## Octubre 13, 2017

**Informe Final**

**México - Análisis costo-beneficio del Proyecto de Eficiencia Energética en Edificios de Oficinas de la Administración Pública Federal (EOAPF).**

**Preparado a solicitud del Banco Interamericano de Desarrollo**

Elaborado por: Oscar González Rivera

Fecha: 13 de octubre de 2017

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo 4

Fundamentos del Modelo 7

Consideraciones clave 9

Caso base 11

Análisis de sensibilidad 13

Conclusiones 14

**Glosario**

APF Administración Pública Federal

BID Banco Interamericano de Desarrollo

CONUEE Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

EE Eficiencia Energética

EOAPF Edificios de Oficinas de la Administración Pública Federal

GdM Gobierno de México

GEI Gases de Efecto Invernadero

MDD Millones de Dólares de los Estados Unidos de América

MDP Millones de Pesos MXN

MEE Medidas de Eficiencia Energética

MDP Millones de pesos

PSR Periodo Simple de Recuperación de la Inversión, medido en años (monto de la inversión entre ahorros anuales)

SENER Secretaría de Energía

VPN Valor Presente Neto

Índice de tablas

|  |  |
| --- | --- |
| Número y titulo de tabla | Pag. |
| *1: Indicadores resultantes del análisis costo/beneficio para el caso base del Proyecto de EEEOAPF* | 5 |
| *2: Indicadores resultantes del análisis costo/beneficio para variaciones en el PSR de las inversiones.* | 6 |
| *3: Indicadores resultantes de la sensibilización de otras variables operativas y financieras.* | 6 |
| *4: Conclusiones del estudio “Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategia Financiera-Administrativa para Implementar Medidas de Eficiencia Energética (EE) en Edificios la Administración Pública Federal”.* | 8 |
| *5: Porcentaje del potencial de ahorro en EEOAPF a cubrir con el crédito de 33 MDD.* | 9 |
| *6: Cifras relevantes del caso base establecido para el estudio.* | 12 |
| *7: Indicadores resultantes del análisis costo/beneficio para el caso base del Proyecto de EEEOAPF* | 12 |
| *8: Indicadores resultantes de la sensibilización de otras variables operativas y financieras.* | 13 |

**Proyecto de Eficiencia Energética en Edificios de Oficinas de la Administración Pública Federal (EOAPF) – ME-L1267 - Análisis Económico**

# **Resumen Ejecutivo**

Con el fin de avanzar en el cumplimiento de las metas de eficiencia en el uso de energía, y con ello contribuir a la seguridad energética y a la reducción de emisiones de GEI, el GdM planea desarrollar acciones encaminadas en lograr ahorros energéticos y económicos en instalaciones públicas como los EOAPF, edificios de gobiernos estatales, hospitales e instalaciones del sector salud, y en escuelas.

Como punto de partida en la implementación de estas acciones, el GdM solicitó al BID estructurar un financiamiento para llevar a cabo un Proyecto de Eficiencia Energética para EOAPF, el cual será de carácter demostrativo, a fin de poder extenderlo a nivel nacional, tanto en hospitales, escuelas como otro tipo de edificios de gobiernos estatales y municipales.

El Proyecto de Eficiencia Energética para EOAPF contempla la implementación de MEE en más de 800 EOAPFs; requerirá una inversión de 755 MDP y podría generar durante 10 años ahorros anuales por 189.5 MDP. Las MEE consisten en sustituir sistemas de aire acondicionado e iluminación por tecnologías de alta eficiencia, y en algunos casos instalar equipo que permita cambiar a una tarifa eléctrica más baja. El criterio económico que debe cumplir la sustitución de equipo es presentar un PSR de hasta 4.29 años para iluminación y de hasta 3.8 años para aire acondicionado y cambio de tarifa.

A fin de que sea posible la implementación de dicho Proyecto, el BID está analizando la viabilidad de otorgar un crédito al GdM por un monto de 33 millones de dólares estadounidenses a un plazo de 15 años, con amortizaciones anuales. De los 33 MDD, 1.75 MDD se destinarían a proyectos ejecutivos requeridos para precisar las características de las MEE a implementar en cada inmueble, en tanto que 28.25 MDD se destinarían a adquisición e implementación de MEE; los 3 MDD restantes se destinarían a asistencia técnica y apoyo para la implementación del Proyecto.

Para este financiamiento se contempla que el GdM aportaría a su vez 3 MDD de contrapartida adicionales al crédito para cubrir los costos de la administración y operación inherentes a la estructura bajo la cual ejecutará el Proyecto.

El proyecto será ejecutado por la SENER, que contratará al FIDE, a fin de que éste lleve a cabo las actividades correspondientes a la propuesta e implementación de los procedimientos para: (i) preparación de los proyectos ejecutivos para los EOAPF; (ii) procesos licitatorios; (iii) contratación, supervisión, pagos y finiquito por la proveduría de equipos y su instalación; (iv) retiro y manejo de los equipos reemplazados y sus residuos; (v) registro de la contabilidad del Proyecto; (vi) presentación de los programas anuales de trabajo; y (vii) presentación de informes de avance.

En este sentido, en el presente documento se desarrolla un análisis costo-beneficio del Proyecto de Eficiencia Energética en Edificios de Oficinas de la Administración Pública Federal, con el propósito de dar mayores elementos para la formulación de dicho Proyecto.

A fin de efectuar los cálculos correspondientes se realizó un modelo en hoja de cálculo para estimar bajo distintos escenarios el valor presente neto del Proyecto de Eficiencia Energética en Edificios de Oficinas de la Administración Pública Federal.

El modelo es construido trimestralmente y considera que las medidas de eficiencia energética pueden tener demoras de hasta 3 trimestres en su implementación.

En el estudio se utilizó una tasa de descuento igual a 10%. Esta tasa se considera en disposiciones de la Subsecretaría de Egresos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para entidades de la Administración Pública Federal, como constatado en el Oficio Circular No. 400.1.410.14.009 del 13 de enero de 2014, y además corresponde al descuento aplicado en el ámbito social en México, tal como lo documenta la publicación del IADB, “Tasa de descuento social y evaluación de proyectos, Algunas reflexiones prácticas para América Latina y el Caribe”.

El caso base fue construido a partir de resultados del estudio “Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategia Financiera-Administrativa para Implementar Medidas de Eficiencia Energética (EE) en Edificios la Administración Pública Federal”, realizado con apoyo del BID. Contempla la implementación de medidas de eficiencia energética en aire acondicionado, iluminación y cambio de tarifa eléctrica que queden dentro del alcance del crédito, y por lo tanto equivalen a 28.25 MDD en inversiones directas, tras considerar proyectos ejecutivos.

Para determinar los indicadores de bondad económica, el modelo considera como ingresos los ahorros económicos a generar durante la vida útil de las MEE así como los ahorros en emisiones de dióxido de carbono, y como costos considera tanto la inversión por 28.25 MDD como los 1.75 MDD que se destinarían a los proyectos ejecutivos correspondientes.

El modelo del caso base estimó los siguientes indicadores de bondad económica para el Proyecto:

*Tabla 1: Indicadores resultantes del análisis costo/beneficio para el caso base del Proyecto de EEEOAPF*

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador de bondad económica** | **Valor** |
| Valor Presente Neto | $ 377,111,287 pesos |
| Período Simple de Retorno | 5.06 años |
| Tasa interna de retorno económico | 24.76% anual |
| TIR – tasa de descuento | 14.76% |
| Razón costo/beneficio | 3.163 |

*Fuente: Elaboración propia*

Adicionalmente y considerando los factores que por la naturaleza propia de la implementación del Proyecto pudieran tener variaciones más relevantes, se realizó un análisis de sensibilidad para verificar los cambios esperados en el valor presente neto del proyecto a partir de distintos escenarios al modificar las estimaciones para las siguientes variables:

* Los períodos simples de retorno de las medidas de eficiencia eléctrica, asumiendo que estos podrían ser mayores o menores a lo contemplado. Previo a la implementación de MEE en cada EOAPF se preparará un proyecto ejecutivo que precisará las características del equipo a sustituir, y se ejecutará un proceso licitatorio que asegure las características técnicas requeridas y obtenga un costo óptimo; en un escenario optimista se esperaría que derivado de esto se pudieran obtener PSRs menores. Por otro lado, en un escenario pesimista se podrían presentar circunstancias que incrementaran el PSR de la inversión, como pudieran ser variaciones cambiarias, por estacionalidad, por una implementación o coordinación imperfecta o por sesgos en la información disponible para elaborar el estudio anterior, entre otros factores.
* Se podrían presentar retrasos en la implementación de las medidas, de tal manera que la generación de los ahorros se retrasara respecto a las fechas originalmente contempladas.
* La valoración de las emisiones de carbono en los mercados globales, considerando que las emisiones obtienen diferentes cotizaciones en distintos mercados. Se utilizaron valores de futuros de emisiones de carbono del Intercontinental Exchange, basado en el Reino Unido (como reportados en *Investing.com*)[[1]](#footnote-1), y del mercado de carbono de California[[2]](#footnote-2).

Los resultados de las sensibilizaciones efectuadas se muestras a continuación:

*Tabla 2: Indicadores resultantes del análisis costo/beneficio para variaciones en el PSR de las inversiones.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Caso base | PSR pesimista | PSR optimista |
| PSR de MEE (Iluminación) | 3.80 | 4.80 | 3.30 |
| PSR de MEE (AC) | 4.29 | 5.29 | 3.79 |
| PSR de MEE (Cambio tarifa) | 3.81 | 4.81 | 3.31 |
| Costo operativo | 3 MDD | 3 MDD | 3 MDD |
| Desfase entre inversión y generación de ahorros | 1 trimestre | 1 trimestre | 1 trimestre |
| Precio de tonelada CO2 | $8.45 USD | $8.45 USD | $8.45 USD |
| Reducción anual en costo de MEEs | 0% | 0% | 0% |
| VPN | 377,111,287 pesos | 206,315,919 pesos | 500,248,949 pesos |
| Razón Costo-beneficio | 3.163 | 2.552 | 3.605 |
| Tasa interna de Retorno Económico (anualizado) | 24.76% | 17.29% | 29.23% |
| TIR – Tasa Descuento | 14.76% | 7.29% | 19.23% |

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 3: Indicadores resultantes de la sensibilización de otras variables operativas y financieras.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Menor ritmo de implementación | Mayor valor de CO2 | Menor costo de tecnologías (I) | Menor costo de tecnologías (II) |
| PSR de MEE (Iluminación) | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 |
| PSR de MEE (AC) | 4.29 | 4.29 | 4.29 | 4.29 |
| PSR de MEE (Cambio tarifa) | 3.81 | 3.81 | 3.81 | 3.81 |
| Costo operativo | 3 MDD | 3 MDD | 3 MDD | 3 MDD |
| Desfase entre inversión y generación de ahorros | 3 trimestres | 1 trimestre | 1 trimestre | 1 trimestre |
| Precio de tonelada CO2 | $8.45 USD | $12.91 USD | $8.45 USD | $8.45 USD |
| Reducción anual en costo de MEEs | 0% | 0% | 10% | 20% |
| VPN | 316,985,134 pesos | 396,342,010 pesos | 419,777,363 pesos | 462,443,440 pesos |
| Razón Costo-beneficio | 3.040 | 3.232 | 3.252 | 3.341 |
| Tasa interna de Retorno Económico (anualizado) | 21.44% | 25.46% | 27.45% | 30.51% |
| TIR – Tasa Descuento | 11.44% | 15.46% | 17.45% | 20.51% |

*Fuente: Elaboración propia*

Se encontró que los resultados son particularmente sensibles a los períodos simples de recuperación de las distintas MEE, así como a posibles variaciones en los costos de las tecnologías.

De la sensibilidad al PSR se desprende la necesidad de dar particular atención a la preparación de proyectos ejecutivos para los EOAPF y a los procesos licitatorios debiendo asegurar que se cumplan o mejoren los PSR requeridos; así como a la contratación, supervisión, pagos y finiquito por la proveeduría de equipos y su instalación a fin de asegurar que el desempeño sea acorde a lo proyectado.

# **Fundamentos del modelo**

Para proyectar los ahorros posibles a través del Proyecto propuesto, se realizó un modelo en una hoja de cálculo que considera, entre otras cosas, la distribución de las medidas de eficiencia energética (MEEs), sus periodos simples de retorno, el potencial total que los inmuebles de la Administración Pública Federal tienen para actualizar su equipo de aire acondicionado y luminarias, y el retraso en implementación que podrían tener las MEEs.

Considerando todos sus parámetros financieros y técnicos, el modelo permite estimar los indicadores de bondad económica del proyecto y, por lo tanto, el potencial que tiene para generar beneficios sociales mediante la reducción de emisiones de CO2, beneficios para el gobierno de México mediante la reducción en su gasto en energía, y para el BID mediante la implementación de un Proyecto alineado con sus objetivos como institución para el desarrollo de países latinoamericanos.

El modelo tiene como base el estudio “Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategia Financiera-Administrativa para Implementar Medidas de Eficiencia Energética (EE) en Edificios la Administración Pública Federal”, realizado con apoyo del BID. Se utilizan sus conclusiones como punto de partida para hacer una evaluación más concreta, considerando las necesidades del Proyecto y las características del crédito a otorgarse.

Dicho estudio determinó que:

* El consumo de energía eléctrica de los EOAPF se concentra principalmente en aire acondicionado e iluminación, representando el 72.4% del consumo total de energía eléctrica de los 1,806 edificios propiedad de la APF.
* Por la antigüedad de las instalaciones y su equipamiento, existe un potencial de ahorro del 32% del actual consumo, por la sustitución de equipos de gran consumo de energía, por equipos de alta eficiencia.
* En el caso de iluminación, la eficiencia y vida útil de la mayoría de los equipos de iluminación actuales es significativamente menor a las lámparas a base de LEDs disponibles actualmente en el mercado, por lo cual la instalación del equipo más moderno genera un ahorro económico relevante.
* En el caso de equipos de aire acondicionado los equipos existentes tienen una relación de eficiencia energética menor en un 40%, con respecto a los equipos nuevos de alta eficiencia.

*Tabla 4: Conclusiones del estudio “Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategia Financiera-Administrativa para Implementar Medidas de Eficiencia Energética (EE) en Edificios la Administración Pública Federal”.*

|  |  |
| --- | --- |
| Consumo actual de energía en edificios de la Administración Pública Federal destinados a oficina | 433.3 GWh por año |
| Gasto anual por consumo de electricidad de edificios de la Administración Pública Federal destinados a oficina | $690.62 millones de pesos por año |
| Inversiones potenciales en MEEs de iluminación | $305.74 millones de pesos |
| Inversiones potenciales en MEEs de aire acondicionado | $407.82 millones de pesos |
| Inversiones potenciales en MEEs de cambio de tarifa (Tarifa 3 a Tarifa HM)[[3]](#footnote-3) | $41.79 millones de pesos |
| Período simple de retorno de inversiones en MEEs de iluminación | 4.29 años |
| Período simple de retorno de inversiones en MEEs de aire acondicionado | 3.80 años |
| Período simple de retorno de inversiones en MEEs de cambio de tarifa | 3.81 años |
| Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero tras implementación de todas las medidas de eficiencia energética propuestas | 52,670 toneladas de emisiones de CO2 al año |

*Fuente: estudio “Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategia Financiera-Administrativa para Implementar Medidas de Eficiencia Energética (EE) en Edificios la Administración Pública Federal”*

Sin embargo, la parte del crédito propuesto que está programada para la implementación de las medidas de eficiencia energética es de 28.25 millones de dólares y por lo tanto, considerando un tipo de cambio de 18.13 MXN/USD, es de 512.2 millones de pesos y no puede cubrir la totalidad de las inversiones propuestas en el diagnóstico mencionado.

Por lo mismo, con base en la distribución de inversiones en medidas de eficiencia energéticas solicitada por el Banco Interamericano de Desarrollo, se calculó la parte proporcional de los proyectos a cubrirse por el crédito, los cuales se resumen en la siguiente tabla:

*Tabla 5: Porcentaje del potencial de ahorro en EEOAPF a cubrir con el crédito de 33 MDD.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Medidas de eficiencia energética | Distribución de inversiones | Cantidad a invertir | Porcentaje del potencial cubierto por crédito | Período simple de retorno |
| Iluminación | 40.5% | $ 207,429,862.50 | 67.85% | 4.29 |
| Aire acondicionado | 54% | $ 276,573,150.00 | 67.82% | 3.80 |
| Cambio de tarifa | 5.5% | $ 28,169,487.50 | 67.41% | 3.81 |

*Fuente: Elaboración propia*

De igual manera, para considerar la proporción correspondiente de reducción en emisiones, se consideró la proporción de los proyectos de iluminación y aire acondicionado a implementarse con base en el financiamiento. No se consideró la proporción de los proyectos de cambio de tarifa porque estos no reducen el consumo de energía eléctrica, aún y cuando tengan un impacto financiero en el proyecto. En este sentido, la proporción correspondiente de reducción en emisiones se aproxima como el 67.83% del total estimado para el escenario en el que se implementaran todas las medidas de eficiencia energética aplicables a los inmuebles que son propiedad de la Administración Pública Federal. El monto estimado es de 35,734.06 toneladas de CO2 por año.

# **Consideraciones clave**

Se elaboró un caso base del modelo propuesto para evaluar el potencial del Programa de Implementación de Medidas de Eficiencia Energética en aire acondicionado e iluminación en inmuebles de entidades de la Administración Pública Federal.

Para construir los flujos de costos y ahorro generados por el Proyecto, se utilizaron las siguientes premisas:

* Las Medidas de Eficiencia Energética se implantarán en inmuebles de oficinas propiedad de la Administración Pública Federal, y consistirán en sustitución de aire acondicionado, de iluminación, y para inmuebles específicos, la instalación de equipo necesario para cambio de tarifa.
* Para cada inmueble se ejecutará un proyecto de inversión a cargo del FIDE en el cual, previo proyecto ejecutivo que asegure el PSR de las MEE y una vez efectuado el proceso de licitación correspondiente, se instalarán los equipos necesarios (aire acondicionado, iluminación y en su caso cambio de tarifa) y se retirarán los equipos/luminarias obsoletos.
* La implementación de las MEE será financiada a través de un crédito que otorgue una entidad financiera multilateral, por un monto de 33 millones de dólares estadounidenses a un plazo de 15 años. Los pagos se efectúan anualmente, iniciando un año después del inicio del contrato.
  + 28.25 MDD del crédito se destinan a la adquisición e implementación de medidas de eficiencia energéticas, 1.75 MDD se destinarán a proyectos ejecutivos; los 30 MDD resultantes de ambos conceptos se consideran como un costo del Proyecto para cálculo de flujos y de indicadores de bondad económica. Los 3 MDD restantes se destinarán a asistencia técnica para la implementación del Proyecto.
  + Se asumió que los pagos serán amortizaciones anuales iguales y consecutivas, y que los intereses se generarán sobre saldos insolutos y serán pagados anualmente.
  + Para la tasa de interés aplicable, se tomó como referencia aquella utilizada por el Banco Interamericano de Desarrollo para proyectos de Capital Ordinario, la cual fue de 2.25% al tercer trimestre de 2017[[4]](#footnote-4).
* En complemento al crédito antes mencionado, el Gobierno de México debe invertir una contrapartida de 3 millones de dólares adicionales al crédito para la administración y operación de los componentes del Proyecto.
* Dado que el crédito de la entidad financiera multilateral estaría denominado en dólares y los ahorros estarían denominados en pesos, el tipo de cambio afectaría el costo del crédito. Por lo mismo, se utilizaron proyecciones de tipo de cambio publicadas por el Banco de México para contemplar este efecto para los tres próximos años.[[5]](#footnote-5) Para años subsecuentes, se tomaron las inflaciones anualizadas promedio a los últimos 10 años de México y Estados Unidos. Se tomó el promedio de las últimas dos mediciones de la inflación a 10 años para ambos países y a partir de sus diferencias se realizó una estimación del tipo de cambio para el resto del plazo del préstamo, con tal de estimar el efecto que tendrá en los pagos al BID. Las mediciones de inflación se tomaron de Inflation.EU.[[6]](#footnote-6)
* Dado que el costo de mantenimiento de los equipos sustituidos es superior al de los equipos nuevos, se consideró que el costo de mantenimiento de los equipos nuevos no impactará de forma negativa al proyecto.
* El ahorro generado en cada medida de eficiencia energética se infirió a partir de los períodos simples de recuperación estimados en el estudio “Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategias Financiera-Administrativa para Implementar medidas de Eficiencia Energética para la Administración Pública Federal”.
* Además, se contemplaron para el Valor Presente Neto del proyecto los ahorros en emisiones de dióxido de carbono.
  + Para el precio de las emisiones ahorradas, se utilizaron fuentes utilizadas por el documento “México – Evaluación Económica del Programa de Energía Sostenible”, que cotizan al cierre de septiembre de 2017 la emisión de cada tonelada de dióxido de carbono en 7.07 euros ($8.45 dólares americanos).[[7]](#footnote-7) Sin embargo, cifras del mercado de carbono en California estiman el precio de cada tonelada en $12.91 dólares a agosto de 2017, por lo que este valor fue usado en una de las sensibilizaciones.[[8]](#footnote-8)
  + Para la cantidad de emisiones ahorradas, se utilizó como base el documento “Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategia Financiera-Administrativa para Implementar Medidas de Eficiencia Energética (EE) en Edificios la Administración Pública Federal”, que contempla que con el 100% de las medidas de eficiencia energética implementadas en edificios de la Administración Pública Federal por un valor de aproximadamente 39 MDD, se podrían generar ahorros de 52 mil 670 toneladas de dióxido de carbono al año. Posteriormente, se ajustó proporcionalmente la cantidad de emisiones ahorradas en concordancia con la cantidad de medidas de eficiencia cubiertas por los 28.25 MDD del crédito destinados a este propósito, y por la cantidad de medidas en operación (posteriores a su instalación y previas al fin de su vida útil) para cada período analizado.
* La composición de tecnologías para el total del Proyecto se basó en el censo de inmuebles de la APF referido en el estudio de evaluación de potenciales antes mencionado, asumiéndose que el 54% de la inversión se destinaría a aire acondicionado, el 40.5 % a iluminación y el 5.5 % a cambio de tarifa.
  + Se consideró que la vida útil de las medidas de eficiencia energética en aire acondicionado es de 15 años, mientras que las de iluminación y las de cambio de tarifa son de 10 años.
* En el modelo elaborado, se considera que las inversiones en medidas de eficiencia energética comienzan a generar ahorros un trimestre después de efectuada la inversión correspondiente. Esto se debe a que la implementación no necesariamente es inmediata, y la coordinación entre las instancias responsables de la misma no es perfecta; ésta es una de las variables sensibilizadas.
* En el modelo, se consideró una implementación paulatina de las MEE, asumiéndose que se invertiría el 34% del presupuesto para MEE en el último trimestre de 2017 y posteriormente 8% en cada trimestre de los próximos 2 años para completar la inversión en 3 años.
* En el modelo se compararon los ahorros y costos del proyecto con una línea base correspondiente a mantener constante durante la vida del proyecto el consumo energético anual estimado para los 817 EOAPF, conforme a lo determinado en la Evaluación de Potenciales; en esta línea base se incluyeron además los costos de las emisiones de CO2 correspondientes
* Para el cálculo del Valor Presente Neto se utilizó una tasa de descuento del (10%), la cual se considera consistente con la usada en otros proyectos federales conforme a disposiciones emitidas por SHCP en enero de 2014.
* Los montos correspondientes a asistencia técnica, contrapartida del GdM y comisiones e intereses no se consideran para efectos de los indicadores de bondad económica al no estar directamente relacionados con las inversiones a efectuar para la implantación de las MEE.

# **Caso base**

Se elaboró un caso base del modelo propuesto para evaluar el potencial del Proyecto de Implementación de Medidas de Eficiencia Energética en aire acondicionado e iluminación en inmuebles de entidades de la Administración Pública Federal, comparándolo con el supuesto de que el consumo energético de los EOAPF se mantendría constante en caso de que no se implante el Proyecto.

El caso base cumple con todas las asunciones y consideraciones expuestas en la sección anterior, y utiliza como entradas los valores estimados por el estudio “Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategia Financiera-Administrativa para Implementar Medidas de Eficiencia Energética (EE) en Edificios la Administración Pública Federal” resumidos anteriormente. Para los beneficios generados de la reducción de una tonelada de CO2 en emisiones, se utilizó la metodología de valoración propuesta en “México – Evaluación Económica del Programa de Energía Sostenible”, que cotizó la emisión de cada tonelada de dióxido de carbono en $4.53 dólares americanos mediante una consulta de listados en línea de mercados de futuros de carbono. [[9]](#footnote-9) Al cierre de septiembre de 2017, el valor de los futuros en cuestión era de 7.07 euros ($8.45 dólares americanos) por tonelada.[[10]](#footnote-10)

Para simular más adecuadamente los desfases en implementación de las inversiones, el caso base está modelado a partir de trimestres. Sin embargo, los pagos de sus comisiones de inspección y vigilancia y los pagos al Banco Interamericano de Desarrollo se simulan únicamente en el cuarto trimestre de cada año.

*Tabla 6: Cifras relevantes del caso base establecido para el estudio.*

|  |  |
| --- | --- |
| Ahorros por consumo de electricidad | 1,649 millones de pesos |
| Ahorros por reducción de emisiones de CO2 | 71 millones de pesos |
| Costos totales | 544 millones de pesos |
| Utilidades nominales | 1,176 millones de pesos |
| Emisiones de CO2 ahorradas | 35 mil 734 toneladas al año |
| Período de implementación de inversiones | 3 años |
| Vida útil de MEEs | Iluminación: 15 años |
| Aire acondicionado: 15 años |
| Cambio de tarifa: 10 años |

*Fuente: Elaboración propia*

Debido a que cada trimestre a lo largo de los primeros tres años incorpora nuevas inversiones, el modelo simula que las vidas útiles de las inversiones en cuestión inician el trimestre posterior a su adquisición, y se terminan de acuerdo con el período especificado para el tipo de inversión. Por ejemplo, hay inversiones en aire acondicionado que inician en 2019 y no terminan de generar ahorros hasta 2034.

A lo largo de la vida del proyecto, las reducciones en gastos generados directamente por consumo de electricidad valen 1,649 millones de pesos, mientras que la reducción de emisiones en CO2 se puede valorar en 71 millones de pesos adicionales. Por otra parte, los costos totales son de 544 millones de pesos, por lo que las utilidades nominales serán de 1,176 millones de pesos.

Incluso cuando se considera la tasa de descuento del 10% anual que el GdM utiliza para evaluar proyectos, los resultados del caso base sugieren que se generará un gran valor presente.

La siguiente tabla resume los resultados:

*Tabla 7: Indicadores resultantes del análisis costo/beneficio para el caso base del Proyecto de EEEOAPF*

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador de bondad económica** | **Valor** |
| Valor Presente Neto | $  377,111,287  pesos |
| Período Simple de Retorno | 5.06 años |
| Tasa interna de retorno económico | 24.76% anual |
| TIR – tasa de descuento | 14.76% |

*Fuente: Elaboración propia*

# **Análisis de sensibilidad**

La siguiente tabla resume los resultados del ejercicio de sensibilización de cinco variables críticas: período simple de recuperación de las medidas de eficiencia energética, costos operativos, ritmo de implementación de las medidas, valoración de cada tonelada de emisiones de gases de efecto invernadero en los mercados de carbono, y vida útil de las medidas de eficiencia energética en aire acondicionado.

*Tabla 7: Indicadores resultantes del análisis costo/beneficio para variaciones en el PSR de las inversiones.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Caso base | | PSR pesimista | | PSR optimista | |
| PSR de MEE (Iluminación) | | 3.80 | | 4.80 | | 3.30 | |
| PSR de MEE (AC) | | 4.29 | | 5.29 | | 3.79 | |
| PSR de MEE (Cambio tarifa) | | 3.81 | | 4.81 | | 3.31 | |
| Costo operativo | | 3 MDD | | 3 MDD | | 3 MDD | |
| Desfase entre inversión y generación de ahorros | | 1 trimestre | | 1 trimestre | | 1 trimestre | |
| Precio de tonelada CO2 | | $8.45 USD | | $8.45 USD | | $8.45 USD | |
| Reducción anual en costo de MEEs | | 0% | | 0% | | 0% | |
| VPN | 377,111,287 pesos | | 206,315,919 pesos | | 500,248,949 pesos | |
| Razón Costo-beneficio | 3.163 | | 2.552 | | 3.605 | |
| Tasa interna de Retorno Económico (anualizado) | 24.76% | | 17.29% | | 29.23% | |
| TIR – Tasa Descuento | 14.76% | | 7.29% | | 19.23% | |

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 8: Indicadores resultantes de la sensibilización de otras variables operativas y financieras.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Menor ritmo de implementación | Mayor valor de CO2 | Menor costo de tecnologías (I) | Menor costo de tecnologías (II) |
| PSR de MEE (Iluminación) | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 |
| PSR de MEE (AC) | 4.29 | 4.29 | 4.29 | 4.29 |
| PSR de MEE (Cambio tarifa) | 3.81 | 3.81 | 3.81 | 3.81 |
| Costo operativo | 3 MDD | 3 MDD | 3 MDD | 3 MDD |
| Desfase entre inversión y generación de ahorros | 3 trimestres | 1 trimestre | 1 trimestre | 1 trimestre |
| Precio de tonelada CO2 | $8.45 USD | $12.91 USD | $8.45 USD | $8.45 USD |
| Reducción anual en costo de MEEs | 0% | 0% | 10% | 20% |
| VPN | 316,985,134 pesos | 396,342,010 pesos | 419,777,363 pesos | 462,443,440 pesos |
| Razón Costo-beneficio | 3.040 | 3.232 | 3.252 | 3.341 |
| Tasa interna de Retorno Económico (anualizado) | 21.44% | 25.46% | 27.45% | 30.51% |
| TIR – Tasa Descuento | 11.44% | 15.46% | 17.45% | 20.51% |

*Fuente: Elaboración propia*

**Conclusiones**

Si el Proyecto se ejecuta conforme a lo planteado, se lograrán ahorros energéticos y económicos a través de la implementación de MEE en EOAPF. En función de que se presenten circunstancias que se ajusten a las premisas de los escenarios planteados en el presente estudio, se podrían obtener VPNs de entre -206.32 y 500.24 MDP, contribuyendo además a reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y a demostrar su viabilidad para extender la implementación a otros edificios como hospitales y escuelas de la Administración Pública Federal (APF), y edificios de gobiernos estatales y municipales.

Se aprecia tras el ejercicio que, dada la magnitud de las inversiones y alta dependencia de estimaciones anteriores, cualquier cambio en las variables críticas observadas pueden generar variaciones sustanciales en el Valor Presente Neto del Proyecto.

De las variables seleccionadas, las que más afectarían al Valor Presente Neto serían el período simple de recuperación de las MEEs utilizadas como insumo para el modelo y las posibles reducciones en costos de las tecnologías de las MEEs. Elevar el costo operativo, elevar el valor de las emisiones de dióxido de carbono y reducir el ritmo de implementación también fueron escenarios con marcadas repercusiones, pero no fueron de la misma magnitud que el PSR y las tecnologías.

Por lo tanto, es crucial tener un plan de implementación y coordinación detallado que permita aprovechar al máximo el potencial del Proyecto, tanto en ahorros financieros para el GdM como en reducción de emisiones de dióxido de carbono.

En este sentido, se considera relevante que para la ejecución de este proyecto se cuente con la participación activa del BID en el grupo de trabajo que se integrará con las instituciones participantes, a fin de asegurar que las Reglas de Operación del Proyecto precisen los requerimientos y procedimientos necesarios para que los proyectos ejecutivos y procesos licitatorios cumplan o mejoren los PSRs requeridos, y que la contratación, supervisión, pagos y finiquito por la proveduría de equipos y su instalación garanticen un adecuado desempeño de las MEE.

También será necesario que los programas anuales de trabajo reflejen un ritmo de ejecución acorde con el periodo de 3 años contemplado para el Proyecto, y que los informes de avance sean examinados a fin de establecer medidas que corrijan las posibles desviaciones que se lleguen a presentar.

1. *Investing.com*. (2017). *Carbon Emissions Futures – Dec 17 (CFI2Z7)*. Recuperado el 11 de septiembre de 2017 de *Investing.com* ([ver](https://www.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data)). [↑](#footnote-ref-1)
2. Climate Policy Initiative (2017). *California Carbon Dashboard*. Recuperado el 11 de septiembre de 2017 de Climate Policy Initiative ([ver](http://calcarbondash.org/)). [↑](#footnote-ref-2)
3. Las tarifas son establecidas por la Comisión Federal de Electricidad, una empresa del Gobierno de México. [↑](#footnote-ref-3)
4. Obtenido de *Tasas de interés y cargos financieros vigentes*, Banco Interamericano de Desarrollo ([liga](http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=35775840)). [↑](#footnote-ref-4)
5. Las proyecciones mencionadas son publicadas por el Banco de México como resultado de sus encuestas a instituciones bancarias del sector privado en julio de 2017 ([ver](http://www.banxico.org.mx/informacion-para-la-prensa/comunicados/resultados-de-encuestas/expectativas-de-los-especialistas/%7B0C237E2A-64BD-7C29-E094-0B29F11737CF%7D.pdf)). [↑](#footnote-ref-5)
6. Inflation.EU (2017). *Historic inflation Mexico – CPI Inflation*. Recuperado el 24 de agosto de 2017 de Inflation.eu ([ver](http://www.inflation.eu/inflation-rates/mexico/historic-inflation/cpi-inflation-mexico.aspx)). [↑](#footnote-ref-6)
7. Silva, C. (2017). *México - Evaluación Económica del Programa de Energía Sostenible.* Banco Interamericano de Desarrollo*.* [↑](#footnote-ref-7)
8. Climate Policy Initiative (2017). *California Carbon Dashboard*. Recuperado el 11 de septiembre de 2017 de Climate Policy Initiative ([ver](http://calcarbondash.org/)). [↑](#footnote-ref-8)
9. Silva, C. (2017). *México - Evaluación Económica del Programa de Energía Sostenible.* Banco Interamericano de Desarrollo*.* [↑](#footnote-ref-9)
10. *Investing.com*. (2017). *Carbon Emissions Futures – Dec 17 (CFI2Z7)*. Recuperado el 11 de septiembre de 2017 de *Investing.com* ([ver](https://www.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data)). [↑](#footnote-ref-10)