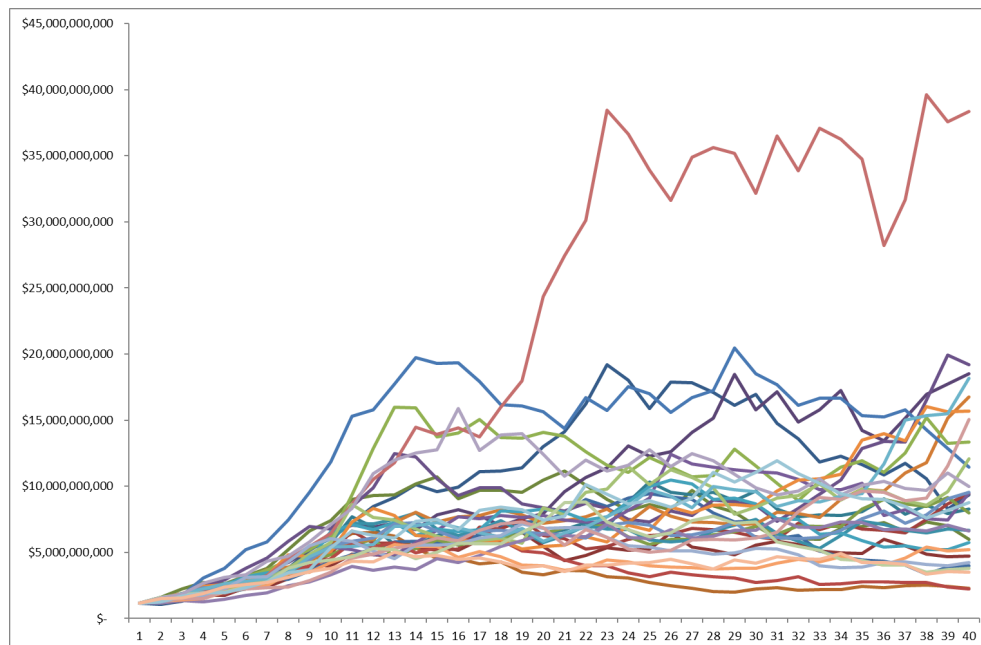
Donde:

$\sigma$  = volatilidad

$a - \sigma^2 / 2$  = tasa de rendimiento o drift

$S(t)$  = proceso a calcular (ingresos)

### Simulación



Por lo cual el valor del riesgo de ingresos mediante la simulación es el siguiente:

<b>VP Riesgo de Ingresos</b>	<b>\$5,213,139,194</b>
------------------------------	------------------------

---

## Costo del Riesgo Retenible y Transferible

El total de los costos es el siguiente:

### Componentes del Riesgo Retenible (pesos)

Riesgo	Costo
Riesgo Retenible	\$5,212,693,948
Riesgo Transferible	\$15,268,476,712

## Costo ajustado total del Proyecto Público de Referencia

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

CTPR= Costo Ajustado Total del Proyecto Público de Referencia

CBPR: Valor presente del costo base del PPR

CEP = Valor presente Costo de la espera Pública

CRT: Valor presente del costo del riesgo transferible

CRR: Valor presente del costo del riesgo retenido

ITF: Valor presente de los Ingresos de Terceras Fuentes

Quedando de la siguiente manera:

### Costo Ajustado Total del Proyecto Público de Referencia (pesos)

CBPR=	\$65,733,114,482
CEP=	\$2,046,569,182
CRT=	\$15,268,476,712
CRR=	\$5,212,693,948
ITF=	\$-
CTPR=	\$88,260,854,324

---

4

---

**Proyecto Privado**

## Pago al Desarrollador

El pago al desarrollador es calculado como resultado de la suma del costo de diseño, financiamiento, construcción, equipamiento, operación y mantenimiento del proyecto, costo del riesgo transferible<sup>1</sup> y la utilidad esperada por el desarrollador. De esta forma el VP de los pagos al desarrollador son los siguientes:

Por lo cual el VP de la inversión y costos del desarrollador es:

### Inversión del Desarrollador (pesos)

Periodo	Año	TOTAL CAPEX	TOTAL COSTO OPERATIVO	GASTOS FINANCIEROS	VP INV	VP COSTOS
0	2019	\$1,522,626,327	\$115,348,562	\$84,998,503	\$1,522,626,327	\$182,274,147
1	2020	\$600,863,658	\$398,154,437	\$178,188,195	\$578,866,723	\$523,791,428
2	2021	\$2,337,079,775	\$822,119,030	\$284,368,822	\$2,169,096,282	\$978,113,243
3	2022	\$-	\$1,252,362,469	\$398,996,049	\$-	\$1,421,490,738
4	2023	\$155,628,839	\$1,603,437,267	\$406,065,549	\$134,060,447	\$1,688,447,546
5	2024	\$161,075,848	\$1,946,927,618	\$380,519,907	\$133,672,989	\$1,893,069,597
6	2025	\$166,713,503	\$2,225,848,022	\$350,900,069	\$133,286,651	\$2,025,962,484
7	2026	\$172,548,475	\$2,530,275,569	\$319,095,857	\$132,901,429	\$2,164,756,681
8	2027	\$178,587,672	\$2,849,456,783	\$286,096,176	\$132,517,321	\$2,300,841,986
9	2028	\$184,838,240	\$3,181,442,403	\$251,973,146	\$132,134,323	\$2,432,510,296
10	2029	\$191,307,579	\$3,543,544,005	\$216,456,733	\$131,752,432	\$2,571,352,393
11	2030	\$198,003,344	\$3,878,247,450	\$179,729,959	\$131,371,644	\$2,677,885,193
12	2031	\$204,933,461	\$4,150,893,240	\$142,142,961	\$130,991,958	\$2,733,022,013
13	2032	\$212,106,132	\$4,339,117,980	\$104,099,281	\$130,613,368	\$2,728,300,061
14	2033	\$219,529,847	\$4,425,486,704	\$65,919,295	\$130,235,873	\$2,659,764,010
15	2034	\$227,213,391	\$4,462,394,696	\$28,108,049	\$129,859,469	\$2,564,506,289
16	2035	\$235,165,860	\$4,499,666,035	\$-	\$129,484,152	\$2,477,551,128
17	2036	\$243,396,665	\$4,537,306,267	\$-	\$129,109,921	\$2,406,817,083
18	2037	\$251,915,549	\$4,575,321,075	\$-	\$128,736,771	\$2,338,133,008
19	2038	\$260,732,593	\$4,613,716,290	\$-	\$128,364,699	\$2,271,439,471

<sup>1</sup> Al tratarse de un proyecto APP Autofinanciable no se considera el costo del riesgo transferible



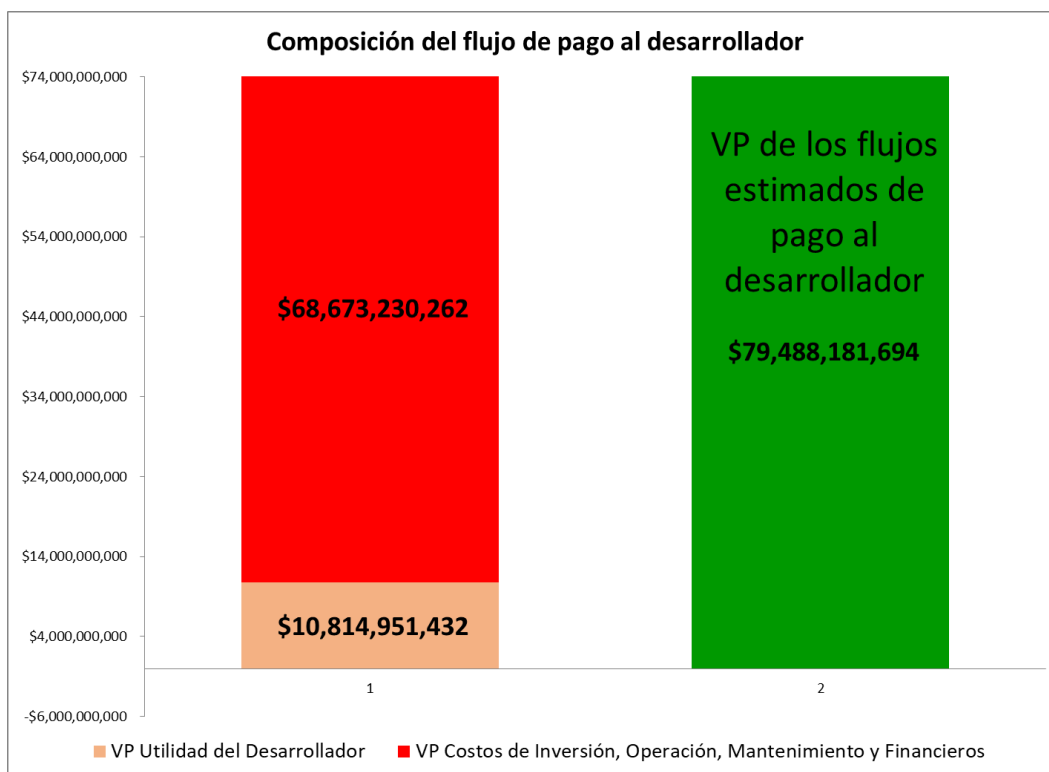
20	2039	\$269,858,234	\$4,659,298,825	\$-	\$127,993,703	\$2,209,904,441
21	2040	\$279,303,272	\$4,705,397,995	\$-	\$127,623,779	\$2,150,066,732
22	2041	\$289,078,886	\$4,752,021,789	\$-	\$127,254,924	\$2,091,879,414
23	2042	\$299,196,647	\$4,799,178,383	\$-	\$126,887,135	\$2,035,296,857
24	2043	\$309,668,530	\$4,846,876,140	\$-	\$126,520,409	\$1,980,274,693
25	2044	\$320,506,928	\$4,895,123,623	\$-	\$126,154,743	\$1,926,769,781
26	2045	\$331,724,671	\$4,943,929,593	\$-	\$125,790,134	\$1,874,740,174
27	2046	\$343,335,034	\$4,993,303,022	\$-	\$125,426,579	\$1,824,145,086
28	2047	\$355,351,761	\$5,043,402,588	\$-	\$125,064,074	\$1,774,997,471
29	2048	\$367,789,072	\$5,095,279,445	\$-	\$124,702,618	\$1,727,606,206
<b>TOTALES</b>		<b>\$10,890,079,792</b>	<b>\$108,684,877,306</b>	<b>\$3,677,658,550</b>	<b>\$7,633,100,875</b>	<b>\$61,040,129,386</b>

Junto con lo anterior se considera una utilidad en VP de \$10,814,951,432 pesos, dando como resultado un pago al desarrollador de:

**VP PIP= \$79,488,181,694**

La composición del flujo estimado de pago al desarrollador quedaría de la siguiente manera:

#### Composición del flujo de pago al desarrollador



---

## Aportaciones y/o subvenciones del sector público

No se consideran aportaciones y/o subvenciones del sector público

Aportaciones (pesos)

PE=	\$0
-----	-----

## Costo de administración del contrato

Corresponde al costo en que incurre la Administración Pública para estructurar, supervisar y controlar el contrato que se establecería con el sector privado. Por lo cual el VP del Costo de Administración del contrato es el siguiente:

Costo de administración del proyecto (pesos)

Periodo	Año	Pago a Telecomm	VP CAdm
0	2019	\$27,764,193	\$27,764,193.14
1	2020	\$28,735,940	\$27,683,949.81
2	2021	\$29,741,698	\$27,603,938.39
3	2022	\$30,782,657	\$27,524,158.23
4	2023	\$31,860,050	\$27,444,608.64
5	2024	\$32,975,152	\$27,365,288.96
6	2025	\$34,129,282	\$27,286,198.53
7	2026	\$36,242,146	\$27,914,665.52
8	2027	\$40,329,570	\$29,925,730.82
9	2028	\$44,951,088	\$32,133,943.55
10	2029	\$50,335,675	\$34,665,890.51
11	2030	\$55,663,260	\$36,931,567.96
12	2031	\$60,012,808	\$38,359,744.22
13	2032	\$63,021,156	\$38,807,955.78
14	2033	\$64,401,918	\$38,206,376.76
15	2034	\$64,989,586	\$37,143,554.86
16	2035	\$65,582,616	\$36,110,298.46
17	2036	\$66,181,057	\$35,105,785.10
18	2037	\$66,784,959	\$34,129,215.21
19	2038	\$67,394,372	\$33,179,811.47

20	2039	\$68,009,346	\$32,256,818.16
21	2040	\$68,629,931	\$31,359,500.60
22	2041	\$69,256,179	\$30,487,144.55
23	2042	\$69,888,142	\$29,639,055.63
24	2043	\$70,525,871	\$28,814,558.78
25	2044	\$71,169,420	\$28,012,997.71
26	2045	\$71,818,840	\$27,233,734.41
27	2046	\$72,474,187	\$26,476,148.59
28	2047	\$73,285,008	\$25,792,250.59
29	2048	\$75,293,104	\$25,528,891.00
<b>TOTALES</b>		<b>\$1,672,229,209</b>	<b>\$930,887,976</b>

<b>Cadm=</b>	<b>\$930,887,976</b>
--------------	----------------------

## **Cálculo de costo ajustado total del proyecto APP**

$$CAPP = PIP + PE + CRR + Cadm$$

CAPP: Costo ajustado del APP

PIP: Valor presente del Pago al Desarrollador

PE: VP Pagos del sector público en la construcción

CRR: VP

Costo retenido

Cadm: VP Costos de administración del APP

### **Costo Ajustado Total del Proyecto APP**

<b>PIP=</b>	<b>\$79,488,181,694</b>
<b>PE=</b>	<b>\$-</b>
<b>CRR=</b>	<b>\$5,212,693,948</b>
<b>Cadm=</b>	<b>\$930,887,976</b>
<b>CAPP=</b>	<b>\$85,631,763,617</b>

---

# 5

---

**Valor por el Dinero (Value for Money)**

---

## Cálculo del Valor por el Dinero

En esta etapa se presentan las componentes que permiten la evaluación del CPP, y se complementa la condición necesaria (Análisis de Elegibilidad) con la condición suficiente (VPD) para llevar a cabo un proyecto APP. El valor por dinero es la diferencia del costo ajustado por riesgo entre la provisión pública y la provisión privada de la infraestructura.

El valor por el dinero estimado es de:

**VPD (pesos)**

CTPR=	\$88,260,854,324
CAPP=	\$85,631,763,617
VPD=	\$2,629,090,707

Donde:

CAPP: Costo ajustado del APP

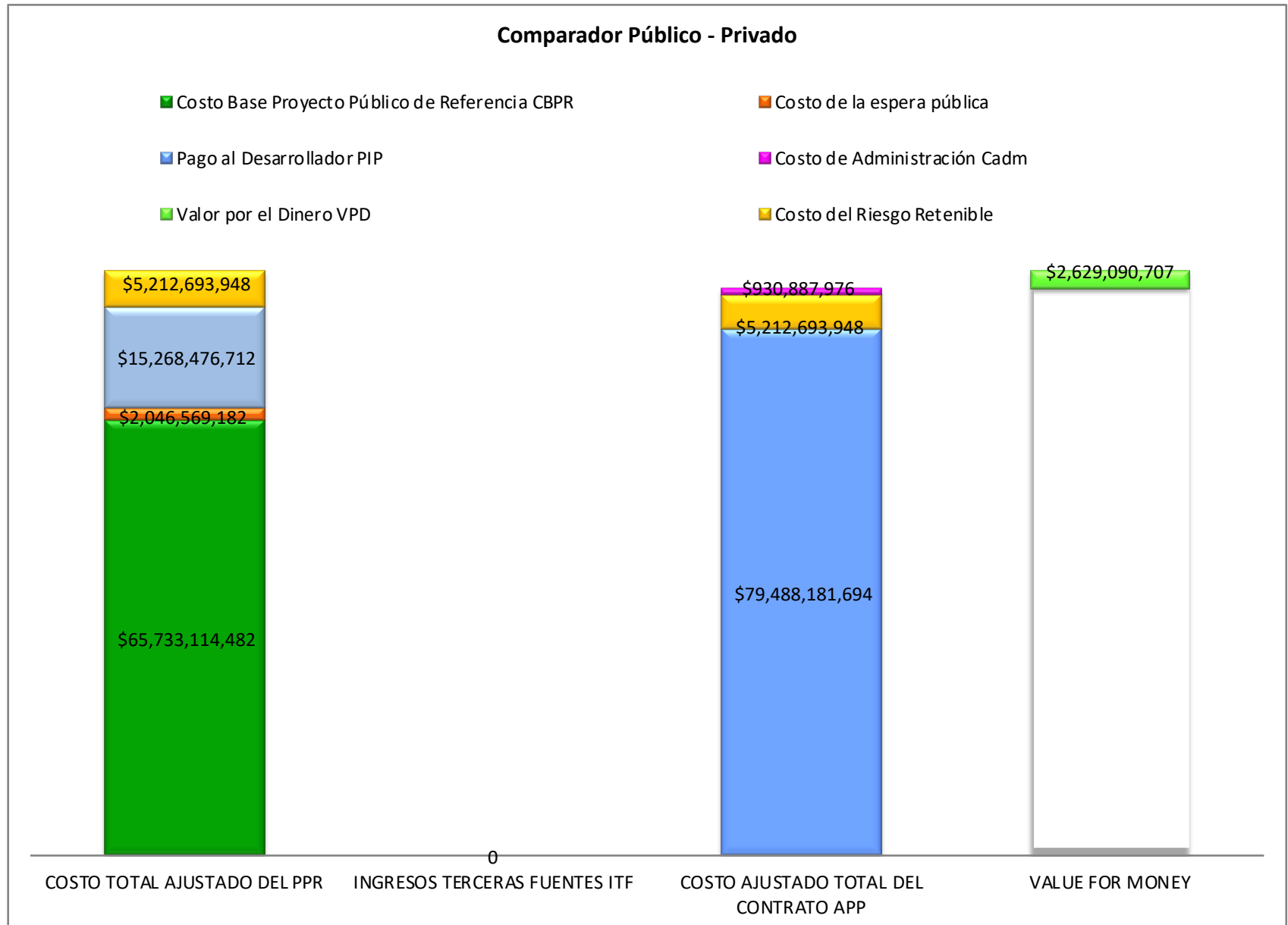
CTPR= Costo Ajustado Total del Proyecto Público de Referencia

VPD= Valor por el Dinero

**El proyecto genera valor por el dinero, por lo cual se genera valor por la vía de contratar el proyecto a privados, es otras palabras, es conveniente realizar el proyecto mediante el esquema de Asociación Público-Privada.**

El esquema del valor por el dinero es el siguiente:

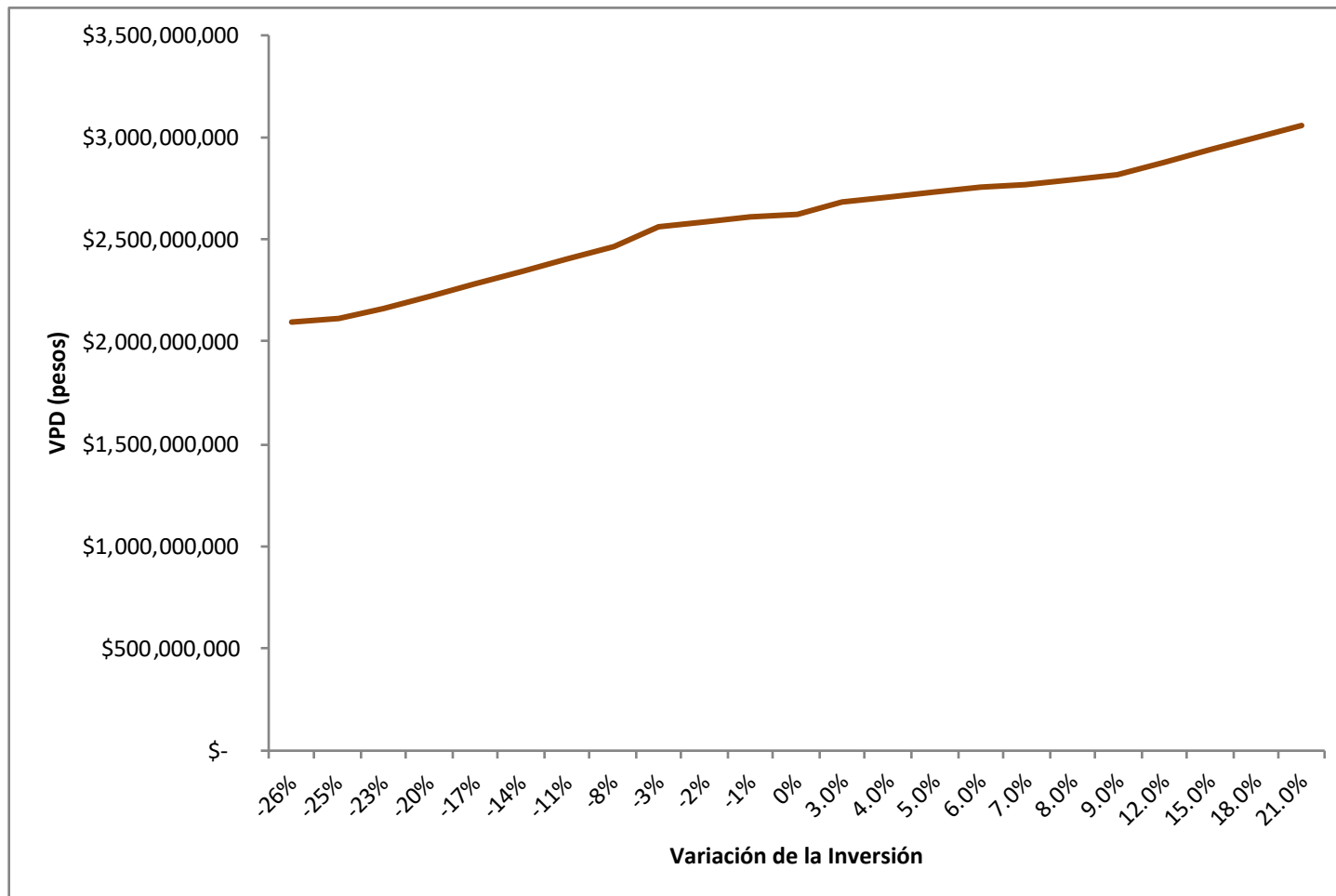
## Comparador Público Privado – VPD (pesos)



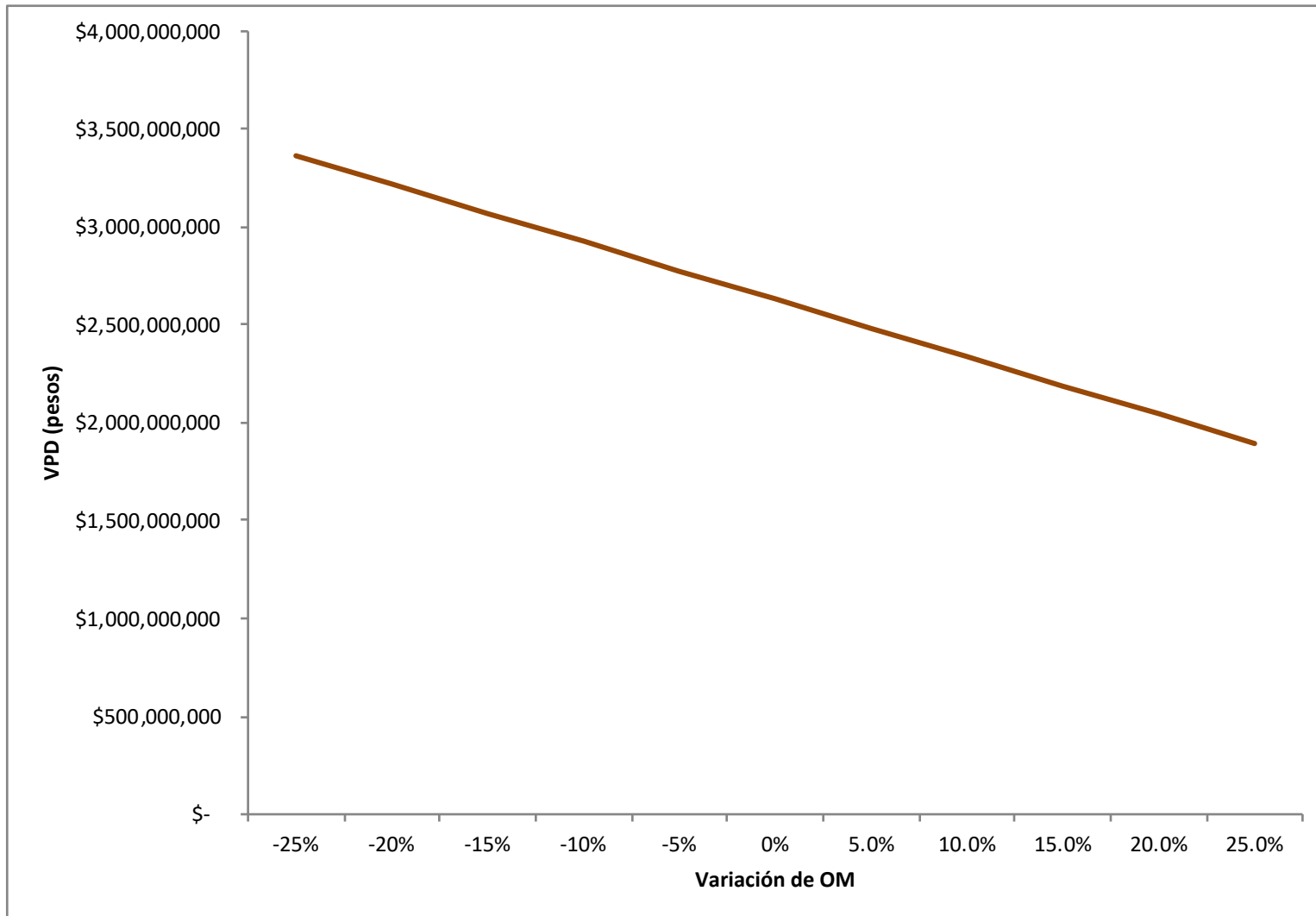
## Análisis de Sensibilidad

Mediante este análisis se identificaron los efectos que ocasionarían la modificación del monto de inversión del costo base del PPR, los costos de operación y mantenimiento, así como el cambio en la demanda.

### Sensibilidad de la Inversión



## Sensibilidad de los costos OM





---

## **Conclusión**

- Al realizarse el CPP y obtenerse un VPD positivo, se determina que conviene al Sector Público llevar a cabo este proyecto bajo el esquema de APP.
- Ha de notarse que el ahorro bajo este esquema para la Federación es de MXN\$2,629 millones de pesos bajo un escenario de cálculo conservador.
- Con base en el análisis de sensibilidad ante incrementos en la inversión y en los costos de operación y mantenimiento el proyecto aún presenta un importe positivo de valor por el dinero.

---

# 5

---

## **Bibliografía Especializada Consultada**

---

Auditoria Superior de la Federación: *Problemática General en Materia de Obra Pública*, marzo 2012

Ahadzi, M. and Bowles, G. (2004) *Public-Private Partnerships and contract negotiations: An empirical study*. *Construction Management and Economics* 22 (9): 967–978.

Akintoye, A. and Chinyio, E. (2005) *Private Finance Initiative in the Healthcare Sector: Trends and risk assessment*. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 12(6), pp 601 , 616.

Australian Government (2006) *Policy Principles for the Use of Public Private Partnerships*. Department of Finance and Administration. Australian Government.

Bennett, J. y E. Iossa (2006). *Building and Managing Facilities for Public Services*. *Journal of Public Economics*, 90, pp. 2143–60

Black, F. y M. Scholes (1973). *The pricing of options and corporate liabilities*. *Journal of Political Economy*, 81,

Blanc-Brude, F., Goldsmith, H. y Vällilä T. (2007). *Public-Private Partnerships in Europe: An Update*. Economic and Financial Report 2007/03. European Investment Bank

Boardman, A., Greenberg D., Vining A. y D. Weimer (2001) *Cost-Benefit Analysis Concepts and Practice*. Prentice Hall. Second Edition.

Broadbent, J., Gill, J. and Laughlin, R. (2008). *Identifying and controlling risk: The problem of uncertainty in the private finance initiative in the UK's National Health Service*. *Critical Perspectives on Accounting*, Vol. 19 No. 1, pp. 40-78.

Cameron, U. (2004). *Public Sector Comparator: Development y Practical Use*. KPMG 2004

Dasgupta, P., S. Marglin y A.K. Sen (1972). *Pautas para la Evaluación de Proyectos*. ONUDI, Nueva York.

Demirag, I., Dubnick, M. y M. Khadaroo (2004). *A Framework for Examining Accountability and Value for Money in the UK's Private Finance Initiative*. *Journal of Corporate Citizen* Autumn

---

De Bettignies, J.E. y T. Ross (1974). *The Economics of Public-Private Partnerships*. Canadian Public Policy – Analyse de Politiques, Vol. XXX, No 2

De Rus, G. (2004) *Análisis Costo Beneficio: Evaluación Económica de Políticas Públicas y Proyectos de Inversión*. Ariel, 2ª Edición.

Dixon, T., Pottinger, G. and Jordan, A. (2005). *Lessons from the private finance initiative in the UK.*, Journal of Property Investment and Finance, Vol. 23 No. 5, pp. 412-423.

Engel, E., Fischer, R. y A. Galetovic (2007). *The Basic Public Finance of Public Private Partnerships*. Mimeo World Bank

Esteban, M. (2006). *La colaboración pública-privada en la provisión de infraestructuras: una valoración de la experiencia internacional*. Economías, No 63, 3er cuatrimestre

Fitzpatrick, S. (2006). *Asociaciones público-privadas: Principales Aspectos económicos y directrices básicas*. Universidad de Hamburgo

Gerrard, M. (2001). *Public-Private Partnerships*. Finance and Development, 38, pp. 48–51

Gao, S. and Handley-Schachler. (2004). *Public bodies perceptions on risk transfer in the UK's PPP*. Journal of Finance and Management in Public Services, Vol. 3 No. 1, pp. 25-39.

Grout, P. (2002). *Public and Private Sector Discount Rates in Public - Private Partnerships*. CMPO University of Bristol, Working Paper Series N° 03/059

Harberger, A. Wisecaver (1977). *Private and Social Rates of Return to Capital in Uruguay*. Economic Development and Cultural Change, 25 (3), p. 411-445.

Heald, D. (2003). *Value for Money Tests and Accounting Treatment in PFI Schemes*. Accounting, Auditing and Accountability Journal 16.3 pp. 342-71.

Hemming, R. (2006). *Public-Private Partnerships, Government Guarantees and Fiscal Risk*. Washington, DC: IMF.

Katz, D. (2006). *Financing Infrastructure Projects: Public Private Partnerships (PPPs)*. New Zealand Treasury

---

Keeney, R.L. y Raiffa, H. (1976) *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. Ed. Wiley, New York.

Leigland, J. y C. Shugart (2006). *Is the public sector comparator right for developing countries? Appraising public-private projects in infrastructure*. Note 4 PPIAF World Bank

Leung, B. y E. Hui (2005). *Evaluation approach on Public-Private Partnerships (PPP) Urban Redevelopment*. International Journal of Strategic Property Management, 2005; 9

Little, I.M.D. y Mirrlees, J.A. (1990) *Project appraisal and Planning twenty years on*. World Bank conferences on development economics, Washington D.C.

Ng, A. and Loosemore, M. (2007) *Risk allocation in the private provision of public infrastructure*. International Journal of Project Management **25** (1): 66–76.

Rodney, W. y Gallimore, P. (2002). *Risk assessment in PFI schemes for primary health care. Facilities*, Vol. 20 Iss: 1/2, pp.52 - 60

Tang, Li Yaning, Qiping Shen, and Eddie W.L. Cheng. 2009. *A Review of Studies on Public-Private Partnership Projects in the Construction Industry*. International Journal of Project Management vol. 28.

Yescombe, E.R. (2007) *Public-Private Partnerships: Principle of Policy and Finance*. Elsevier Finance

---

# 6

---

**Anexos**

---

Anexo	Descripción
Anexo A	Comparador Público Privado

