
EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIOAMBIENTAL DE PROYECTOS

CARLOS ALBERTO RESTREPO CARVAJAL
y ALEJANDRA CUADROS MEJÍA

RESUMEN

Este artículo comprende el desarrollo y aplicación de una metodología que permite realizar la evaluación ex-post de proyectos de infraestructura lineal orientados al análisis social y ambiental, apoyados en el análisis prospectivo dado por la matriz de Vester (diagrama cruzado de impactos), de la gestión de la información y de la definición e implementación de una serie de indicadores que favorecen el análisis objetivo de la evolución del proyecto. La metodología está compuesta de revisión de la información (recolección, depuración y análisis), definición de impactos, construcción de la matriz de Vester, diagrama cruzado de impactos, escala de valoración, valoración cuantitativa neta del proyecto y construcción de batería de indicadores. La evaluación ex-post presentada puede ser empleada por entes territoriales para el seguimiento y control

de proyectos de ingeniería. Además, permite la generación de la línea base socioambiental para diferentes tipos de proyectos, lo cual potencia la regulación legal ambiental. Los resultados de la evaluación ex-post permiten a la organización definir los subproyectos que debe ejecutar para minimizar, corregir y compensar los impactos negativos del proyecto en el área socioambiental. Asimismo, debido a la aplicación conjunta de la matriz de Vester y a la batería de indicadores, la organización puede priorizar y hacer control responsable de proyectos en el área social, legal o ambiental. Haciendo uso de la batería de indicadores y los resultados de la matriz de Vester se propone un indicador integral para todo el proyecto, considerando una escala cuantitativa y cualitativa para definir la gestión holística del proyecto.

La evaluación ex-post etapa de inversión y operación desarrollada en el presente estudio tiene como meta establecer mecanismos del ciclo de vida de gerenciamiento para la fase socioambiental del proyecto, lo cual permitirá organizar, dirigir, coordinar y controlar los procesos y operaciones que toman lugar en el inicio, desarrollo y cierre del proyecto. En este sentido, la ex-post como se plantea en este trabajo toma lugar desde el inicio del proyecto, mediante el uso de la matriz de Vester, donde

se estiman los posibles impactos del proyecto aún sin el inicio del mismo. Además de la matriz de Vester se definen una serie de indicadores socioambientales que permiten conocer el desarrollo del proyecto.

Este estudio tiene su génesis en requerimientos que hace el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo y Entes Territoriales de Colombia a las empresas que están ejecutando grandes proyectos de infraestructura. Así mismo, responde a la necesidad de hacer una evaluación ex-post socio-am-

biental más integral, con un alcance mayor a las evaluaciones ex-post que actualmente se realizan en el país, las cuales se limitan únicamente a la evaluación de impactos ambientales y sociales. De igual forma, el presente trabajo aporta una metodología inexistente para el desarrollo de la evaluación ex-post en proyectos de infraestructura.

El artículo está constituido por cinco secciones, a saber: Marco Teórico y Antecedentes, donde se presenta un marco conceptual sucinto del tema, incluyendo algunos antecedentes de la

PALABRAS CLAVE / Evaluación Ex-post / Impacto Ambiental / Indicador Integral / Indicadores Socioambientales / Matriz Vester /

Recibido: 11/10/2011. Modificado: 03/04/2013. Aceptado: 29/05/2013.

Carlos Alberto Restrepo Carvajal. PMP. Ingeniero Ambiental, Universidad de Medellín, Colombia. Magíster en Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia (UNAL). Especialista en Gerencia de Proyectos y Magíster en Administración, Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), Colombia. Dirección: Calle 12 Sur 18 -168, Medellín, Colombia. e-mail: carlosrestrepo@une.net.co

Alejandra Cuadros Mejía. Licenciada en Matemáticas y Física, Universidad de Antioquía, Colombia. Magíster en Gestión Tecnológica, UPB, Colombia. Doctora en Dirección de Proyectos, Universidad de Zaragoza, España. Profesora, UPB, Colombia. e-mail: alejandra.cuadros@upb.edu.co

evaluación ex-post. Luego se desarrolla el marco metodológico para la evaluación ex-post de proyectos de transmisión de energía, cuyo eje central es la construcción de la matriz de Vester y la definición del indicador integral del proyecto. En la sección siguiente se presentan los resultados de la evaluación ex-post para el tema ambiental y social, estableciendo indicadores de medición con base en lo establecido en los objetivos, y la gestión de los interesados en materia social y ambiental cuyos requerimientos han sido reflejados en el alcance del proyecto. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio, donde se definen pautas o lineamientos a considerar para próximos proyectos.

En el artículo el término proyecto concierne al área de gestión ambiental y social del mismo.

Marco Teórico y Antecedentes

Definición de la evaluación ex-post

En la práctica, se pueden identificar dos tipos de evaluación ex-post, dependiendo del grado de profundidad de medición que se desarrolle y de la duración de la misma, a saber:

1. *Evaluación ex-post etapa de inversión.* Esta evaluación comienza a finales de la etapa de inversión y culmina iniciándose la etapa de operación. El propósito de esta evaluación es realizar una evaluación de la etapa de inversión, y establecer mediante indicadores el cumplimiento o incumplimiento del alcance del proyecto, estimando desviaciones respecto a lo planeado.

2. *Evaluación ex-post etapa de inversión y operación.* Esta evaluación contempla la evaluación en la etapa de inversión e incluye la etapa de operación. El periodo de análisis en la etapa de operación, depende de las características de cada proyecto; en algunos casos, por ejemplo, se toma un año de operación, tiempo considerado suficiente para conocer y predecir el funcionamiento bajo condiciones normales del sistema a operar.

Estas evaluaciones desarrollan los siguientes aspectos: i. Cumplimiento de alcance y objetivos en todos los aspectos del proyecto. ii. Avances del proyecto mediante el análisis de lo planeado versus lo ejecutado; en este seguimiento se incluye el análisis de las actividades re-programadas con sus

planes de acción. iii. Estudio de anomalías o desviaciones de resultados, tanto temporales como finales. iv. Medición de indicadores; en esta etapa es común que se ajusten los indicadores a las condiciones reales del proyecto.

Steinemann (2001) establece que la evaluación de impactos y efectos ambientales, requiere de un análisis objetivo y riguroso de alternativas. No obstante, la elección de las alternativas de análisis continúa siendo muy subjetiva y arbitraria, lo cual conlleva a la formulación de objetivos, cronogramas, y planes de acción equivocados, que no satisfacen los requerimientos o necesidades reales de mitigación, compensación, prevención y corrección de impactos, ya sean éstos ambientales y/o sociales. Para el desarrollo del proyecto entiéndase 'impacto ambiental' como la alteración o modificación del entorno, que incluye el ambiente y el hombre. Esta alteración puede ser de origen natural o antrópica. Esta definición puede trasladarse al campo social, donde 'impacto social' es definido como las consecuencias de cualquier intervención sobre la comunidad en general.

Sumper (2010) expresa que es necesario incluir el impacto visual, el cual generalmente es eliminado del análisis, medido desde el enfoque social. Este impacto se asocia con cambios arquitectónicos y de paisaje causados por la construcción de proyectos de infraestructura, como es el caso de líneas de transmisión. No obstante, el análisis también puede desarrollarse en proyectos de grandes superficies como la construcción de centrales hidroeléctricas. El impacto sobre el paisaje se define mediante la expresión

$$I_p = \sqrt[3]{V \times F \times IQ}$$

donde I_p : impacto neto sobre el paisaje, V : impacto asociado a la percepción de visibilidad de la línea de transmisión, F :

fragilidad percibida del paisaje, e IQ : calidad intrínseca del paisaje. La fragilidad está asociada a la topografía, redes de drenaje y a las características propias del ambiente. IQ se relaciona con los usos actuales del suelo, sin considerar el uso potencial del mismo. En la Tabla I se presentan los 14 impactos resultantes del trabajo con los especialistas y la comunidad.

De acuerdo a González (2000), la evaluación ex-post tiene tres grandes objetivos: apoyar los procesos de gestión, controlar los diferentes aspectos del proyecto, y el último y no menos importante, generar procesos de aprendizaje y retroalimentación en los directores de proyectos.

Antecedentes

Mediante la evaluación ex-post se estudiaron los problemas de los Fondos Estructurales en Francia, entre el periodo 1994 y 1998, como por ejemplo los retrasos en los ajustes, causalidad, medición y comprobación de resultados usando datos nacionales. Lo que se analiza en ese caso mediante la evaluación ex-post es el impacto de los programas de política pública de los Fondos Estructurales sobre el desarrollo socioeconómico de una región (Basle, 2006). Asimismo, Gu-diño (2002) se centra en la evaluación de la formulación de las políticas de ayuda oficial para el desarrollo (AOD), identificando los problemas más destacados en la organización y metodologías de evaluación AOD, mediante el análisis de evaluación ex-post. Este último autor expresa que es muy importante definir cuándo y qué evaluar, de tal forma que se haga compatible la dimensión de durabilidad de las acciones de cooperación y la utilidad del propio ejercicio de valoración de impacto.

Ortiz (2003) expresa que en Chile se ha establecido un proceso de evaluación ex-ante para los proyectos de inversión pública, el cual es administrado por el Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN) a través del Sistema Nacional de Inversión. No obstante, el proceso de evaluación ex-post requiere ser estructurado metodológicamente, debido a que no relaciona los beneficios logrados con los resultados o alcances reales de los programas de inversión pública. Así mismo, no incluye indicadores de lo planeado y ejecutado en tiempos y costos. Cohen y Franco (1998) realizan una estudio

TABLA I
IMPACTOS DEL PROYECTO

Ítem	Impacto
I1	Cercanía de las viviendas a las torres
I2	Obstrucción de vías y accesos
I3	Proximidad a instalaciones de índole comercial e industrial
I4	Construcción de torres y líneas en zonas valorizadas
I5	Proximidad a zonas de importancia cultural o social.
I6	Circulación de vehículos
I7	Daño en los corredores de avifauna
I8	Generación de ruido
I9	Incremento del valor comercial del suelo
I10	Incremento en la demanda de mano de obra
I11	Deforestación
I12	Impacto en la visibilidad
I13	Impacto sobre la fragilidad del paisaje
I14	Calidad intrínseca

TABLA II
ESCALA DE IMPACTOS

Tipo	No impacto	Impacto leve	Impacto medio	Impacto alto
Base 3 (3 ⁰ , 3 ¹ , 3 ² , 3 ³)	1	3	9	27

acerca de la evaluación de programas sociales, donde se incluye la evaluación ex-post como parte de la evaluación de este tipo de programas.

Metodología

Gestión de información

La evaluación ex-post debe recoger experiencias y buscar fórmulas que permitan retroalimentar el proceso de inversión pública y/o privada, intentando resolver los principales problemas que se presentan en la actualidad (Ortiz, 2003). De esta premisa, la gestión de la información es necesaria y fundamental en todo proyecto.

Esta etapa de gestión de la información consiste en: a) recolección e integración de toda la información concerniente al proyecto, incorporando requerimientos legales, sociales y ambientales; b) depuración de información, proceso que depende del tipo de información, sea ésta cualitativa o cuantitativa (la revisión de la información sustenta el desarrollo adecuado de la evaluación del proyecto (Euskal, 2006)); c) análisis de la información, actividad que consiste en establecer la coherencia y la pertinencia de la información; y d) revisión pormenorizada de los estudios de consultoría que hacen parte de la ejecución del proyecto, haciendo especial énfasis en el estudio ambiental y en el plan de manejo.

Definición de efectos e impactos ambientales y sociales

En esta apartado se definen cualitativamente los efectos e impactos ambientales y sociales del proyecto a partir del análisis y depuración de la información. Además, mediante el trabajo en campo y reuniones con jefes de trabajo, ingenieros y profesionales que trabajaron en el proyecto, se realiza (partiendo de la experiencia de estos profesionales) un análisis de los efectos, haciendo un zoom a la generación de expectativas en la comunidad.

Definición, construcción y estimación de indicadores

En esta etapa se definen las variables de interés sobre las

cuales se concentra la ejecución del proyecto y se construyen las expresiones matemáticas que ayudarán a calcularlos. Así mismo, se definen y/o construyen los indicadores de seguimiento y control de éstas, con el fin de poder conocer el estado de avance de las mismas respecto a requerimientos legales, objetivos, alcances y política empresarial. Las variables de medición deben soportar la toma de decisiones, y en este sentido, los indicadores que se definen deben conducir a estimar el impacto de los factores socioambientales del proyecto, considerando las condiciones particulares del mismo.

Valoración de los efectos e impactos ambientales y sociales

En esta etapa se valoran los indicadores definidos en el numeral anterior, considerando el procesamiento y análisis de información. A continuación se describe el procedimiento para esta valoración.

Determinación de los coeficientes o magnitudes de los impactos. Los tipos de impactos se definen como: No impacto, Impacto leve, Impacto medio e Impacto alto. La determinación de los coeficientes consiste en la definición del tipo de escala a emplear para la magnificación de los impactos definidos más adelante. Esta escala puede ser en base 1, base 2 o base 3. El propósito de emplear una escala en particular es poder establecer diferencias muy marcadas entre los tipos de impacto.

Determinación de los pesos ponderados. La estimación de los factores o pesos de ponderación de los impactos definidos anteriormente, se desarrolla mediante la construcción de la matriz de Vester (PIOM, 2001; Tabla III), la cual consiste en un arreglo de filas y columnas, donde en cada fila y columna se presentan los impactos importantes definidos para el proyecto. La matriz se construye de la siguiente manera: si el impacto de la columna es más importante que el de la fila se pone 3 en la celda; si el impacto de la columna es menor al de la fila se pone 1 en la celda; y si el impacto de la columna es igual al de la fila se pone 2 en la celda; mientras que cuando no existe relación entre los impactos se

pone 0. El peso ponderado se estima al dividir la sumatoria de la fila por la sumatoria de la columna por impacto.

Determinación del impacto neto del proyecto en materia socioambiental. Para la estimación de este impacto se emplea la relación

$$I_{\text{neto}} = \sum_{n=1}^m I_n W_N$$

donde m: número de impactos individuales, W: factor o peso de ponderación, e I: magnitud del impacto dado.

Caso de Estudio de la Evaluación Ex-Post de Impactos Socioambientales de Proyectos

A continuación se presentan los resultados de aplicar la metodología de evaluación ex-post etapa de inversión y operación a un proyecto de infraestructura eléctrica en Colombia, el cual fue formulado en el año 2005 por el Ministerio de Minas y Energía con el siguiente objeto: diseño, adquisición de los suministros, construcción, operación y mantenimiento de una línea de transmisión a 500kV que formará parte del sistema interconectado nacional.

Gestión de información (recolección, depuración, análisis y revisión)

La revisión de la información consideró los siguientes elementos: claridad en la formulación de objetivos, alcance y resultados, formulación metodológica, uso de fuentes primarias y secundarias, y definición de supuestos. Es de anotar que en ningún momento se pretendió realizar una revisión técnica a los documentos, sino establecer de manera holística el impacto socioambiental asociado a la construcción del proyecto de infraestructura lineal, y por tanto, se considera que la información consignada en los estudios es veraz. En la lista de chequeo se presenta el resumen de la revisión de la información que fue llevada a un indicador de cumplimiento mediante la división de los aspectos que cumplen sobre el total de aspectos evaluados. Para el presente estudio el resultado obtenido fue de $4/16 \times 100 = 25\%$.

Lista de chequeo

¿Están los objetivos de la fase socioambiental claramente definidos?

¿Es claro el alcance del proyecto en materia socioambiental para los distintos grupos de interés?

TABLA III
RESULTADOS MATRIZ VESTER

Impactos		Dependencia														
		Cercanía de las torres	Obstrucción de vías y accesos	Proximidad a instalaciones de otras empresas	Construcción de líneas en zonas valorizadas	Proximidad a zonas de importancia cultural	Circulación de vehículos	Daño en los corredores de avifauna	Generación de ruido	Incremento del valor del suelo	Incremento en la demanda de mano de obra	Deforestación	Impacto en la visibilidad	Impacto sobre la fragilidad del paisaje	Calidad intrínseca	Total
Influencia	Cercanía de las torres a las viviendas	2	2	1	3	1	2	0	2	2	1	3	2	1	1	21
	Obstrucción de vías y accesos	2	2	2	2	1	2	0	2	2	1	0	2	1	2	19
	Proximidad a instalaciones de otras empresas	2	2	2	3	3	2	0	1	2	2	2	1	1	1	22
	Construcción de líneas en zonas valorizadas	3	3	3	3	3	3	0	0	3	1	0	3	3	3	28
	Proximidad a zonas de importancia cultural	2	1	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	29
	Circulación de vehículos	2	3	2	3	1	2	0	1	2	0	1	1	2	2	20
	Daño en los corredores de avifauna	1	0	0	3	0	2	2	0	0	3	2	2	2	2	17
	Generación de ruido	2	2	2	3	1	2	0	0	0	3	2	2	2	2	21
	Incremento del valor del suelo	2	2	2	2	2	2	0	3	2	3	3	3	3	2	28
	Incremento en la demanda de mano de obra	1	1	2	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	9
	Deforestación	2	0	1	3	0	1	1	0	3	0	1	1	1	2	15
	Impacto en la visibilidad	2	2	2	3	1	2	2	2	2	1	3	2	2	2	26
	Impacto sobre la fragilidad del paisaje	2	2	2	3	1	3	2	2	2	1	3	2	2	2	27
	Calidad intrínseca	2	3	3	3	2	2	1	2	3	1	3	2	3	2	30
	Total		25	23	24	37	16	25	8	20	24	12	28	23	24	23

¿Los objetivos de la fase socioambiental guardan relación con el alcance del proyecto?

¿Las metodologías de los subproyectos están estructuradas y compaginadas con la metodología de la fase socioambiental del proyecto?

¿Se puede lograr el alcance en materia socioambiental con los recursos disponibles y la metodología propuesta?

¿Se realiza un uso adecuado de las fuentes de información?

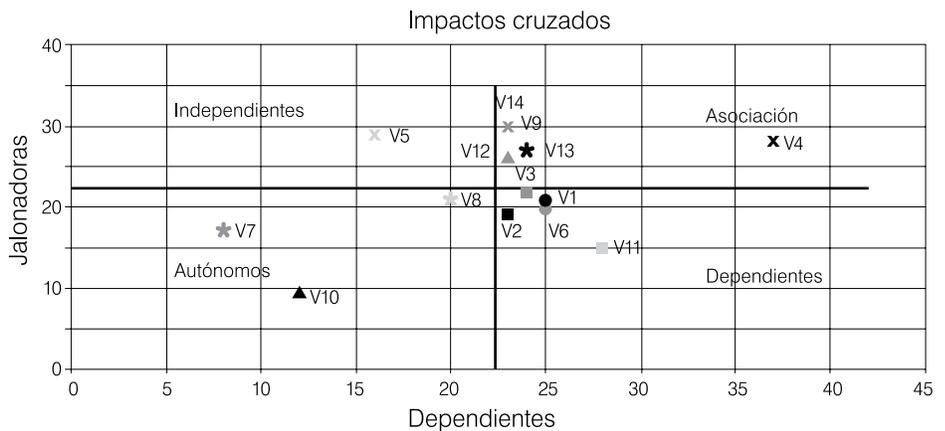
¿Los supuestos presentados en los estudios están claramente soportados o referenciados?

¿Se tiene un plan de comunicaciones claro y concreto para todo el proyecto?

¿Se tiene una política clara para la contratación de mano de obra?

¿Se tienen definidos explícitamente las rutas críticas del proyecto para cada una de sus fases?

¿Se tiene una política de manejo de la información para el proyecto (trazabilidad de información)?



Ítem	Impacto	Ítem	Impacto
V ₁	Cercanía de las viviendas a las torres	V ₈	Generación de ruido
V ₂	Obstrucción de vías y accesos	V ₉	Incremento del valor comercial del suelo
V ₃	Proximidad a instalaciones de índole comercial e industrial	V ₁₀	Incremento en la demanda de mano de obra
V ₄	Construcción de torres y líneas en zonas valorizadas	V ₁₁	Deforestación
V ₅	Proximidad a zonas de importancia cultural o social.	V ₁₂	Impacto en la visibilidad
V ₆	Circulación de vehículos	V ₁₃	Impacto sobre la fragilidad del paisaje
V ₇	Daño en los corredores de avifauna	V ₁₄	Calidad intrínseca

Figura 1. Impactos cruzados.

TABLA IV
VALORACIÓN IMPACTOS MATRIZ VESTER INTEGRAL

Impacto	Cualificación	Valoración	Valor Vester	Evaluación
Cercanía de las viviendas a las torres	Alto	27	0,06731	1,81731
Obstrucción de vías y accesos	Medio	9	0,06090	0,54808
Proximidad a instalaciones de índole comercial e industrial	Bajo	3	0,07051	0,21154
Construcción líneas en zonas valorizadas	Alto	27	0,08974	2,42308
Proximidad a zonas de importancia cultural o social.	Bajo	3	0,09295	0,27885
Circulación de vehículos	Alto	27	0,06410	1,73077
Daño en los corredores de avifauna	Medio	9	0,05449	0,49038
Generación de ruido	Medio	9	0,06731	0,60577
Incremento del valor comercial del suelo	Medio	9	0,08974	0,80769
Incremento en la demanda de mano de obra	Alto	27	0,02885	0,77885
Deforestación	Alto	27	0,04808	1,29808
Impacto en la visibilidad	Alto	27	0,08333	2,25000
Impacto sobre la fragilidad del paisaje	Medio	9	0,08654	0,77885
Calidad intrínseca	Bajo	3	0,09615	0,28846
Impacto paisaje neto				0,79660
Impacto Neto Proyecto				11,787

¿Se tienen establecidos indicadores de satisfacción de quejas de la comunidad?

¿Se tienen directrices definidas para la viabilidad de programas y proyectos sociales?

¿El plan de negociación de servidumbres está actualizado y considera aspectos ajenos a la oferta y a la demanda?

¿El plan es totalmente transparente para la comunidad?

¿La información generada en el proyecto es transmitida y comunicada entre todos los profesionales del proyecto?

¿El proyecto tiene debidamente definida la interventoría del proyecto?

Definición de impactos sociales y ambientales

Con ayuda de los interesados del proyecto (financiadores, contratistas, ingenieros, comunidad, entre otros), se levantó una lista de 14 indicadores tal y como se presenta en la Tabla I.

El impacto sobre el paisaje se desarrolló considerando la metodología de Sumper (2010), la que define este impacto en función de la visibilidad de la línea, la fragilidad del paisaje y la calidad del paisaje. La calidad está asociada a los usos del suelo, es decir, si es de tipo comercial, residencial, o industrial. El impacto sobre el paisaje se especifica en los ítems I12, I13 e I14 de la Tabla I. Para la evaluación ex-post se definió la escala de ponderación en base 3 (Tabla II).

La matriz de Vester se construyó considerando los impactos

definidos en los ítems I1 hasta I11 de la Tabla I. La calificación obtenida para el presente proyecto fue de 312 (Tabla III), valor que será útil y debe ser considerado en futuros proyectos como referente.

Posteriormente, una vez obtenida la evaluación de la matriz de Vester, se procedió a estimar la matriz de evaluación de impactos, matriz que resulta del producto de la escalas de ponderación con el cociente entre el impacto total influyente sobre el impacto total dependiente. Con los resultados de la matriz de Vester se construyó la Figura 1, gráfica de impactos cruzados en la cual se definen los impactos independientes, autónomos, dependientes y asociativos en cada cuadrante. El resultado obtenido permite observar que hay cuatro impactos dependientes, tres autónomos, uno independiente y seis asociativos. El impacto independiente (Proximidad a zonas de importancia cultural o social) resultó ser bastante congruente con la idiosincrasia colombiana en donde los hitos culturales poseen un alto valor para la comunidad, y en este sentido, es determinante para la ejecución del proyecto el análisis de la ubicación y afectación de la zona del proyecto.

Las fuerzas que quedan en el cuadrante superior derecho de la Figura 1 (asociativas) representan fuerzas que establecen nexos, en el cuadrante superior izquierdo fuerzas que son independientes (fuerzas jalonadoras inciertas), en el inferior derecho fuerzas que son dependientes (fuerzas jalonadas) y en el inferior izquierdo fuerzas que son autónomas (PIOM, 2001). A continuación se hace

una sucinta descripción de cada cuadrante (PIOM, 2001; Holos, 2008).

Independientes o de poder. Son impactos de alta motricidad y baja dependencia. Correspondiente a variables de contexto global y ámbito de actuación de lenta y difícil transformación, suelen ser muy determinantes en el comportamiento general del sistema, por ejemplo: aspectos culturales.

Asociativas o de conflicto. Son impactos de alta motricidad y alta dependencia. Se refiere a variables que tienen una gran capacidad de alterar el comportamiento de las demás y del proyecto. Actuar sobre estas variables es determinante para transformar el sistema. Por ejemplo: el análisis sobre el paisaje.

Variables autónomas. Son aquellas de baja motricidad y baja dependencia. Poseen una interdependencia sistémica con el proyecto, por ejemplo daños en la avifauna y generación de empleo. Generalmente, son causas del proyecto.

Variables dependientes o de salida. Son aquellas de baja motricidad y alta dependencia. Se conocen como variables de efecto o de resultado, según el estado de las variables de poder, las autónomas y en conflicto. En este cuadrante se localizan las variables de manifestación o consecuencia lógica del comportamiento y relaciones del conjunto de variables (Holos, 2008). En la Tabla IV se presenta la matriz de evaluación de impactos. Obsérvese que los impactos construcción de línea en zonas valorizadas, impacto en la visibilidad, cercanía de las viviendas a las torres y deforestación son los impactos más relevantes en el proyecto, anotando que el impacto independiente obtuvo la calificación más baja, asociado a la nula dependencia al proyecto. El impacto neto del proyecto es de 11,79, guarismo que contribuye a la base histórica de los proyectos de la organización. El anterior resultado permite tomar decisiones con respecto a la definición de directrices de priorización de actividades de compensación, mitigación y/o corrección.

Definición de la batería de indicadores

Definición de la batería de indicadores

A partir de las consideraciones de la matriz de Vester y los

TABLA V
RESUMEN INDICADORES

Indicadores proyectos		
1. Generación de empleo		
Mano obra calificada (# empleos)	1.286	$GEE = \frac{\text{N}^\circ \text{ de empleos de la zona}}{\text{Total empleos contratados}} \times 100$
Mano obra no calificada (# empleos)	4.362	
Total empleos contratados	5.648	
2. Reasentamiento de viviendas		
Viviendas reasentadas en el proyecto	42	$RV = \frac{\text{viviendas reasentadas en el proyecto}}{\text{viviendas planificadas para reasentar}} \times 100$
Viviendas planificadas para re-ubicar	46	
Indicador reasentamiento RV	91%	
3. Ejecución proyectos		
Proyectos planeados	167	$PPC = \frac{\text{Personas beneficiadas}}{\text{Proyectos de participación comunitaria concertados}}$
Proyectos ejecutados	185	
Personas Beneficiadas	32814	$\text{Desfase proyectos} = \frac{\text{proyectos planeados}}{\text{proyectos ejecutados}} \times 100$
Ejecución Proyectos	90,3%	
PPC	177	
4. Compensación forestal		
Área total compensada (ha)	1.127.680	$R = \frac{\text{Volumen real despejado}}{\text{Volumen Resolución}} \times 100$
Área planeada de despeje (ha)	2.928	
Área real despejada (ha)	1.084	$RP = \frac{\text{Área real despejada}}{\text{Área Resolución}} \times 100$
Volumen real despejado (m3)	31.803	
Volumen exigido por Resolución (m3)	122.985	$AP = \frac{\text{Área impactada por ISA (áreas estratégicas)}}{\text{Área total de impacto directo del proyecto}}$
Área total impacto directo proyecto (ha)	4541,4	
R (Volumen despejado)	26%	
RP (Área despejada)	37%	
AP	248	
5. Incumplimiento legal		
Número de incumplimiento legales	2	IL= número de incumplimientos legales
Número de cumplimientos pendientes	2	
Número de incumplimientos legales	4	$GIL = \frac{\text{Procesos sancionatorios notificados con gestión jurídica y/o técnica}}{\text{Total procesos sancionatorios notificados}} \times 100$
Procesos sancionatorios notificados sin gestión	4	
Total procesos sancionatorios notificados	68	
% Gestión trámites legales	94%	
6. Atención de quejas		
Número de quejas atendidas en construcción	92	AQC= número de quejas atendidas en construcción
Número de quejas atendidas en operación	42	AQO = número de quejas atendidas en operación
Número de quejas atendidas en construcción que continúan en operación	16	AQ = número de quejas atendidas en construcción que continúan en operación
		$Iq = 1 - \frac{(E \text{ mes actual} + E \text{ mes vencidos}) - (S \text{ mes actual} + S \text{ mes vencidos})}{\text{Entradas}} \times 100$
		E: Entradas quejas
		S: Salidas
7. Desviadores de vuelo		
Número de desviadores	29.957	$DV = \frac{\text{m totales de línea del proyecto}}{\text{número total de desviadores instalados}}$
m totales de línea transmisión	756.900	
Densidad de desviadores	25,27	
8. Tiempos de obra		
Meses planeados proyecto	15	$\text{Desfase temporal} = \frac{\text{meses planeados}}{\text{meses ejecutados}} \times 100$
Meses ejecutados	17	
Indicador desfase	88%	
9. Presupuesto del Proyecto		
Presupuesto EIA	confidencial	Presupuesto oficial 1 = Presupuesto oferta
Ejecución presupuestal	confidencial	Presupuesto oficial 2 = Presupuesto EIA
Desfase financiero	29%	$\text{Desfase financiero 1} = \frac{\text{ppto oficial 1} - \text{ppto ejecutado}}{\text{ppto oficial 1}} \times 100$
		$\text{Desfase financiero 2} = \frac{\text{ppto oficial 2} - \text{ppto ejecutado}}{\text{ppto oficial 2}} \times 100$
		$\text{Desfase financiero 3} = \frac{\text{ppto oficial 1} - \text{ppto oficial 2}}{\text{ppto oficial 1}} \times 100$
		$\text{Desfase financiero} = \frac{\text{ppto planeado}}{\text{ppto ejecutado}} \times 100$
10. Número de variantes		
	1	Desviaciones de línea = número de variantes

debates y trabajos guiados, se levantaron otros indicadores relevantes para medir el impacto del proyecto en materia socioambiental (Tabla V). Los indicadores que se presentan en dicha tabla no son los únicos que pueden establecerse. Cada proyecto es único y, por tanto, la dirección o gerencia de la fase socioambiental del proyecto debe definir dentro del ciclo de vida de su gerenciamiento, los indicadores que permitan medir, controlar y gerenciar el proyecto adecuadamente.

En la elaboración de los indicadores se debe establecer la periodicidad de medición de los mismos, y de esta manera, poder obtener información actualizada que permita comprender la dinámica del proyecto en materia socioambiental. En el presente estudio se evaluaron parcialmente los indicadores presentados, debido a que la información evaluada no es producto de una planeación previa de la fase socioambiental.

Los indicadores presentados surgen inicialmente de la revisión de la información y, posteriormente, como producto de las conversaciones sostenidas con el grupo técnico y la estrategia de la dirección de proyectos se ajustan a las necesidades de la organización. Los resultados de los indicadores, especialmente los de presupuesto, tiempos de obra, compensación forestal, ejecución de proyectos y reasentamiento de viviendas, permiten aseverar que hubo problemas en la planificación de los aspectos social y ambiental en el proyecto. Este hecho concuerda con las observaciones presentadas en el análisis y revisión de información, donde se encontraron debilidades notables en la definición metodológica de los aspectos socioambientales del proyecto y en la gestión de la información. Un aspecto que sobresale en los resultados de los indicadores corresponde al tema de compensación forestal, donde se observa que se compensó en 387% más de lo exigido por el Ministerio, dato que confirma las falencias en el aspecto metodológico de este componente.

Indicador integral del proyecto

Para la estimación del indicador integral del proyecto en materia socioambiental, se debe poder incorporar en un solo dato los resultados de la matriz de

TABLA VI
PONDERACIÓN INDICADORES

Indicadores del Proyecto	Valor (%)	Peso	Ponderación
Indicador personal de la zona	75,653	6%	4,54
Indicador reasentamiento RV	91,30	13%	11,87
Ejecución Proyectos	90,27	6%	5,42
R (Volumen despejado)	25,86	7%	1,81
RP (Área despejada)	37,02	7%	2,59
% Gestión trámites legales	94,12	13%	12,24
Desfase tiempo de obra	88,24	10%	8,82
Desfase financiero	29,04	13%	3,78
Iq (Atención quejas)	89,33	8%	7,15
Indicador revisión información	25,00	12%	3,00
Indicador Ley 100 *	100,00	5%	5,00
Total		100%	66,21

* El indicador Ley 100, debe ser siempre del 100%.

Vester y los resultados de los indicadores. En consecuencia, se procedió a establecer con cuáles indicadores se construiría el indicador integral y los pesos ponderados para cada uno de éstos; en la Tabla VI se presentan los indicadores elegidos para la construcción del indicador integral.

El indicador integral se mide por intervalos, como alto (>90,9%; bueno), medio (70-90,8%; regular) o bajo (<70%; muy crítico). En la Tabla VII se presenta el resultado del indicador integral del proyecto. Allí se establecen los pesos ponderados para la matriz de Vester y para los indicadores. El valor 85,20 resulta de la diferencia entre 100 (valor máximo) y el promedio de la cuantificación de los impactos para los escenarios calificados con medio y alto impacto. El valor de 66,21 es el resultante de la Tabla VI. Como se observa, el resultado neto para la presente investigación, de 71,90 se encuentra en el intervalo entre 70 y 90,8%, que le confiere una calificación de regular, lo cual quiere decir que existen muchos aspectos que se deben mejorar en la dirección del proyecto de la fase socioambiental.

Conclusiones y Recomendaciones

La presente investigación constituye un aporte novedoso representado en la combinación de la matriz Vester con expresiones matemáticas que permiten definir un conjunto

de indicadores que miden cuantitativamente el impacto socioambiental de un proyecto de infraestructura.

Es necesario incorporar un proceso de gestión del conocimiento, debido a que la información está sumamente fragmentada y, más grave aún, no reposa en los sistemas formales de almacenamiento de información de la organización, sino en las 'cabezas' de los profesionales que participaron en la ejecución de la fase socioambiental del proyecto.

Se debe declarar la información de la fase socioambiental como un activo de los procesos de la organización, hecho que garantiza la disponibilidad de la información para el desarrollo de proyectos posteriores.

El estudio de gestión del conocimiento debe involucrar a todos los profesionales que sean partícipes del proyecto, y debe comenzar con un adecuado registro de la información en campo, haciendo uso de herramientas etnográficas en el área social, conforme se defina en la planeación de la fase socioambiental del proyecto.

Se requiere un seguimiento permanente y exhaustivo, por parte de la gerencia de la fase socioambiental del proyecto, a la calidad provista en los estudios de ingeniería y sociales (PMA, EA, Social, Económico).

La organización deberá rápidamente capacitar y preparar a sus funcionarios en la dirección y gerenciamiento de proyectos, interventoría de proyectos y en el análisis legal. Asimismo, al interior de la organización se deberá declarar las lecciones aprendidas como activos de los procesos de la organización, lo cual retroalimenta el proceso de aprendizaje permitiendo una senda de mejoramiento continuo en el gerenciamiento de proyectos.

La metodología ex-post presentada es una herramienta gerencial que puede ser implementada por entidades gubernamentales, corporaciones ambientales, ministerios, alcaldías, etc. Además, les permitiría a estas entidades crear su propia base de impactos netos de proyectos para tomar decisiones de manera objetiva, con juicio y conocimiento, no como sucede actualmente en algunos casos donde estas entidades carecen de información útil que aporte valor a la organización.

TABLA VII
INDICADOR INTEGRAL PROYECTO

Item	Valor	Peso	Ponderación
Indicadores matriz de Vester	85,20	30%	25,6
Indicadores	66,21	70%	46,3
		100%	
Indicador de proyecto			71,90

REFERENCIAS

- Basle M (2006) Strengths and weaknesses of European Union policy evaluation methods: Ex-post evaluation of Objective 2, 1994-99. *Regional Studies* 40: 225-235.
- Cohen E, Franco R (1988) *Evaluación de Proyectos Sociales*. Grupo Editor Latinoamericano. Buenos Aires, Argentina. 341 pp.
- González L (2000) *La Evaluación Expost o de Impacto*. Cuadernos de Trabajo de Hegoa. N° 29. Bilbao, España. 51 pp.
- Gudiño FM (2002) *La Evaluación de la Cooperación al Desarrollo en España: Un Análisis de Metodologías y Organización Institucional*. Universidad Complutense de Madrid. España. 49 pp.
- Holos (2008) *Ordenación y Manejo de la Microcuenca La Ayurá, Municipio de Envigado*. Investigación para la Secretaría Distrital de Medio Ambiente. Holos Ltda. Colombia.
- NORAD (1997) *Evaluación de Proyectos de Ayuda al Desarrollo. Manual para Evaluadores y Gestores*. Agencia Noruega de Desarrollo / Instituto de Desarrollo y Cooperación / Universidad Complutense de Madrid. Catarata. Madrid. España. 168 pp.
- Ortiz Soto HE (2003) Inversión pública: planteamiento de un modelo de evaluación Ex-Post. *VIII Congr. Int. CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública*. (28-31/10/2003). Panamá.
- PIOM (2001) Diseño de la metodología para la formulación de planes integrales de ordenamiento y manejo de microcuencas – PIOM- y su aplicación en la parte baja de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Iguaná. Universidad Nacional. Colombia. 601 pp.
- PMBOK (2004) *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. 3ª ed. Project Management Institute. Newtown Square, PA, EEUU.
- Steinmann A (2001) Improving alternatives for environmental impact assessment. *Env. Impact Assess. Rev.* 21: 3-21.
- Sumper A, Boix-Aragonès O, Villafañila-Robles R, Bergas-Jané J, Ramírez-Pisco R (2010) Methodology for the assessment of the impact of existing high voltage lines in urban areas. *Energy Policy* 38: 6036-6044.
- UPV (2007) *Informe de Evaluación Ex Post. Plan de Desarrollo Rural Sostenible 2000-2006*. Comunidad Autónoma del País Vasco. Universidad del País Vasco. España.

EXPOST EVALUATION OF PROJECTS' SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACT

Carlos Alberto Restrepo Carvajal and Alejandra Cuadros Mejía

SUMMARY

This article comprises the development and application of a methodology that helps perform ex-post assessment of lineal infrastructure projects, based on prospective analysis given by the Vester matrix crossed impact diagram, information management and the definition and implementation of a series of indicators that improve the objective analysis of the evolution of the project. The methodology is supported by a review of information, definitions of impacts, construction of a Vester matrix, crossed impact diagram, weighing scale, net quantitative valuation of the project, and construction of a set of indicators. The ex-post assessment presented can be used by the governmental agencies for tracking and controlling engineering projects in

their jurisdiction: It also allows creating base lines for different kinds of projects, which potentiates environmental legal regulation. The ex-post assessment results help the organization define which sub-projects to execute in order to minimize, correct, and compensate negative impacts of projects. It also allows the organization to prioritize and make a responsible control of its projects, whether they are of social, legal or environmental kind. Finally, using the results of indicators and Vester matrix, an integral indicator for the whole project is proposed, which has a qualitative and quantitative scale that allows a user to value the project in a holistic approach.

AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOCIOAMBIENTAL DE PROJETOS

Carlos Alberto Restrepo Carvajal e Alejandra Cuadros Mejía

RESUMO

Este artigo compreende o desenvolvimento e aplicação de uma metodologia que permite realizar a avaliação ex-post de projetos de infraestrutura lineares orientados a análise social e ambiental, apoiados na análise prospectiva dado pela matriz de Vester (diagrama cruzado de impactos), sobre a gestão da informação e a definição e implementação de uma série de indicadores que favorecem a análise objetiva da evolução do projeto. A metodologia está composta de revisão da informação (coleta, depuração e análise), definição de impactos, construção da matriz de Vester, diagrama cruzado de impactos, escala de valoração, valoração quantitativa neta do projeto e construção de bateria de indicadores. A avaliação ex-post apresentada pode ser empregada por entes territoriais para o seguimento e con-

trole de projetos de engenharia. Além disso, permite a geração da linha base socioambiental para diferentes tipos de projetos, o qual potencia a regulação legal ambiental. Os resultados da avaliação ex-post permitem à organização definir os subprojetos que deve executar para minimizar, corrigir e compensar os impactos negativos do projeto na área socioambiental. Do mesmo modo, devido à aplicação conjunta da matriz de Vester e à bateria de indicadores, a organização pode priorizar e fazer controle responsável de projetos na área social, legal ou ambiental. Fazendo uso da bateria de indicadores e os resultados da matriz de Vester se propõe um indicador integral para todo o projeto, considerando uma escala quantitativa e qualitativa para definir a gestão holística do projeto.