

ANEXO 10. Metodología Estimación Económica Enfoque Territorial

A continuación, se muestran los diferentes indicadores, los métodos de cálculo asociados con estimación cuantitativa del enfoque territorial para posteriormente calcular los valores monetarios respectivos. Como muestra la Tabla 1 cada variable representa un costo o un beneficio según sea el caso y una breve descripción metodológica.

Tabla 1- Indicadores a considerar dentro de la Metodología.

Variable o Indicador	Costo o Beneficio	Descripción metodológica.
Costos de retraso transporte de gas por ductos (Paros socioambientales, consultas previas, cambios normativos, licenciamiento ambiental)	Costo	Costos de retraso en producción PLANIIN (Consultoría 2017)
Degradación del suelo por erosión	Costo	Se monetiza según 5 categorías de erosión (Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., & Turner, R. K. (2014). (Viable 2021)
Amenaza por remoción en masa	Costo	Se monetiza según 4 categorías por remoción en masa Sistema Geológico Colombiano (SGC) (2021)). (Viable 2021)
Índice de pobreza multidimensional	Costo	Se utiliza la metodología de la herramienta de la UPME (2021)
Presencia de comunidades étnicas	Costo	Se utiliza la metodología de la herramienta de la UPME (2021)
Índice de sostenibilidad de patrimonio cultural	Costo	Se utiliza la metodología de la herramienta de la UPME (2021)
Empleos generados	Beneficio	Valoración de mercado laboral
Encadenamiento productivo	Beneficio	Matriz Insumo Producto Regional BANREP

A continuación, se hará una breve descripción de las variables y las diferentes metodologías:

- **Costos de retraso de obras (Paros socioambientales, consultas previas, cambios normativos, licenciamiento ambiental)**

Siguiendo los parámetros de la consultoría 004 de 2017¹ se adaptan y actualizan los cálculos para estimar los costos de oportunidad a 2023 por demoras en la entrada en

¹ Que contiene “La aplicación de la metodología de evaluación ambiental estratégica a la expansión prevista en Colombia para la actividad de TRANSPORTE de crudo, derivados, bases disolventes y gas, tomando como referencia el escenario tendencial (por vía terrestre en carotankers, en el caso de crudo, combustibles líquidos,

operación de la infraestructura de transporte de hidrocarburos, en este caso en particular se plantea las estimaciones del costo de oportunidad por los retrasos en la puesta en marcha de la infraestructura de gas (nuevos ductos).

Se entienden como costos de oportunidad los retrasos en la entrada en operación de la infraestructura de transporte de hidrocarburos, particularmente en gas; como el costo generado por las demoras en la entrada en operación de la infraestructura de transporte de hidrocarburos que corresponde a los recursos monetarios, pero que se hubieran destinado a actividades económicas que benefician al país (mejor uso alternativo de los recursos) si no se hubiesen registrado dichos retrasos.

El costo de oportunidad se estima como la diferencia entre el VPN del valor agregado bruto generado en el escenario de expansión Business as Usual BAU de transporte de gas, menos el VPN de valor agregado bruto generado en el escenario de expansión BAU de transporte de gas cuando ocurre una demora en la entrada en operación de la infraestructura de transporte (nuevos ductos) en cada uno de los escenarios de demora.

En el *método de cálculo* el gas se transporta tradicionalmente por ductos. Se parte del supuesto de que no se tiene la posibilidad de utilizar los carrotanques². De esta manera, el costo de oportunidad por demoras en el transporte de gas es igual a:

$$CO_{i,j} = VPN(VAB) - VPN(VAB_{i,j})$$

Donde:

$CO_{i,j}$: es el costo de oportunidad en que incurre el país en el escenario de expansión BAU de transporte de gas cuando ocurre un retraso en la entrada en operación de la infraestructura de transporte (nuevos ductos) por la causa i .

i : es la causa de la demora en la entrada en operación de la infraestructura de transporte de gas ($i = 1 =$ diagnóstico ambiental, licenciamiento ambiental, sustracción de reservas ambientales, proceso de manejo arqueológico, realización de consultas previas, paros y modificaciones regulatorias).

j : gas.

$VPN(VAB)$: es el VPN de valor agregado bruto generado en el escenario de expansión BAU de transporte de gas.

$VPN(VAB_{i,j})$: es el VPN de valor agregado bruto generado en el escenario de expansión BAU de transporte de gas cuando ocurre una demora en la entrada en operación de la infraestructura de transporte por la causa i

derivados y bases), comparándola con un escenario alternativo (transporte por ductos)" (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2017).

² Sin embargo, aunque no se tendrán en cuenta, se destaca que el mercado ofrece algunas alternativas para el movimiento del gas, tales como los gasoductos virtuales.

Los escenarios de retrasos a considerar son seis, i. Demoras en la obtención de licencias ambientales, ii. Retrasos en el trámite de sustracción de reserva, iii. Demoras en el proceso de consultas previas con comunidades étnicas, iv. Demoras en el proceso de manejo arqueológico, v. Retrasos por paros de la comunidad, vi. Retrasos por modificaciones regulatorias a nivel ambiental.

- **Degradación del suelo por erosión**

La degradación del suelo por erosión se refiere a las alteraciones que se pueden presentar en la cobertura vegetal, generando así entre muchos de sus efectos cambios sustanciales en la cobertura boscosa y la vegetación secundaria alta, y por ende aumentos en los niveles de erosión del suelo. En la herramienta de análisis costo beneficio la degradación del suelo por erosión está enfocada al deterioro de la capa superficial de la corteza terrestre y la pérdida de productividad por la afectación de los servicios ecosistémicos. La herramienta plantea cuatro categorías de erosión que se describen a continuación:

- A. Erosión ligera: se presenta alguna evidencia de pérdida de suelo en los horizontes superficiales del suelo, por escurrimiento superficial (pérdida de 25% a 50% de espesor boscoso).
- B. Erosión moderada: se evidencia remoción de los horizontes superficiales del suelo y la capa superficial de suelo ha perdido espesor (pérdida de 50% a 75% de espesor boscoso).
- C. Erosión severa: los horizontes superficiales del suelo están completamente removidos y los horizontes subsuperficiales expuestos (pérdida de más del 75% de espesor boscoso).
- D. Erosión muy severa: se evidencia pérdida total de los horizontes superficiales y pérdida parcial de los horizontes subsuperficiales del suelo (pérdida de 100% de espesor boscoso).

Como se mostró en el acápite de la dimensión ambiental dependiendo de las obras se calcularon las zonas que se encontraban en las diferentes categorías planteadas y se utilizó la herramienta de ACB para calcular los respectivos valores económicos totales se tiene en cuenta no un valor monetario sino los pesos dados por el multicriterio, como muestra la tabla # los valores multicriterio están relacionados con las longitudes de la obra y las características de la capa superficial del suelo.

- **Amenaza por remoción en masa**

La herramienta de análisis costo beneficio de la UPME incluye la categorización con respecto a la severidad de la amenaza por remoción en masa para las posibles obras del ETPAGN las categorías se dividen en: "Muy Alta", "Alta", "Media" y "Baja"; se considera la

remoción en masa debido al efecto que se puede tener sobre las obras y los costos que representan por la probabilidad de eventos críticos. Como se mostró en el acápite de la dimensión ambiental cada obra puede ser caracterizada, lo cual permite establecer un criterio y la ponderación dependerá de la longitud de la obra y de la probabilidad de que pase por el suelo caracterizado.

- **Índice de pobreza multidimensional**

Las obras de infraestructura generan expectativas referidas a la adquisición de servidumbre, a la contratación de mano de obra, a los impactos del proyecto, al cumplimiento de los acuerdos de Plan de Manejo Ambiental – PMA- y a los posibles beneficios que les pueda traer el proyecto.

El índice de pobreza multidimensional (IPM) es un indicador que permite entender las implicaciones sociales generan expectativas en la población porque es posible que el beneficio de la empleabilidad de mano de obra no compense exactamente el costo de la pérdida de valor de la propiedad y el costo de oportunidad de uso del suelo, lo que puede llevar a una percepción de pobreza alta que genere conflictos para llevar a cabo la expansión. Con este fin la herramienta de ACB de la UPME utiliza el IPM dentro de las variables no monetarias que hacen parte del multicriterio de las diferentes dimensiones asociadas al enfoque territorial dándole un peso dentro del cálculo de 31% dentro de la dimensión social.

- **Presencia de comunidades étnicas**

El indicador de la herramienta de ACB de la UPME tiene en cuenta la presencia de territorios étnicos, grupos étnicos y patrones culturales. Este indicador se mide a través de la información consultada de territorios de resguardos indígenas y territorios colectivos afrodescendientes en las cifras y cartografía de la Agencia Nacional de Tierras (ANT). Con este fin la herramienta de ACB de la UPME utiliza un peso dentro del cálculo de 10% dentro de la dimensión social.

- **Índice de sostenibilidad de patrimonio cultural**

Teniendo en cuenta que en términos de riesgos arqueológicos, el mayor número de sitios, puede representar una mayor probabilidad de hallazgo en caso de desarrollar el proyecto, la cantidad de sitios arqueológicos presentes en los territorios de las obras sirve como referente a la herramienta de ACB para generar los índices respectivos que permitan identificar la importancia del patrimonio cultural, con respecto a los Hallazgos Arqueológicos, no se localizan áreas arqueológicas protegidas hasta que no se generen estudios específicos para el inicio del proyecto. Como muestra la tabla # la cantidad de sitios arqueológicos está relacionada con el índice de patrimonio cultural planteados por la herramienta según las diferentes obras. Con este fin la herramienta de ACB de la UPME utiliza un peso dentro del cálculo de 7% dentro de la dimensión social.

- **Empleos generados**

Teniendo en cuenta que el desarrollo de las actividades económicas que se llevan a cabo en la zona de influencia, implica también la demanda de personal el cual se inserta en las actividades ya sea a través de contratos laborales, acuerdos verbales o de modo independiente, se presenta el carácter positivo de este impacto, ya que se encuentra asociado a empleos directos o indirectos, en los cuales la población contratada tiene posibilidades de incrementar el acceso a diferentes bienes y servicios.

Se caracteriza por la oportunidad laboral que se otorga a las comunidades al realizar intervenciones de mantenimiento como la reposición de tubería, el mantenimiento de cruces especiales, la rocería, las obras de estabilización del derecho de vía y actividades conexas como la adecuación de accesos. A pesar de que son empleos temporales y no continuos, es la opción para las unidades familiares de trabajar en las diferentes obras.

Para estimar este beneficio se recurre al método conocido de valoración de mercado laboral, se usará la metodología y los salarios propuestos en la herramienta ACB UPME y basándose en los requerimientos de mano de obra no calificada de proyectos similares y las longitudes de las diferentes obras³, el cálculo se resume a continuación:

$$empleo = N^{ocup_kj} * km) (1)$$

empleo: beneficio por variación en los ingresos por el empleo

N^{ocupk}: número de mano de obra no calificada por km de línea de cada obra

- **Encadenamiento productivo**

La cuantificación de los impactos del sector de gas en la economía nacional se realiza mediante el cálculo de los multiplicadores sectoriales correspondientes a la aproximación de la Matriz de Insumo – Producto (MIP), el insumo principal de la metodología es la información del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y en las matrices e Oferta y Utilización; los impactos económicos del sector se entienden como el valor total de la producción de todas las industrias necesarias para satisfacer un peso extra en la demanda final del sector de interés y son analizados a través de los multiplicadores de 2013 a 2023.

En el caso de las nuevas obras propuestas y con el fin de dar a conocer una aproximación regional se utiliza la metodología del Banco de la República (2017), esta metodología incorpora componentes regionales a la identidad macroeconómica, los cuales fueron estimados según la siguiente ecuación:

$$PRB = C + I + G + (X - M) RM + (X - M) DOM$$

³ Este se toma de los estudios de referencia, dividiendo la cantidad de mano de obra no calificada contratada entre los km del ducto de tal estudio. Se tomaron como referencia los estudios de Gibraltar - Bucaramanga (LAM 3952 - ANLA) y Mariquita - Pereira (LAM 0069 -ANLA), donde el primero tiene un total de 513 trabajadores en todos los tramos del ducto considerados que suman 190 km para un promedio de 2,7 trabajadores por km de línea, mientras que en el segundo tiene un total de 543 trabajadores en los tramos de líneas correspondientes que suman 155 km de para un promedio de 3,5 trabajadores por km de línea. Haciendo un promedio de estos dos resultados, tenemos que se contratan, según los estudios de referencia, 3 trabajadores por km de ducto.

Donde:

C = Consumo de los hogares;

I = Inversión;

G = Consumo del gobierno;

$(X - M) RM$ = Balanza comercial internacional (región y resto del mundo);

$(X - M) DOM$ = Balanza comercial interregional (región y otras regiones)

Finalmente, con el objetivo de regionalizar la metodología, se asume que cada región utiliza la misma combinación de productos para los diferentes usuarios (sectores productivos, inversores, los hogares y el Gobierno) que se observa en las matrices nacionales de insumo-producto para Colombia (BANREP 2017)⁴; después de esto se realiza el respectivo análisis matricial utilizando los vectores de producción total y demanda final, para obtener los multiplicadores se utiliza matriz inversa de Leontief y se presentan algunas observaciones resumidas sobre las estructuras económicas regionales.

⁴ Matriz insumo-producto interregional para Colombia; Eduardo Haddad* Weslem Faria, Luis Armando Galvis-Aponte, Lucas Wilfried Hahn-De-Castro, revista de economía del caribe n°. 21, 2017.