



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

El presente artículo es un resumen de la metodología de análisis costo-beneficio en la gestión del riesgo de desastres de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), que busca orientar a los profesionales que en las entidades territoriales y en el sector público se enfrentan a la evaluación económica ex ante o ex post de acciones propias de los procesos de la gestión del riesgo en un territorio, comunidad o infraestructura.

La existencia de una metodología práctica de análisis costo-beneficio en gestión del riesgo de desastres contribuirá a facilitar la toma de decisiones, motivar las inversiones, mejorar la transparencia y, en general, a mejorar la gobernanza en la gestión del riesgo de desastres.

1. GENERALIDADES DEL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

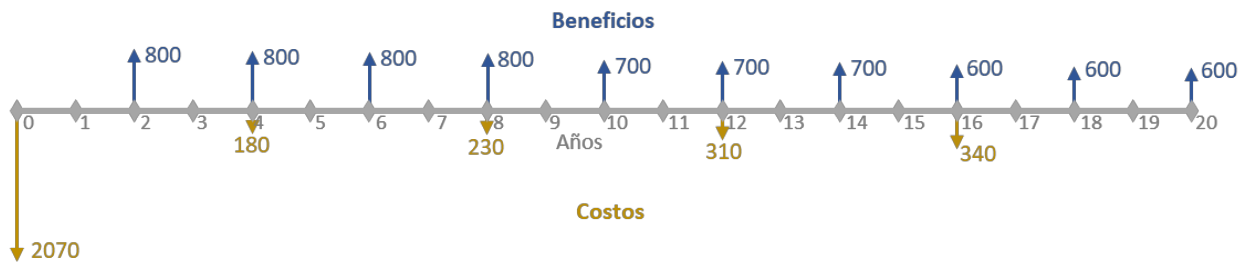
El análisis costo-beneficio (ACB) es un método de evaluación económica de proyectos de inversión pública; proyectos donde los fines son de mejora, crecimiento, desarrollo y/o protección económica, social y/o ambiental. En esencia, el método consiste en comparar los beneficios generados por un proyecto contra sus costos, para dos propósitos: (i) determinar si el proyecto es una buena inversión (justificación económica) y (ii) comparar proyectos alternativos (orden de elegibilidad).

Conocimiento



Para cumplir estos propósitos, el método dispone de una gama de indicadores para la decisión propia de las matemáticas financieras, que se calculan a partir del flujo de costos y beneficios en la línea de tiempo de cada proyecto (ver ejemplo de este flujo en la Ilustración 1), descontados al presente con una tasa de interés determinada. Los principales indicadores son los siguientes:

Ilustración 1. Ejemplo de línea de flujo de costos y beneficios



Fuente: elaboración de profesional de la UNGRD

- **Valor actual neto (VAN).** Es la diferencia entre beneficios descontados y los costos descontados (también llamado valor presente neto).

$$VAN = \sum (B_i / (1+d)^i) - \sum (C_i / (1+d)^i) \quad i = 0 \text{ hasta } n \text{ años.} \quad [1]$$

- **Relación beneficio-costo (RBC).** Es el cociente entre beneficios descontados sobre costos descontados.

$$RBC = \sum (B_i / (1+d)^i) / \sum (C_i / (1+d)^i) \quad i = 0 \text{ hasta } n \text{ años.} \quad [2]$$

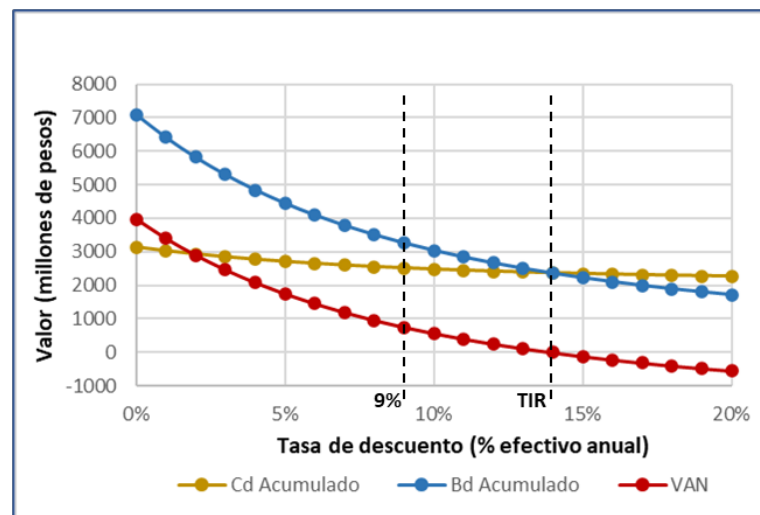
Conocimiento



- **Tasa interna de retorno (TIR).** Es la tasa de descuento (d) para la cual los beneficios descontados son iguales a los costos descontados ($VAN = 0$).
- **Relación costo-efectividad (RCE).** Indicador alternativo para cuando los beneficios no son monetizados. Es el costo de lograr una unidad de beneficio particular en especie o, su inverso, el beneficio en especie que se pueden obtener para un costo particular.

Para un mismo proyecto, con su respectivo flujo de costos y beneficios a lo largo del tiempo, las ecuaciones de cálculo muestran que los indicadores para la decisión son función de la tasa de descuento. Este efecto se explora con la ayuda de la Ilustración 2; en la que se presentan los valores de costos y beneficios descontados, así como el VAN a diferentes tasas de interés para los datos del ejemplo anterior.

Ilustración 2. Variación del valor actual de costos y beneficios y del Valor Actual Neto (VAN) respecto a la Tasa de descuento



Fuente: elaboración de profesional de la UNGRD



Se puede observar que a medida que la tasa de descuento decrece los valores acumulados de los costos y los beneficios descontados crecen; por consiguiente, como se ilustra, a menor tasa, se tendrá un mayor VAN. En sentido contrario, al aumentar la tasa, el VAN disminuye hasta volverse negativo.

La TIR marca la tasa de descuento a partir de la cual los beneficios descontados resultan ser menores que los costos (tasa para la cual $VAN = 0$).

La tasa de descuento es una variable que debe ser especificada por el financiador del proyecto, que será al menos su tasa de oportunidad. Tasas de descuento inferiores a la TIR generan VAN positivo y RBC mayor a 1,0 y tasas superiores darán un VAN negativo y RBC menor a 1,0 .

Entonces, un proyecto vale la pena si los beneficios descontados superan sus costos descontados. Esto equivale a: VAN positivo, RBC mayor que 1.0 y TIR mayor que la tasa de descuento exigida por el financiador. El criterio de decisión más utilizado para demostrarlo y comparar alternativas es el Valor Actual Neto (VAN).

Mechler (2003, p. 46) resume el método general del análisis costo-beneficio aplicado a una alternativa de proyecto en tres pasos básicos:

- 1) Identificar y estimar los costos y los beneficios. Si estos son dados en términos físicos deben asignarse valores monetarios.
- 2) Los costos y beneficios deben descontarse al presente para hacer comparables los efectos futuros.
- 3) Los costos y los beneficios se comparan bajo un criterio de decisión para confirmar si los beneficios exceden los costos.



En los proyectos de inversión pública los costos y su ubicación en la vida útil suelen ser estimados de manera práctica ya que los objetos a costear se derivan de los diseños del proyecto y normalmente tienen precios de mercado; salvo que se trate de proyectos de innovación tecnológica sin antecedentes en insumos o técnicas de ejecución. En cambio, la estimación de beneficios requiere mayor esfuerzo dada la complejidad para expresar en forma de beneficio los atributos sociales o ambientales positivos que genera un proyecto, más la dificultad para ser valorados monetariamente, ya que normalmente no tienen precios de mercado.

2. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Siguiendo la política nacional, en síntesis, el riesgo de desastres corresponde a los daños y/o pérdidas potenciales que pueden presentarse en un período de tiempo específico; y el análisis del riesgo, como subproceso del proceso de conocimiento del riesgo, es por su parte la fuente para proyectar las medidas de reducción de esos daños y/o pérdidas, así como las medidas de preparación para la respuesta, e incluso para proyectar otras acciones del mismo proceso de conocimiento como el monitoreo de fenómenos amenazantes.

En un contexto ambiental, social y económico dado, el análisis del riesgo aporta dos grandes conjuntos de conocimiento intrínsecamente relacionados:

- 1) El tipo y magnitud de los daños potenciales, en especie, según el capital expuesto y su vulnerabilidad, y según las cualidades y magnitudes de la amenaza. Reconocer el tipo de daños y sus causas permite optimizar el tipo de propuestas y medidas de intervención.
- 2) La magnitud de las pérdidas, o el valor monetario de los daños previamente cuantificados en especie.



Entonces, en perspectiva de un ACB, y derivado de los dos conjuntos anteriores, la conformación de las propuestas de intervención permitirá conocer los costos del proyecto. Como el fin de estas propuestas de intervención, directo o indirecto, es reducir los daños potenciales estimados por el análisis del riesgo y por consiguiente su valor monetario, esta reducción del riesgo (daños evitados) viene a constituir los beneficios del proyecto.

La conclusión fundamental de lo anterior es que en la gestión del riesgo de desastres los beneficios corresponden a los daños y/o pérdidas evitadas por el proyecto, mas no a nuevos atributos en especie como en la mayoría de los proyectos de inversión.

Pérdida o daño evitado quiere decir que los bienes de interés han dejado de ser vulnerables, que dejan de estar amenazados, o que ya no están expuestos. En la práctica, este efecto beneficioso se deriva de manera directa principalmente de las acciones correctivas y prospectivas de reducción del riesgo, protección financiera y de los sistemas de alerta.

De esta forma, un proyecto de inversión en gestión del riesgo de desastres puede estar conformado por una o varias acciones; incluso, hay casos en los que la complementariedad es ineludible como cuando el reasentamiento de algunas familias en alto riesgo es indispensable para dar espacio físico a obras de mitigación cuyo fin es reducir el riesgo de otra parte de los habitantes. Es indispensable tener una definición clara de las acciones que conforman el proyecto, y así poder valorar con precisión las variables para el ACB.



3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

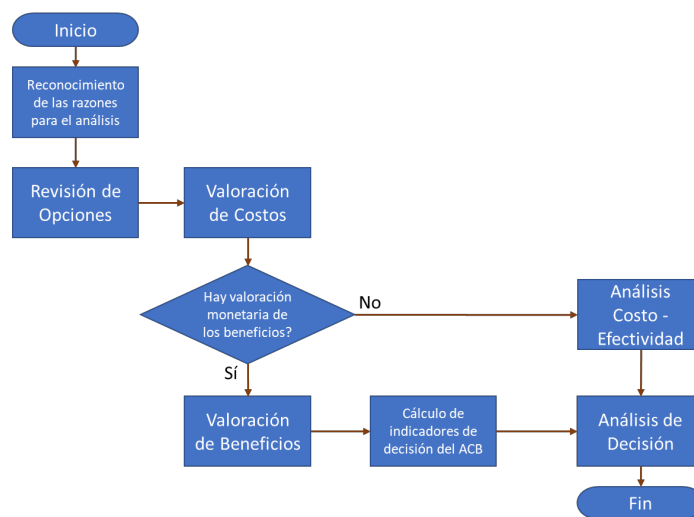
A partir de todo lo anterior, se propone el procedimiento general para el análisis costo-beneficio de acciones en gestión del riesgo de desastres que se presenta en la Ilustración 3. Comprende ocho pasos que se resumen a continuación.

1) Reconocimiento de las razones para el análisis. Antes abordar el análisis costo-beneficio, con fines de apalancar su éxito, es conveniente hacer algunas revisiones básicas:

- **Contexto del proyecto.** Puede ser una región, cuenca, reserva ambiental, ciudad, barrio, comunidad, sitio, etc.
- **Análisis del riesgo.** Verificar que el proyecto se haya originado en un análisis cuantitativo del riesgo, de esto dependerá la calidad de la monetización de los beneficios.
- **Existencia de alternativas.** Aunque puede tratarse de una única opción de intervención, el análisis costo-beneficio tiene su máximo aporte cuando se comparan alternativas.
- **Consideración de la vida humana.** Dado que el análisis del riesgo puede dar cifras de fallecidos como parte de los daños esperados, se pueden presentar discusiones éticas y morales frente a la valoración monetaria de las vidas salvadas.



Ilustración 3. Procedimiento para el análisis costo-beneficio en la gestión del riesgo de desastres



Fuente: elaboración de profesional de la UNGRD

2) Revisión de las opciones de intervención. El análisis costo-beneficio tiene su máxima utilidad cuando se trata de comparar proyectos alternativos. La revisión de las opciones como paso necesario del procedimiento general involucra dos actividades: (i) verificar que las opciones tengan el adecuado nivel de definición para continuar con el análisis; lo que implica verificar que las alternativas a comparar se encuentren en la misma fase de preinversión y establecer si existe una opción base sobre la cual comparar las demás opciones, y (ii) determinar el periodo de análisis (n) que normalmente se iguala a la vida útil del proyecto, periodo durante el cual el proyecto genera beneficios y que conlleva costos de operación y mantenimiento.

Conocimiento

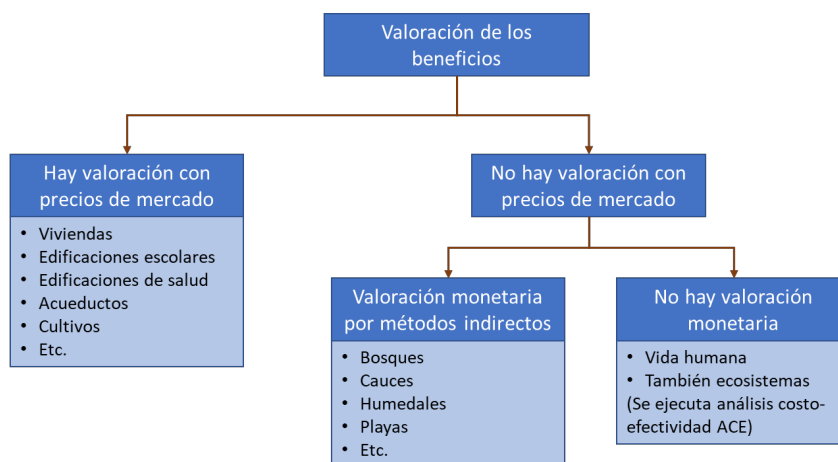


3) Valoración de los costos para cada opción de intervención. Para cada una de las opciones de intervención se deben valorar de manera monetaria los costos del proyecto a lo largo de su vida útil. La conformación general de los costos de un proyecto de intervención es la siguiente: (i) costo inicial, (ii) costos de operación, (iii) costos de mantenimiento, (iv) costos de rehabilitación y (v) costos de fin del proyecto.

4) ¿Hay valoración monetaria de los beneficios? Como ya se mencionó, para el análisis costo-beneficio, los beneficios de la gestión del riesgo de desastres corresponden al valor monetario de los daños y las pérdidas evitadas. Estos daños evitados, son principalmente del tipo: (i) vidas salvadas, (ii) viviendas protegidas, (iii) edificaciones y redes de servicios protegidas, (iv) infraestructura protegida y (v) ecosistemas protegidos.

Con fines de valoración monetaria de los beneficios o daños evitados, la muestra anterior permite apreciar dos grandes grupos según la existencia o no de precios de mercado (Ilustración 4), con las implicaciones que se resumen a continuación.

Ilustración 4. Opciones de valoración de los beneficios



Fuente: elaboración de profesional de la UNGRD



- a) **Cuando los bienes correspondientes a los daños evitados pueden ser valorados con precios de mercado** estos se convierten en beneficios monetizados que pueden ser puestos en la línea de tiempo del proyecto.
- b) **Para los daños evitados que no pueden ser avaluados monetariamente de acuerdo a precios de mercado** como ocurre con la mayoría de proyectos de desarrollo social y ambiental, se puede acudir a dos opciones:
- **Valorar monetariamente los beneficios de manera indirecta.** Esta es la opción típica de la valoración de los beneficios de los proyectos ambientales. En un contexto de desastres vienen a ser principalmente ecosistemas extensivos sometidos a una expectativa de daño (p.e. bosques frente a incendios forestales). Para este caso, se acogen los métodos basados en gastos actuales o potenciales presentados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, principalmente el de “Gastos de prevención, restauración y reemplazo” (Minambiente, 2018, p. 40).
 - **Hacer análisis costo-efectividad (ACE).** Esta opción se acoge cuando definitivamente no hay valoración monetaria de los beneficios. Entonces, se utiliza como indicador de decisión la relación costo-efectividad (paso 7). Suele ser el caso de las muertes humanas evitadas.

Dada la diversidad de daños que pueden resultar de un análisis del riesgo, la evaluación de proyectos podría encontrar tanto beneficios monetizados como beneficios definitivamente no monetizados; lo que implicaría aplicar análisis costo-beneficio (ACB) y análisis costo-efectividad (ACE) en una misma evaluación.



5) Valoración monetaria de los beneficios para cada opción de intervención. Como se mencionó, los beneficios se extraen del análisis del riesgo en forma de pérdidas esperadas, y para su localización en la línea de tiempo se presentan dos casos según el tipo de este análisis:

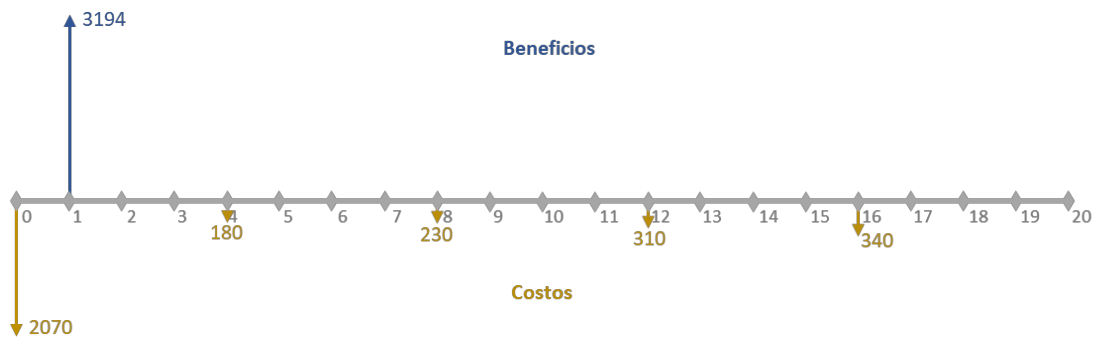
- **Análisis determinista.** Este tipo de análisis del riesgo entrega uno o varios valores de pérdida independientes, para valores determinados de la amenaza y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos; pérdidas no correlacionadas con el tiempo, de tal forma que no hay criterio alguno para ubicar los beneficios en la línea de tiempo del proyecto. En consecuencia, dado que el daño podría darse en el muy corto plazo, este beneficio se ubica en el primer año de operación del proyecto (Ilustración 5).
- **Análisis probabilista.** Este tipo de análisis del riesgo es consecuente con el carácter aleatorio de la amenaza y la vulnerabilidad, así como con la mayor probabilidad de ocurrencia de las pérdidas a mayores periodos de tiempo considerados. La pérdida está asociada a los periodos de retorno seleccionados. De acuerdo con UNGRD, INGENIAR (2018, p. 99) entrega valores de pérdidas expresados de dos maneras:
 - ✓ **Pérdida Anual Esperada (PAE)** “que es el valor anual esperado de la pérdida o el equivalente al pago anual que se necesitaría para compensar las pérdidas acumuladas en una ventana de tiempo larga”.
 - ✓ **Pérdida Máxima Probable (PMP)** “es el valor asociado a una pérdida que no ocurre muy frecuentemente y por lo tanto generalmente está relacionada con periodos de retorno largos”.

Como se trata de ubicar los datos de beneficios como pérdidas evitadas, en la línea de tiempo del proyecto, la PAE como una serie de cuotas fijas anuales resulta ser una opción práctica para el cálculo de los beneficios (Ilustración 6).

Conocimiento



Ilustración 5. Ejemplo de flujo de beneficios con base en un análisis del riesgo por método determinista



Fuente: elaboración de profesional de la UNGRD

Ilustración 6. Ejemplo de flujo de beneficios como Pérdida Anual Esperada (PAE)



Fuente: elaboración de profesional de la UNGRD

6) Cálculo de los indicadores de decisión. Con los costos y beneficios ubicados sobre la línea de tiempo para cada una de las opciones de proyecto, lo que sigue es trasladar estos valores al momento actual utilizando una tasa de descuento.



La tasa de descuento (d) a ser utilizada en proyectos de inversión pública es la tasa de interés efectivo anual definida por el Departamento Nacional de Planeación como tasa social de descuento para la evaluación social de proyectos, especialmente aquellos que proveen bienes públicos cuyos resultados afectan a las generaciones futuras. "Se encuentra que la tasa social de descuento es de 9%" (DNP, 2018, p. 1).

Los costos descontados y beneficios descontados al momento actual se calculan como se ilustró en el ejemplo del numeral 1:

$$Cd_i = C_i / (1+d)^i \quad i = 0 \text{ hasta } n \text{ años.} \quad [3]$$

$$Bd_i = B_i / (1+d)^i \quad i = 0 \text{ hasta } n \text{ años.} \quad [4]$$

Seguidamente, se hace la sumatoria para obtener los costos descontados acumulados y los beneficios descontados acumulados en el momento actual:

$$Cd \text{ acumulado} = \sum Cd_i \quad i = 0 \text{ hasta } n \text{ años.} \quad [5]$$

$$Bd \text{ acumulado} = \sum Bd_i \quad i = 0 \text{ hasta } n \text{ años.} \quad [6]$$

Con estos valores descontados y acumulados en el momento actual se podrán calcular los indicadores para la decisión, con las ecuaciones 1 y 2, o lo que es lo mismo con las ecuaciones 7 y 8.

$$VAN = Bd \text{ acumulado} - Cd \text{ acumulado} \quad [7]$$

$$RBC = Bd \text{ acumulado} / Cd \text{ acumulado} \quad [8]$$



Con los valores de VAN o RBC como indicadores básicos, se podrá confirmar si la opción es rentable y proceder a la comparación entre las diferentes opciones de intervención.

7) Análisis alternativo de costo-efectividad. Como se discutió en el paso 4, cuando definitivamente no hay valoración monetaria de los beneficios, se acoge el análisis costo-efectividad (ACE) para la comparación de los proyectos. Aquí, los beneficios pueden ser expresados de dos maneras:

- **Beneficios expresados en especie.** Unidades de objetos que evitan ser dañados. Por ejemplo: personas salvadas, hectáreas de bosque protegidas o kilómetros de playa estabilizados.
- **Beneficios expresados como mejoramiento de un indicador.** Unidades de indicadores propios o de interés en un sector o política determinada, que cambian de manera favorable (indicadores de efectividad). Por ejemplo: años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD), coeficiente de escorrentía de una microcuenca (C_e) o número de incendios por año.

En cuanto a los costos, estos siguen siendo expresados en moneda. Dados los desembolsos a lo largo del tiempo, podrá requerirse especificar si los montos están expresados en valor corriente o valor constante.

Con base en lo anterior, la comparación de un número dado de proyectos alternativos se hace con los siguientes indicadores según dos situaciones, siendo:

E_k : unidades de beneficios del proyecto k

C_k : costo de E_k en el proyecto k



- a) **Cuando se desea un beneficio dado.** Se compara el costo por unidad de beneficio:

$$RCE_k = C_k / E_k \quad [9]$$

Por ejemplo: pesos por persona salvada.

- b) **Cuando un presupuesto dado está disponible.** Se comparan los beneficios que se pueden lograr con ese presupuesto:

$$RE_k = E_k / C_k \quad [10]$$

Por ejemplo: hectáreas protegidas por un millón de pesos.

La OECD (2006, p. 274) llama la atención en el sentido de que si bien se obtiene un ranking de proyectos elegibles, mientras se ajusten al presupuesto disponible, las relaciones no indican si valen o no la pena ser emprendidos.

8) Análisis para la decisión. Con los indicadores de decisión calculados, bien sea derivados del análisis costo-beneficio o del análisis costo-efectividad, se podrá construir ranking de elegibilidad; sin embargo, para la decisión final se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Opciones económicamente viables.** De acuerdo con OECD (2006) "la condición necesaria para la adopción de un proyecto es que los beneficios descontados deberían superar los costos descontados". De la misma manera, según el IEG (2010), la política del Banco Mundial para guiar las decisiones para aprobar las operaciones de inversión es que la inversión maximice el valor actual neto (VAN) de una lista de alternativas y no invertir si el VAN es negativo.



Cuando el indicador disponible es el derivado de un análisis costo-efectividad, dado que sólo se podrá tener un orden de elegibilidad y nunca una regla de habilitación económica, la regla de decisión será el valor más favorable en la relación costo-efectividad según sea RCE o REC.

- **Análisis de sensibilidad.** Cada una de las alternativas validadas deberá ser recalculada para diferentes valores de variables clave, con fines de detectar posibles cambios drásticos en su viabilidad económica. En proyectos de gestión del riesgo pueden ser situaciones como el costo de equipos importados que se incrementa por efectos de la tasa de cambio, la no aceptación de las familias a ser reasentadas, o la dilación de plazos por dificultades en adquisición de predios o permisos. Este análisis puede confirmar o denegar una opción ya preseleccionada.
- **Análisis de redistribución.** Las opciones elegibles deben ser objeto de revisión en términos de no generar o incrementar inequidades en la población y garantizar que el proyecto prevé la acción sin daño.

Referencias

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). Actualización de la tasa de rendimiento del capital en Colombia bajo la metodología de Harberger. ARCHIVOS DE ECONOMÍA. Documento 487 Dirección de Estudios Económicos 8 de agosto de 2018. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/487.pdf> .



Independent Evaluation Group (IEG). (2010). Cost-Benefit Analysis in World Bank Projects. Washington, DC: World Bank. © World Bank. Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2561> .

Mechler, R. (2003). Natural Disaster Risk and Cost-Benefit Analysis. En Kreimer, A. Arnold, M. & Carlin, A. (eds.), Disaster Risk Management Series No. 3, Building Safer Cities: The Future of Disaster Risk (pp. 45-55). Washington, D.C.: The World Bank. Recuperado de <http://documents.worldbank.org/curated/en/584631468779951316/pdf/272110PAPER0Building0safer0cities.pdf> .

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente). (2018). "Guía de aplicación de la valoración económica ambiental". Adoptada mediante Resolución 1084 de 2018. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/valoracion-economica-ambiental> .

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2006). Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264010055-en> .

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), Ingeniar: Risk Intelligence (2018). "Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes". Bogotá, Colombia.