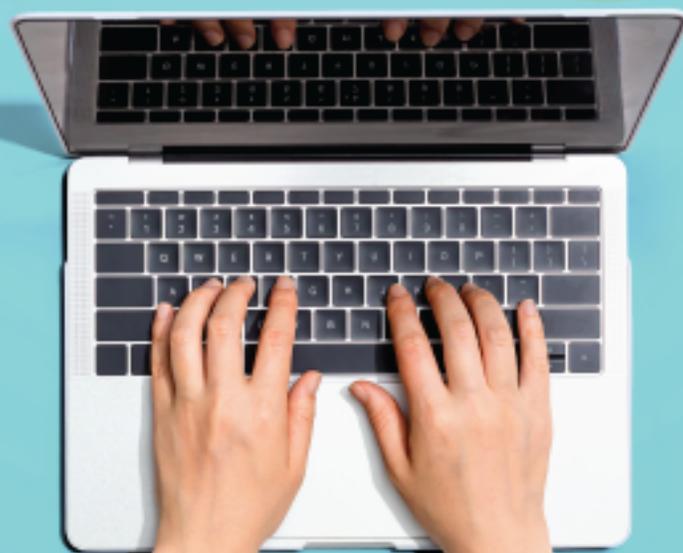




# JORNADAS DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO ANLA-CARS



# MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA PARA ESTIMAR VALORES DE REFERENCIA DE LOS COMPONENTES HÍDRICO Y ATMOSFÉRICO EN EL SECTOR MINERO



Métodos de valoración económica para estimar valores de referencia de los componentes hídrico y atmosférico en el sector minero.

Subdirección de Instrumentos Permisos y Trámites Ambientales

Elaboró:  
Raúl Báez Delgado  
Diego A. Castro Amado

Revisó:  
Silvia Vanegas Pinzón – Coordinación instrumentos  
Alba Ruth Olmos Clavijo – Líder técnico valoración económica  
Yolanda Casallas Abril – Grupo valoración SELA

Aprobó:  
**Carlos Alonso Rodríguez**  
Subdirector de Instrumentos Permisos y Trámites Ambientales

**Rodrigo Suarez Castaño**  
Director General

Fecha: Junio de 2021

<https://www.anla.gov.co/proyectos/nuevo-licenciamiento-ambiental/en-que-consiste>



anla.gov.co/proyectos/nuevo-licenciamiento-ambiental/en-que-consiste

Inicio Entidad ▼ Trámites y Servicios Ciudadanía ▼ Normatividad ▼ Participa Transparencia

Buscar... **Buscar**

desempeño ambiental <b>Más información</b>	abandono y desmantelamiento del sector de hidrocarburos <b>Más información</b>	radicación de cambios menores <b>Más información</b>	evaluación de cambios menores <b>Más información</b>
 9. Manual para el conteo y valoración del recurso pesquero. <b>Más información</b>	 10. Métodos de valoración económica para estimar valores de referencia de los componentes hídrico y atmosférico en el sector minero <b>Más información</b>	 11. Representatividad de muestreo especies en veda nacional <b>Ver Instrumento</b>	 12. Reportes de alertas <b>Ver Instrumento</b>

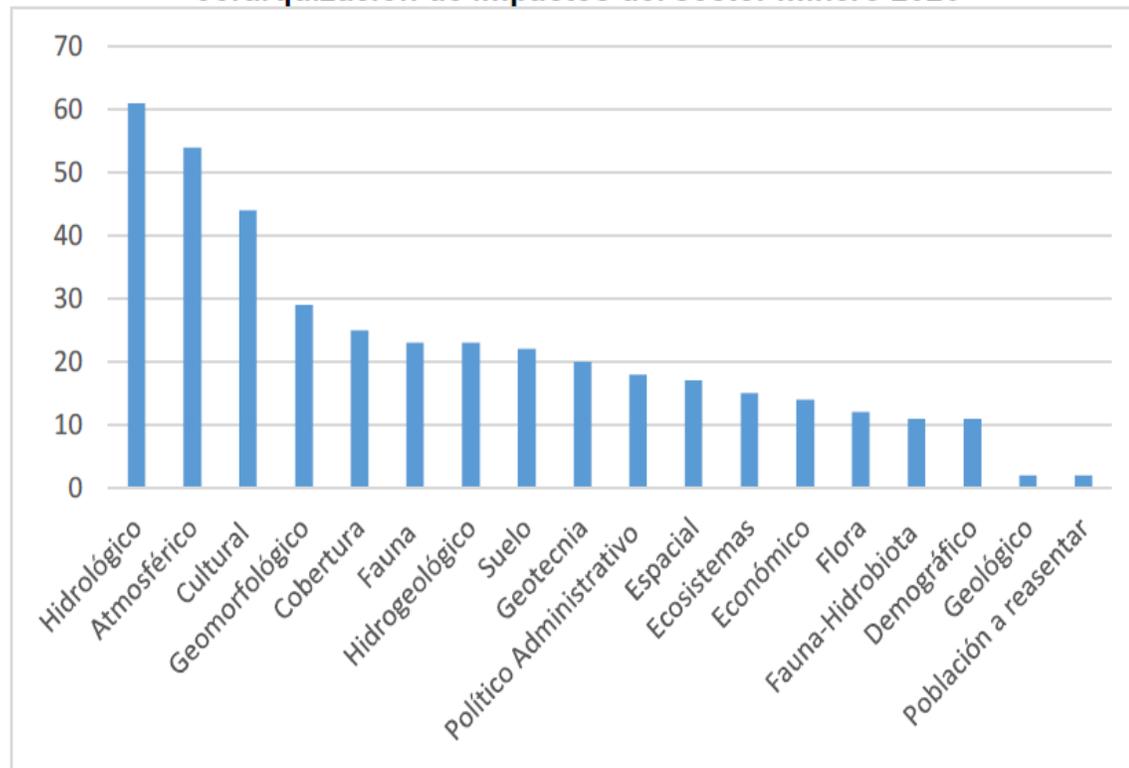
## Introducción

Es de suma importancia para el país, la necesidad de realizar la valoración económica de los beneficios y costos relacionados con los proyectos mineros, que sirvan como soporte técnico para el uso de los recursos naturales, la gestión integrada de los mismos y la toma de decisiones.

El instrumento presenta un conjunto de herramientas que sirven como referente a los usuarios del sector minero para complementar la calidad de sus procesos de evaluación económica ambiental en lo relacionado a los componentes hídrico y atmosférico, en el marco del licenciamiento ambiental.

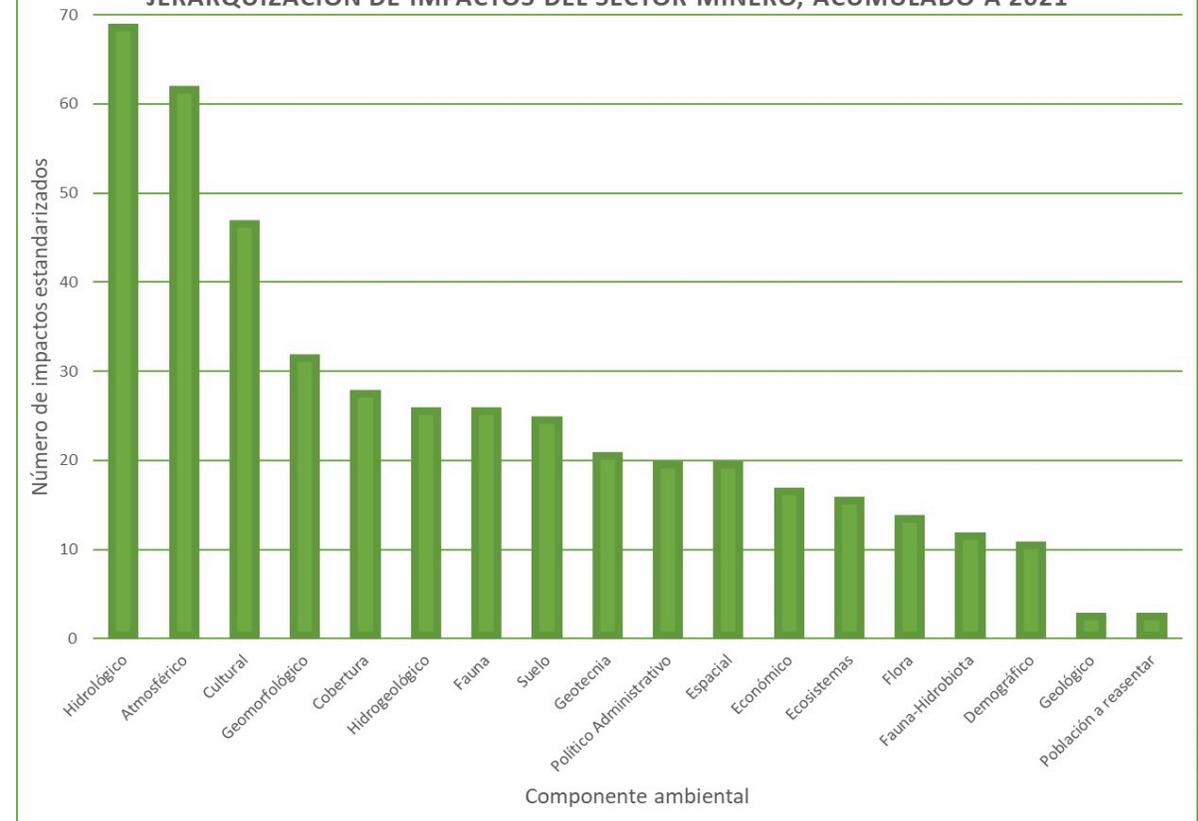
## Introducción

**Gráfica 1**  
**Jerarquización de impactos del sector minero 2020**



Fuente: ANLA 2020

**GRAFICA 2**  
**JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS DEL SECTOR MINERO, ACUMULADO A 2021**



**Fuente:** Métodos de valoración económica para estimar valores de referencia de los componentes hídrico y atmosférico en el sector minero (2021).

## ¿Qué plantea el instrumento?

En este instrumento se presentan los lineamientos que permiten entender el proceso de análisis económico de los impactos al componente hídrico y atmosférico de la explotación minera.

Se plantean los **modelos teóricos** que cumplen con los aspectos técnicos de la evaluación económica descrita en la Guía de Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental, acogido mediante la Resolución 1669 de 2017.

$$\ln(YP_y) = \theta_0 + \theta_1 \ln(K P_K) + \theta_2 \ln(LP_L) + \theta_3 \ln(RP_R) + \theta_4 \ln(WP_W) + \varepsilon (6)$$

$$\ln(YP_y) = \theta_0 + \theta_1 \ln(K P_K) + \theta_2 \ln(LP_L) + \theta_3 \ln(RP_R) + \theta_4 \ln(WP_W) + \varepsilon (6)$$



## Alcance del instrumento

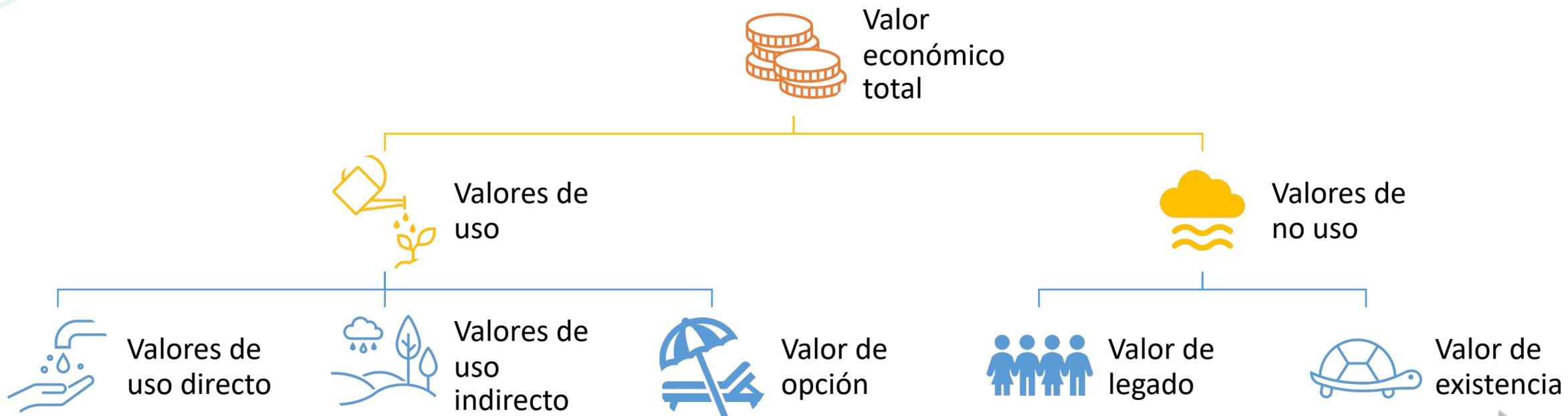
El alcance del instrumento está limitado en la definición del planteamiento metodológico para realizar las valoraciones económicas de los componentes hídrico y atmosférico. Para el caso del recurso hídrico se plantea un análisis metodológico de precios de mercado basados en la productividad del recurso; y para el componente atmosférico se propone un análisis metodológico de precios de mercado basados en el método del costo de enfermedad (morbilidad) y del costo de capital humano (mortalidad).



## PASOS METODOLÓGICOS PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE REFERENCIA



## COMPONENTE HÍDRICO Servicios ecosistémicos



## Planteamiento metodológico



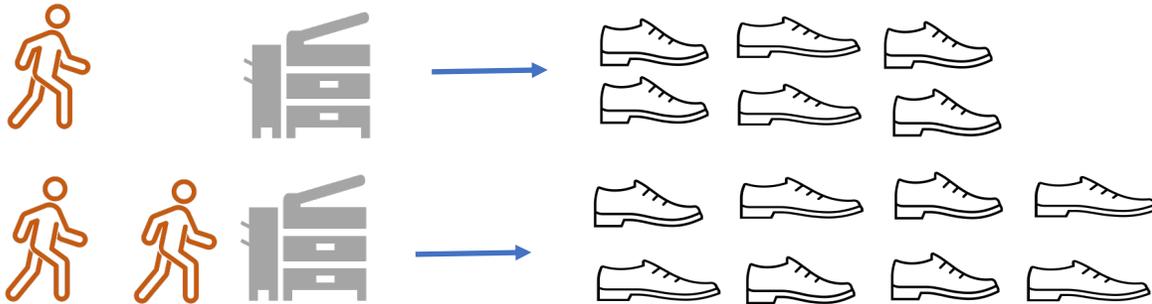
En el caso del **componente hídrico**, se propone un análisis metodológico de precios de mercado basados en la productividad del recurso hídrico.

Se parte del supuesto que el agua puede considerarse un bien económico por su carácter de bien escaso, con disponibilidad limitada y su uso es vital para los seres humanos lo que permite que el uso y disposición del recurso se vea comprometido cuando interactúan los diferentes agentes económicos.

## Conceptos:

**Productividad Marginal:** La producción adicional que se puede fabricar con una unidad más de un determinado factor productivo mientras se mantienen constantes todos los demás factores productivos (Nicholson, Walter).

**Productividad Marginal Decreciente:** Se suele suponer que la productividad marginal de un factor productivo disminuye a medida que se utilizan unidades adicionales del factor mientras se mantienen constantes los demás factores productivos (Nicholson, Walter).



**Costo Marginal:** Es el costo adicional de producir una unidad adicional de producto (Nicholson, Walter).

**Costo Marginal Creciente:** El costo marginal del producto (costos fijos más costos variables) se incrementa con el uso de una unidad adicional del insumo.

## Planteamiento metodológico

### 1) Identificar cambios en la productividad:

Se debe identificar los cambios biofísicos en la productividad causados por los impactos ambientales generados por el proyecto. Este tipo de información puede ser obtenida mediante dos herramientas: Recolección de datos a través de experimentos de campo o análisis estadístico de series de información sobre los demás insumos requeridos para la producción del bien o servicio de mercado, la cantidad de servicio ecosistémicos incluido, entre otros.



## 2) Función de producción estimada:

Se plantea calcular, el valor de la productividad marginal del agua mediante la estimación de una función de producción. El propósito es evaluar la contribución del agua en el valor agregado de la producción.

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln K + \beta_2 \ln L + \beta_3 \ln R + \beta_4 \ln W + \varepsilon \quad (5)$$

Y = Cantidad de producción

K = Cantidad de capital

L = Cantidad de mano de obra

R = Cantidad de otras materias primas

W = Cantidad de agua dentro del proceso productivo

## 2) Función de producción estimada:

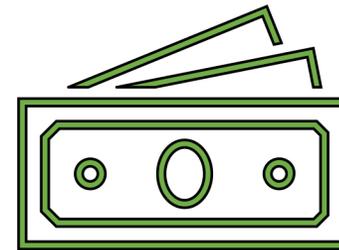
Para transformar la función de producción en función de valor, se requiere multiplicar cada una de las cantidades  $Y$ ,  $K$ ,  $L$ ,  $R$ ,  $W$  por sus respectivos precios  $P_Y$ ,  $P_K$ ,  $P_L$ ,  $P_R$ ,  $P_W$ .

$$\ln(Y P_Y) = \theta_0 + \theta_1 \ln(K P_K) + \theta_2 \ln(L P_L) + \theta_3 \ln(R P_R) + \theta_4 \ln(W P_W) + \varepsilon \quad (6)$$

$$\sigma = \frac{\partial \ln Y P_Y}{\partial \ln W P_W} = \theta_4 \quad (7)$$



5 Unidades de Mano de obra (L)



\$ 1.000.000 c/u



### 3) Evaluar monetariamente los efectos en productividad

$$\pi_{SP} = Y_{SP}(P_y - KP_K - LP_L - RP_R - W_{SP}P_W) \quad (9)$$

$$\pi_{CP} = Y_{CP}(P_y - KP_K - LP_L - RP_R - W_{CP}P_W)$$

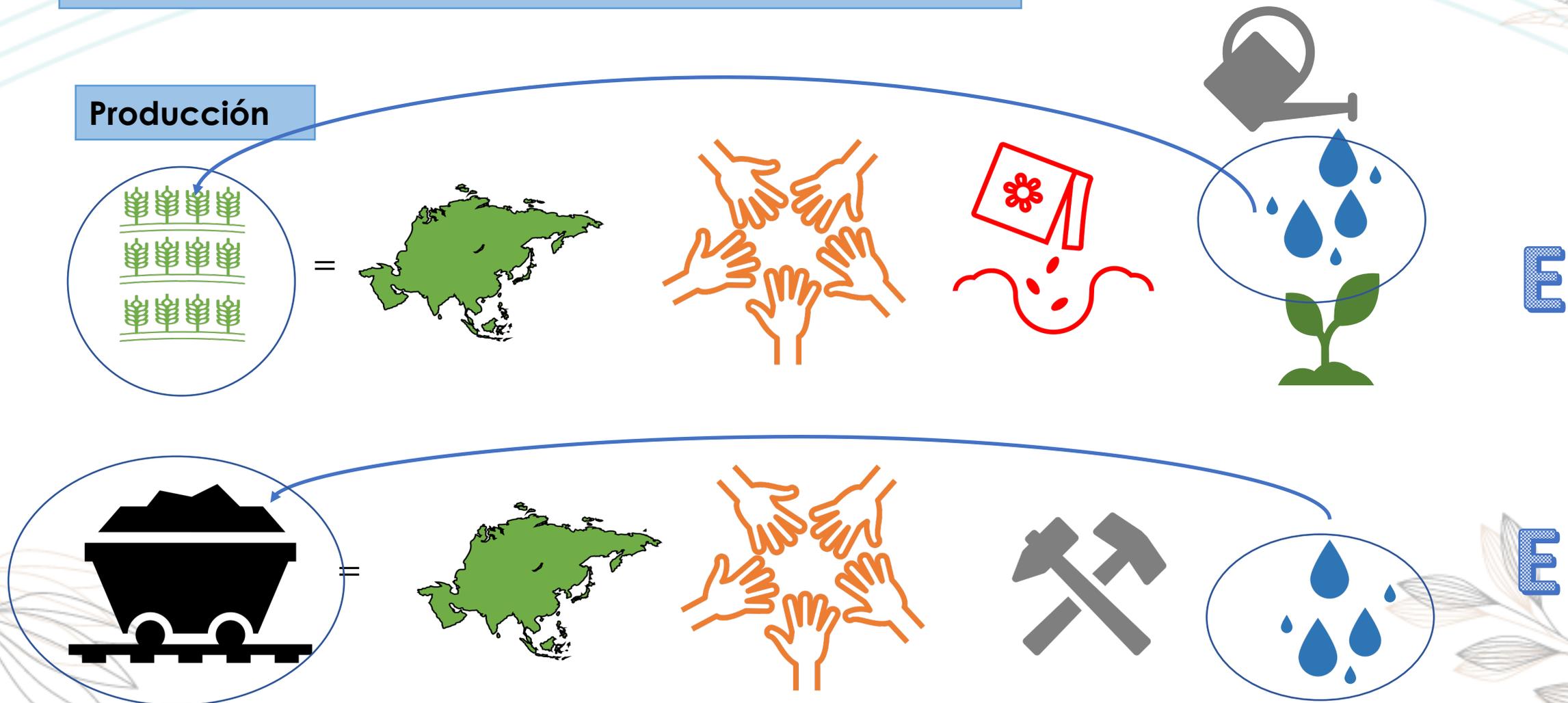
$$\pi_{CP} - \pi_{SP} = Y_{CP}(P_y - KP_K - LP_L - RP_R - W_{CP}P_W) - Y_{SP}(P_y - KP_K - LP_L - RP_R - W_{SP}P_W) \quad (10)$$

Concepto	Valor	Unidades
Consumo de Agua Sin proyecto	$W_{SP}$	m <sup>3</sup> /año
Consumo de Agua Con Proyecto	$W_{CP}$	m <sup>3</sup> /año
Cambio en las Utilidades	$\pi_{CP} - \pi_{SP}$	Pesos/año
Cambio en el consumo de Agua	$W_{CP} - W_{SP}$	m <sup>3</sup> /año

Fuente: ANLA & V.EI, 2015

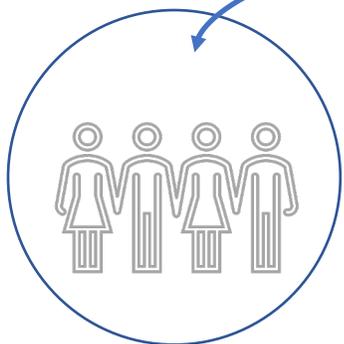
De manera ilustrativa

Producción



De manera ilustrativa

Producción



=



E



=



E

## COMPONENTE ATMOSFÉRICO

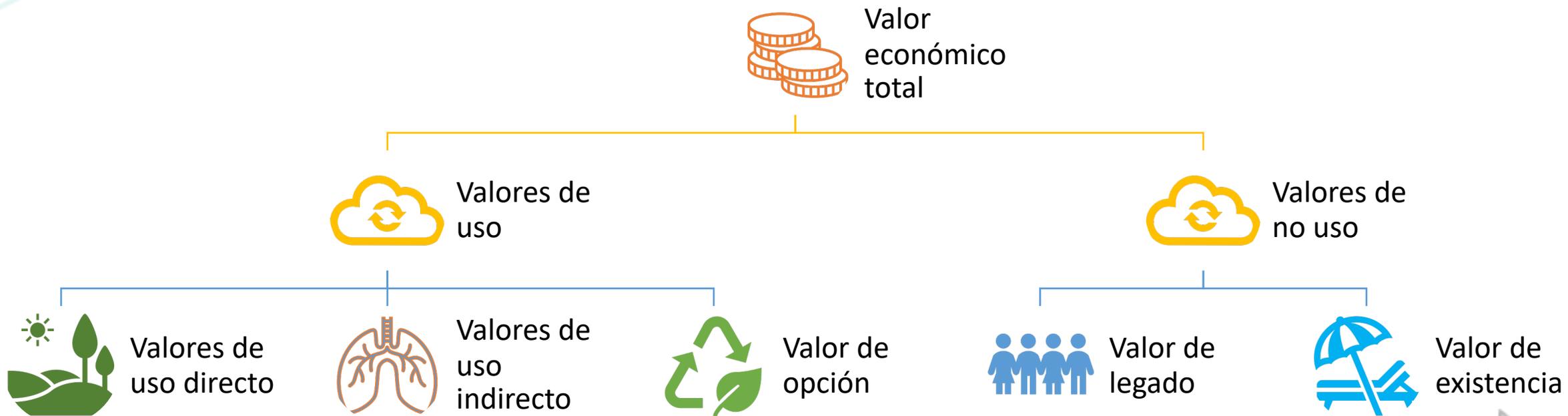


La actividad minera puede afectar la salud debido a las concentraciones de material particulado, por lo tanto, es de vital importancia encontrar una metodología que permita medir los cambios en la calidad del aire y cómo estos pueden afectar directamente la salud humana.

Para calcular el valor del recurso aire en el sector minero, se propone un **análisis metodológico de precios de mercado basados en el método del costo de enfermedad (morbilidad) y del costo de capital humano (mortalidad)**, para esto se siguen los pasos planteados en el marco del licenciamiento ambiental:

## COMPONENTE ATMOSFÉRICO

### Servicios ecosistémicos



## Planteamiento metodológico

### 1) Cuantificar el número de casos:

Para cuantificar el número de casos se debe: identificar el riesgo, identificar qué impacto puede generar este riesgo sobre la salud humana por medio de un análisis dosis – respuesta, y estimar el número de personas que son expuestas al peligro y los casos de morbilidad y mortalidad (ANLA, 2017<sup>1</sup>)

Con lo anterior el modelo especificado para la función dosis respuesta fue el siguiente:

$$S = \beta_0 + \beta_1 C_i + \beta_2 Pre_i + \beta_3 Tra_i + + \beta_2 Pre^2_i + \beta_2 Tra^2_i + \varepsilon \quad (13)$$

Donde las variables asociadas se encuentran en el cuadro 6:

**Cuadro 4**  
**Variables asociadas al modelo para función dosis respuesta**

Variable	Definición	Unidad
<i>S</i>	Percepción Tasa de morbilidad por Infección respiratoria aguda (IRA)	Porcentaje (%)
<i>C<sub>i</sub></i>	distancia entre el hogar y la mina	kilómetros (KM)
<i>Pre<sub>i</sub></i>	Actividad de prevención, número de vacunas por persona en el hogar	Cantidad
<i>Tra<sub>i</sub></i>	Actividad de tratamiento, número de visitas al médico por persona en el hogar	Cantidad
<i>Tra<sub>2i</sub></i>	Actividad de tratamiento, número de visitas al médico por persona en el hogar al cuadrado	Cantidad
<i>Pre<sub>2i</sub></i>	Actividad de prevención, número de vacunas por persona en el hogar al cuadrado	Cantidad

Fuente: Elaboración propia

## 2) Cuantificar los costos por morbilidad y mortalidad

Para cuantificar el costo de un incremento en morbilidad debido a un aumento en los niveles de contaminación, se puede recolectar información de los diversos costos asociados con el incremento en morbilidad: cualquier pérdida de ingresos resultante de la enfermedad; costos médicos tales como honorarios de los doctores, visitas o estadías en hospitales, medicamentos, y cualquier otro gasto pagado por el individuo (p. e. transporte, estadía, alimentación).

- Se propone una estimación de ecuaciones simultáneas.

$$Pre = \alpha_0 + \alpha_1 C_i + \alpha_2 CtoPre_i + \alpha_3 CtoTra_i + \alpha_4 Ing_i + \alpha_5 Edu_i + \alpha_6 Nino_i + \varepsilon \quad (14)$$

$$Trat = \delta_0 + \delta_1 C_i + \delta_2 CtoPre_i + \delta_3 CtoTra_i + \delta_4 Ing_i + \delta_5 S_i + \varepsilon \quad (15)$$

Donde las variables asociadas se encuentran en el cuadro 7

**Cuadro 5**

**Variables para el modelo de demanda por actividades preventivas**

Variable	Definición	Unidad
<i>Pre</i>	# Actividades de prevención	Cantidad
<i>C<sub>i</sub></i>	distancia entre el hogar y la mina más cercano	kilómetros (KM)
<i>CtoPre<sub>i</sub></i>	Costo actividades de prevención	Pesos colombianos (\$COP)
<i>CtoTra<sub>i</sub></i>	Costo actividades de tratamiento, costo de la consulta médica.	Pesos colombianos (\$COP)
<i>Ing<sub>i</sub></i>	Ingreso anual por persona en el hogar, costo de la vacuna.	Pesos colombianos (\$COP)
<i>Edu<sub>i</sub></i>	Máximo nivel de educación del jefe de hogar	Variable categórica
<i>Nino<sub>i</sub></i>	Número de niños menores de 5 años que residen en la vivienda.	Cantidad (conteo)

Fuente: Elaboración propia con base en ANLA 2015

**Cuadro 6**

**Variables asociadas a las actividades por tratamiento**

Variable	Definición	Unidad
<i>Trat</i>	Número de Actividades de tratamiento	Cantidad
<i>C<sub>i</sub></i>	Distancia entre el hogar y la mina	kilómetros (KM)
<i>CtoPre<sub>i</sub></i>	Costo actividades de prevención	Pesos colombianos (\$COP)
<i>CtoTra<sub>i</sub></i>	Costo actividades de tratamiento, costo de la consulta médica.	Pesos colombianos (\$COP)
<i>Ing<sub>i</sub></i>	Ingreso anual por persona en el hogar	Pesos colombianos (\$COP)
<i>S<sub>i</sub></i>	Tasa de morbilidad por IRA	Porcentaje (%)

Fuente: Elaboración propia con base en ANLA 2015



### 3) Agregación de la valoración por morbilidad y/o mortalidad

Una vez se han cuantificado los casos de morbilidad (por tipo de enfermedad), derivados del cambio en la calidad ambiental, así como los costos respectivos, se valoran tales efectos en términos monetarios agregados (ANLA, 2017).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente documento plantea un conjunto de bases metodológicas para realizar valoraciones de referencia que aporten a las evaluaciones económicas ambientales (EEA) en los componentes hídrico y atmosférico en caso de que los proyectos mineros generen impactos significativos sobre los servicios ecosistémicos provistos en estos dos componentes.

Se precisa que este instrumento no es vinculante, ni de uso obligatorio. También se anota que la validez de los resultados de las EEA presentadas en el marco del licenciamiento no se restringe a la aplicabilidad de las metodologías presentadas; sin embargo, es importante que cualquier metodología usada para las EEA identifique claramente la cuantificación biofísica del impacto y servicio ecosistémico alterado, así como la oferta y demanda de los recursos naturales utilizados antes y después de la inclusión del proyecto.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Igualmente, es requerido que el precio de los componentes afectados usados en las valoraciones económicas se sustente con el uso de métodos de preferencias reveladas y/o declaradas, teniendo en cuenta los conceptos de precios de eficiencia y costo de oportunidad.

Finalmente, especial atención y soporte deben ser prestados en la identificación del número de individuos impactados y la delimitación espacial del área de influencia, dado que toda valoración individual de los beneficios y costos (DAP) ambientales y sociales de un proyecto, deberá ser expandida para toda la población, en aras de contar con aproximaciones globales del valor del cambio del componente ambiental alterado como consecuencia de la implementación del proyecto.

## Referencias bibliográficas

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2021). *Métodos de valoración económica para estimar valores de referencia de los componentes hídrico y atmosférico en el sector minero*. Bogotá.

Nicholson, W. (2006). *Teoría Microeconómica Principios Básicos y Ampliaciones* (Primera ed.). (T. E. Spain, Ed.) Madrid, España: Copyright 2004 Internaltional.

# Gracias



@ANLA\_col



@ANLacol



Autoridad Nacional de  
Licencias Ambientales



autoridad-nacional-de-  
-licencias-ambientales