



AGIES para el Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para las aguas superficiales de la cuenca del Río Huasco

Departamento de Economía Ambiental





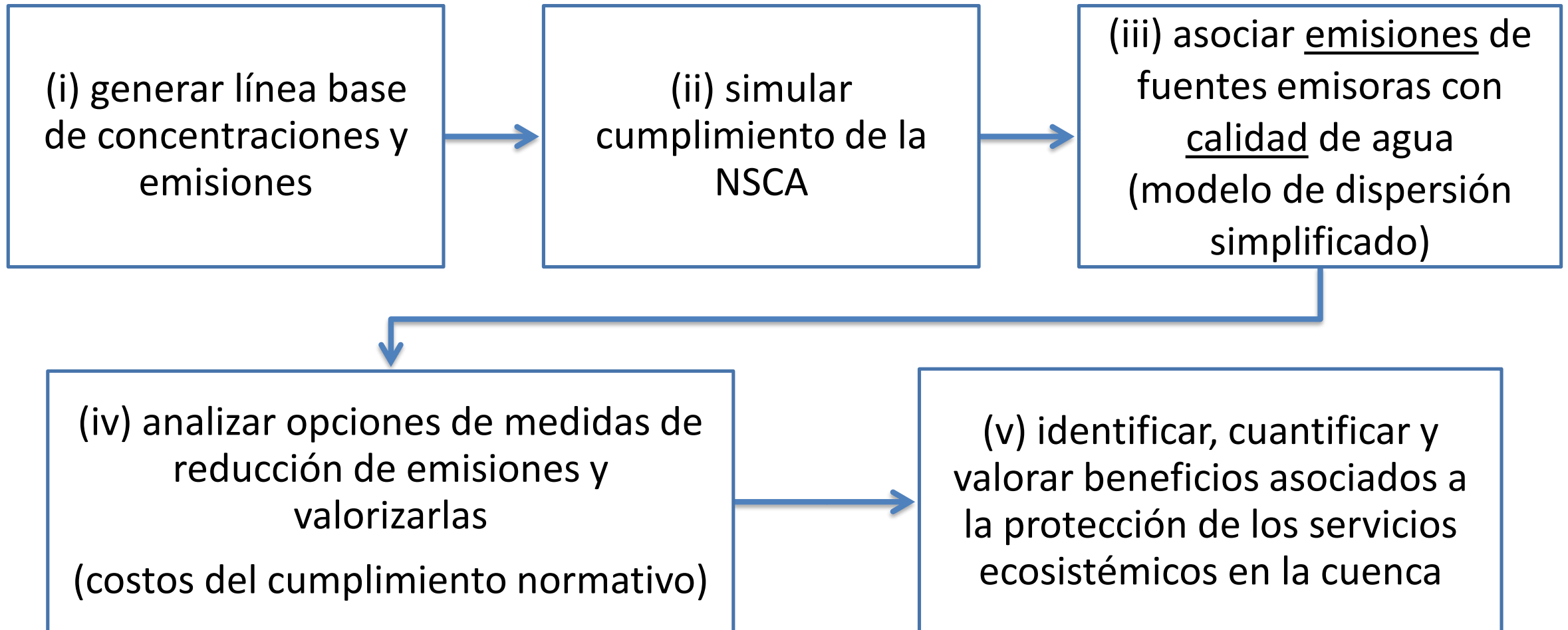
Contenidos

1. Metodología

- Emisión Calidad
- Fuentes (Puntuales y Difusas)
- Costos
- Beneficios

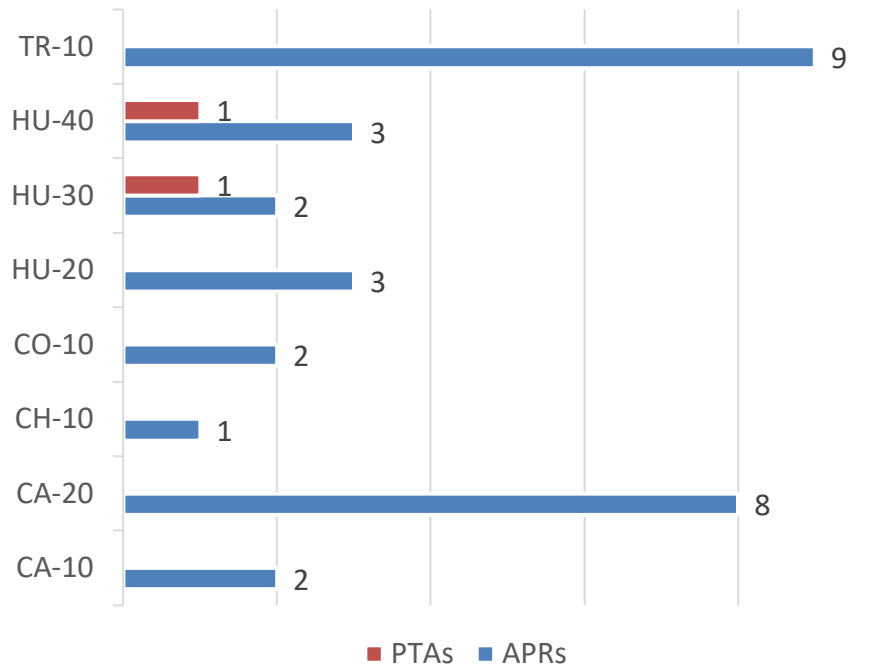
2. Resultados

Metodología de AGIES



Metodología: Emisiones de Fuentes Puntuales

Número de fuentes puntuales por área de vigilancia y rubro



Las emisiones para las 32 fuentes puntuales identificadas se estiman como:

$$W_{FEi,j} = \frac{C_{Desci,j} \cdot Q_j \cdot NA_j}{FCU}$$

Donde,

- $W_{FEi,j}$: Emisión del contaminante i en la fuente emisora j (ton/año)
- $C_{Desci,j}$: Concentración de la descarga del parámetro i en la fuente j (mg/L ó $\mu\text{g/L}$ para clorofila a)
- Q_j : Caudal de descarga de la fuente j ($\text{m}^3/\text{día}$)
- NA_j : Nivel de actividad de la fuente j según rubro al que pertenece (días/año)
- FCU : Factor de conversión de unidades (10^6 para mg/L y 10^9 para $\mu\text{g/L}$)

Metodología: Fuentes Difusas

Monitoreo de Calidad y Caudal para determinar los aportes de fuentes difusas

Relación entre parámetros y tipos de fuentes difusas

Identificación y caracterización de fuentes difusas por tipo, en cada área de vigilancia



“Monitoreo de la Calidad de Agua y Caudal en la cuenca del río Huasco como insumo para la determinación de los aportes de fuentes difusas de la cuenca, en el contexto del AGIES de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Huasco”.

Las emisiones de las 15 fuentes difusas identificadas se calculan de la manera siguiente:

$$W_{FE_{i,j}} = \frac{(C_{Mon_{i,k}} - C_{Natural_{i,k}}) \cdot Q_k}{FCU} - \sum_j W_{FE_{i,j,k}}$$

Donde,

$W_{FE_{i,j}}$: Emisión del contaminante i en la fuente difusa j (kg/día)

$C_{Mon_{i,k}}$: Concentración monitoreada para la descarga del parámetro i en el área de vigilancia k (mg/L ó $\mu\text{g/L}$ para clorofila a)

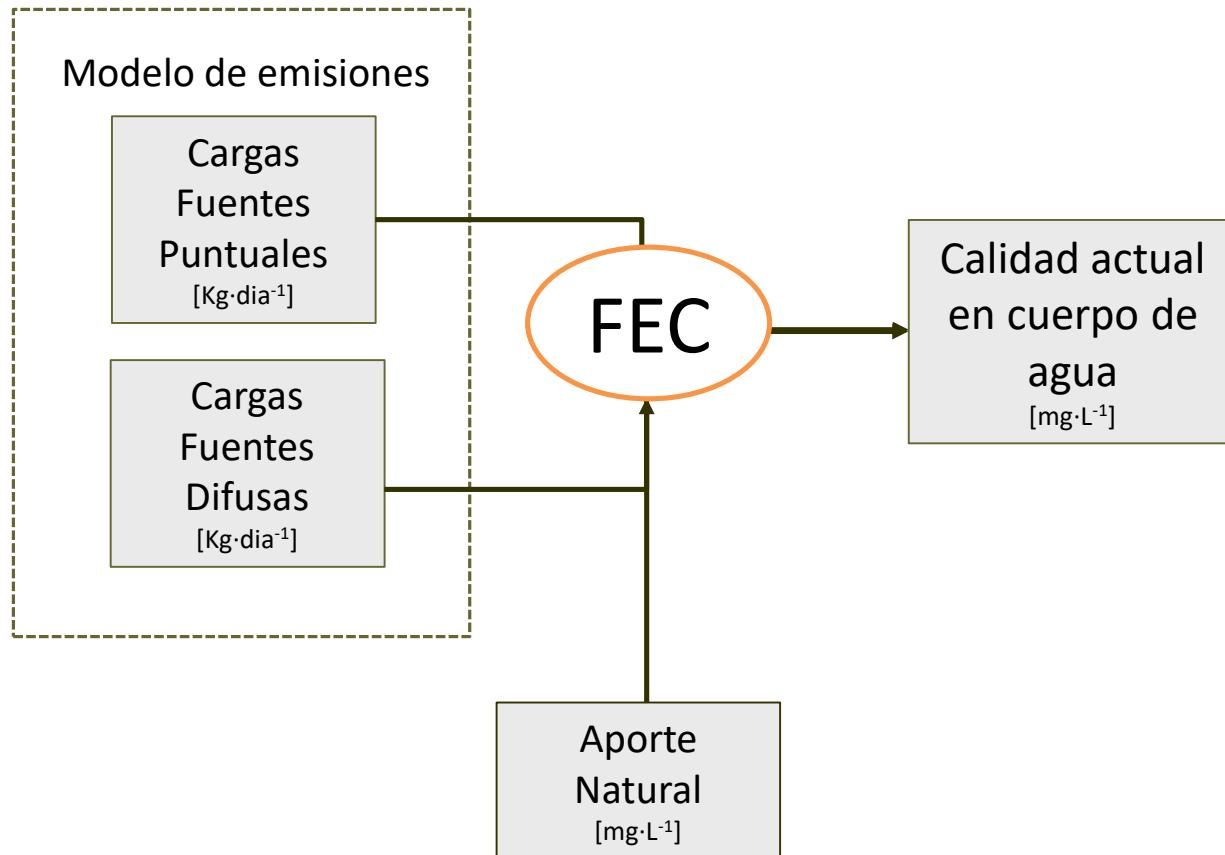
$C_{Natural_{i,k}}$: Concentración natural del parámetro i en el área de vigilancia k (mg/L ó $\mu\text{g/L}$ para clorofila a)

Q_j : Caudal de descarga en el área de vigilancia k (m^3/s)

FCU : Factor de conversión de unidades (10^6 para mg/L y 10^9 para $\mu\text{g/L}$)

$W_{FE_{i,j,k}}$: Emisión del contaminante i de la fuente puntual j al área de vigilancia k (kg/día)

Metodología: Modelo Emisión-Calidad



$$C_{FEi,k} = \sum_{j=1}^N W_{FEi,j} \cdot FEC_{i,j,k}$$

Donde,

$W_{FEi,j}$: Carga aportada por la fuente emisora j del contaminante i (ton/año).

$FEC_{i,j,k}$: Factor emisión concentración para la fuente emisora j (1..N) que aporta en el área de vigilancia k según contaminante i .

Relación establecida según análisis de componentes principales (ACP) para fuentes difusas

Parámetro	Tipo de fuente difusa
pH	no se establece relación
Conductividad	Relaves mineros
Oxígeno disuelto	Agricultura y Población
Sulfato	bajo Limite detección
Fosfato	no se establece relación
NH₄⁺	no se establece relación
NO₃	Ganadería
Cu	Botaderos e Influencia Geológica
Zn	Botaderos e Influencia Geológica
Fe	Botaderos e Influencia Geológica
Mn	Botaderos e Influencia Geológica
Hg	bajo Limite detección
Al	Botaderos e Influencia Geológica
As	bajo Limite detección
Coliformes totales	Agricultura y Población
CN-	Botaderos e Influencia Geológica

Fuentes:

Coexiste-MMA, 2019

Minuta ACP EEAA, 2020

Metodología: Costos de Abatimiento

Se plantea un problema de minimización de costos para cumplir con la concentración exigida por la norma:

:

- : Costo total de cumplimiento de la norma (USD/año).
- : Costo (USD/año) de la tecnología m para la fuente emisora j que tiene un caudal (m^3/h) .
- : Proporción (%) del costo por fuente j para cada tecnología m
- : Concentración modelada del río, considerando abatimiento, del contaminante i en el área de vigilancia k .
- : Concentración exigida en la NSCA del contaminante i en el área de vigilancia k .
- : Variable binaria (1 ó 0) que restringe las concentraciones del contaminante i a modelar en el área de vigilancia k .

Para las fuentes puntuales se evalúan 25 tecnologías para PTAs y 24 para APRs, con funciones de costos actualizadas (2019) dependientes del caudal.

*Para las fuentes difusas se consideran 2 opciones de tecnologías con funciones de costos dependientes de a) superficie agrícola, y b) número de sitios mineros.

Metodología: Beneficios

Disposición a pagar (DAP) por mejoras en calidad de agua y provisión de servicios eco sistémicos en ríos.

- Se consideran valores de metanálisis de Johnston et al., 2005 & 2016; Van Houtven et al., 2007, y se ajustan según inflación y paridad de poder de compra (PPC, según LCU): el valor considerado es 82,74 USD/hogar-año. Datos filtrados en categoría de cuerpo de agua=río (n=27,N=65)
- La información utilizada corresponde al año 2017

Comuna	Hogares total
Alto del Carmen	1.656
Vallenar	16.224
Freirina	2.200
Huasco	3.172
Total	23.252

Resultados: Reducción de emisiones

Parámetros NSCA	Emisiones (kg/día)		
	Línea Base	Con NSCA	Reducción
Al	3.8	3.4	0.49
Cu	9.7	6.7	3.00
Fe	3.0	2.1	0.88
Fosfato	260.3	167.4	92.92
Mn	1.5	0.9	0.64
NH4+	160.2	44.3	115.92
NO3	1,612.1	1,468.6	143.49
Sulfato	39,971.5	10,110.0	29,861.46
Zn	16.4	3.4	13.02
Coliformes totales*	1,243,880.2	820,233.2	423,646.98

* 10⁶ NMP/día

Resultados: Análisis de excedencias

Solo el 7,5% del total de límites normativos considerados en la propuesta de norma presentarían incumplimientos

Dada la disponibilidad de información, solo se evalúan los costos de 10 incumplimientos

Área de Vigilancia	Cumplimientos	Incumplimientos		Total
		Costeable	No costeable	
HU-40	13	1	1	15
HU-30	13	3	1	17
HU-20	14	1	2	17
HU-10	17	0	0	17
TR-10	14	2	1	17
CO-10	17	0	0	17
LG-10	17	0	0	17
RC-10	15	0	0	15
VA-10	14	2	1	17
CH-10	17	0	0	17
ES-10	15	0	0	15
CA-20	16	1	0	17
CA-10	15	0	0	15
PO-20	13	0	2	15
PO-10	17	0	0	17
QU-10	15	0	2	17
TO-10	14	0	1	15
Total	256	10	11	277

Resultados: Análisis de excedencias

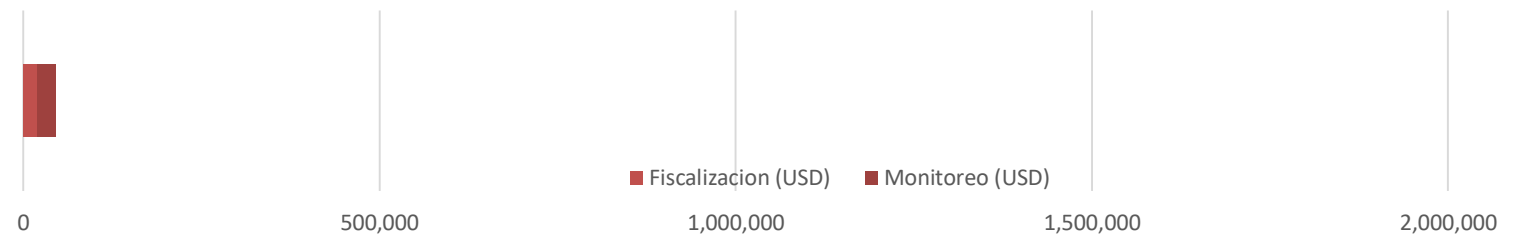
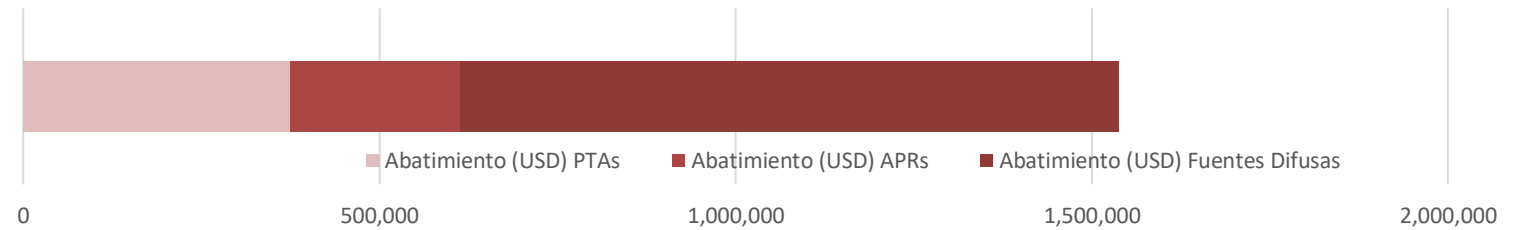
Parámetro	Área de vigilancia								Total general	Observación
	HU-20	HU-30	HU-40	PO-20	QU-10	TO-10	TR-10	VA-10		
Coliformes totales				1	1				2	Áreas de cabecera que no tienen aportes identificados
Conductividad	1	1							2	No se abate (variable respuesta)
NO3				1	1	1			3	Áreas de cabecera que no tienen aportes identificados
Oxigeno disuelto								1	1	No se abate (variable respuesta)
pH	1		1				1		3	No se abate (variable respuesta)
Total	2	1	1	2	2	1	1	1	11	

Resultados: Costos y Beneficios

Costos

Eventual plan de
descontaminación:
1.537.482 USD/año

Implementación de la
norma: 46.042 USD/año



Beneficios:

2,180,146 USD/año

