



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. Contexto
2. Antecedentes Propuesta Norma
3. Metodología de Evaluación Impacto Regulatorio
 - Emisión Calidad
 - Fuentes (Puntuales y Difusas)
 - Costos
 - Beneficios
4. Resultados
5. Consideraciones de cierre

Contexto

Institucional para la evaluación de instrumentos de regulación ambiental



Contexto

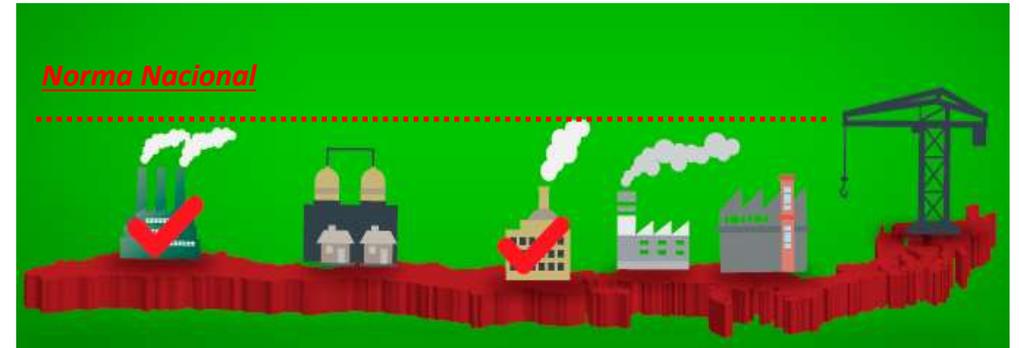
Instrumentos de Gestión Ambiental - Normas Ambientales



- *“..establece valores de concentraciones... permisibles de elementos, compuestos, sustancias... cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población.”*

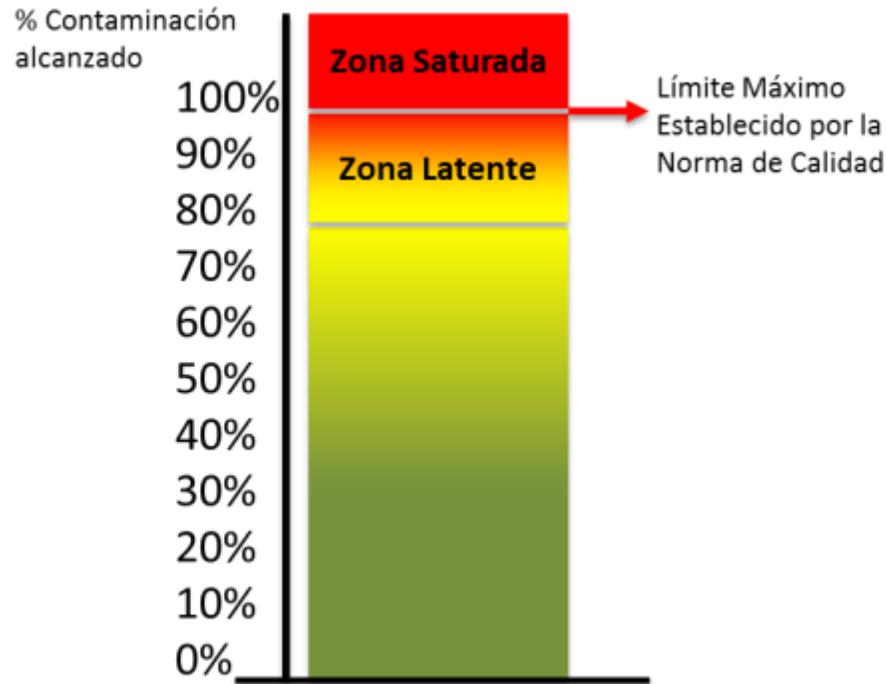
- *“...establece valores de concentraciones ... permisibles de sustancias, elementos, ..., cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.”*

- *“Establecen límites a la cantidad de contaminantes emitidos al aire o al agua que pueden producir las instalaciones industriales o fuentes emisoras en general.”*



Contexto

Instrumentos de Gestión Ambiental - Planes Ambientales



destinados a reducir la presencia de contaminantes a los niveles fijados por las normas en una zona saturada.



aplican en zona latente, para evitar que las normas ambientales sean sobrepasadas.

Contexto

Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión

"... llevar a cabo ... un análisis general del impacto económico y social",

AGIES

"...considerando la situación actual y la situación con anteproyecto de norma".



D.S. 38

Art. 15



"...deberá evaluar los costos de cumplimiento del anteproyecto de norma ... para la población, para ... actividades reguladas y para el Estado..."



"... deberá identificar y, cuando corresponda, cuantificar los beneficios del cumplimiento de dichas normas para la población, ecosistemas o especies ... para las actividades reguladas y el Estado".

Contexto

Actualizaciones en resultados de la evaluación de impacto regulatorio



Propuesta de Anteproyecto



Consulta Pública



Proyecto Definitivo



Reclamación Tribunales

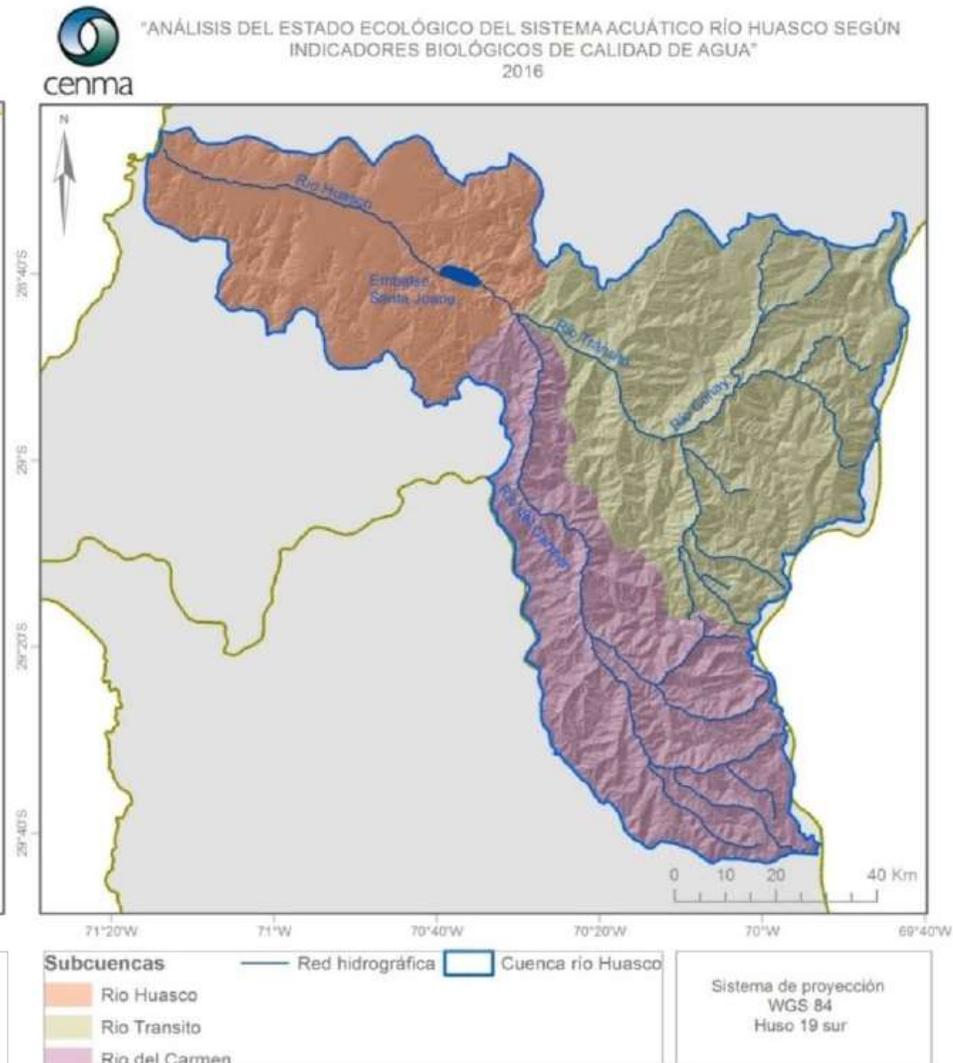
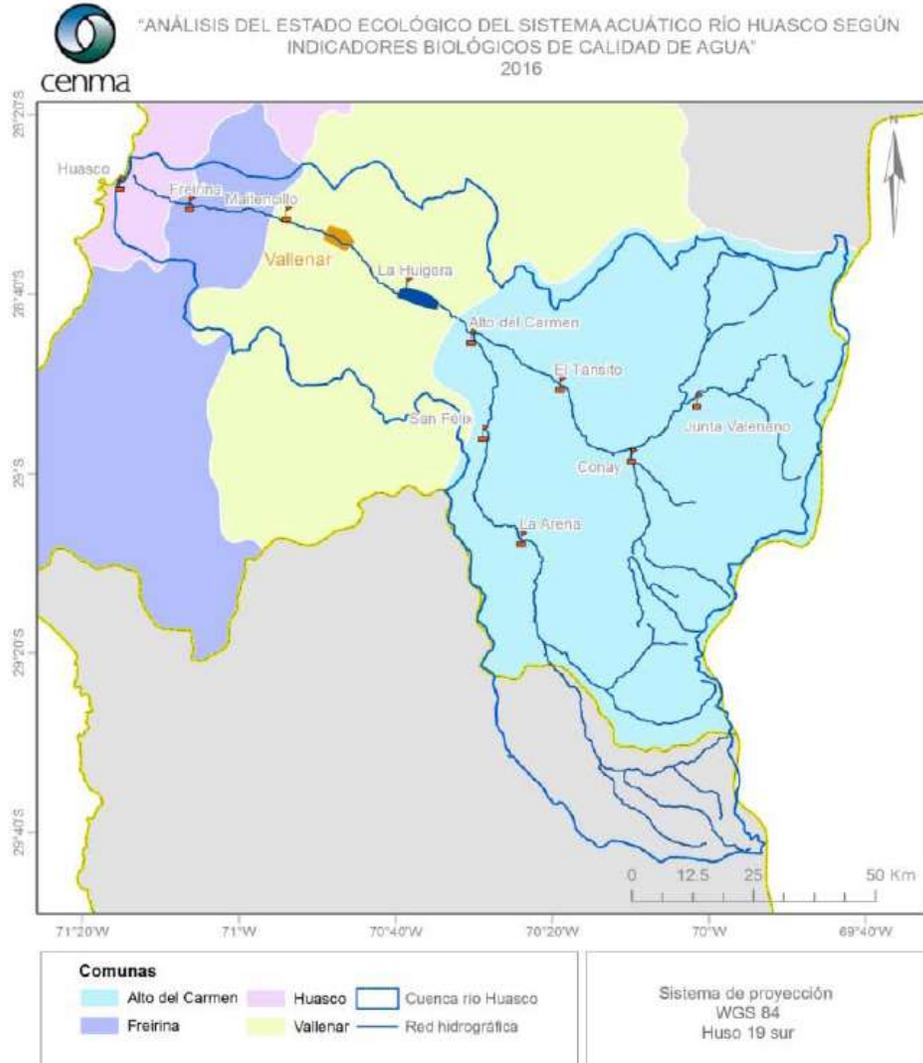


Contenidos

1. Contexto
2. **Antecedentes Propuesta Norma**
3. Metodología de Evaluación Impacto Regulatorio
 - Emisión Calidad
 - Fuentes (Puntuales y Difusas)
 - Costos
 - Beneficios
4. Resultados
5. Consideraciones de cierre

Antecedentes Propuesta de Norma

Contextualización cuenca



4 Comunas:

- Alto del Carmen
- Vallenar
- Freirina
- Huasco

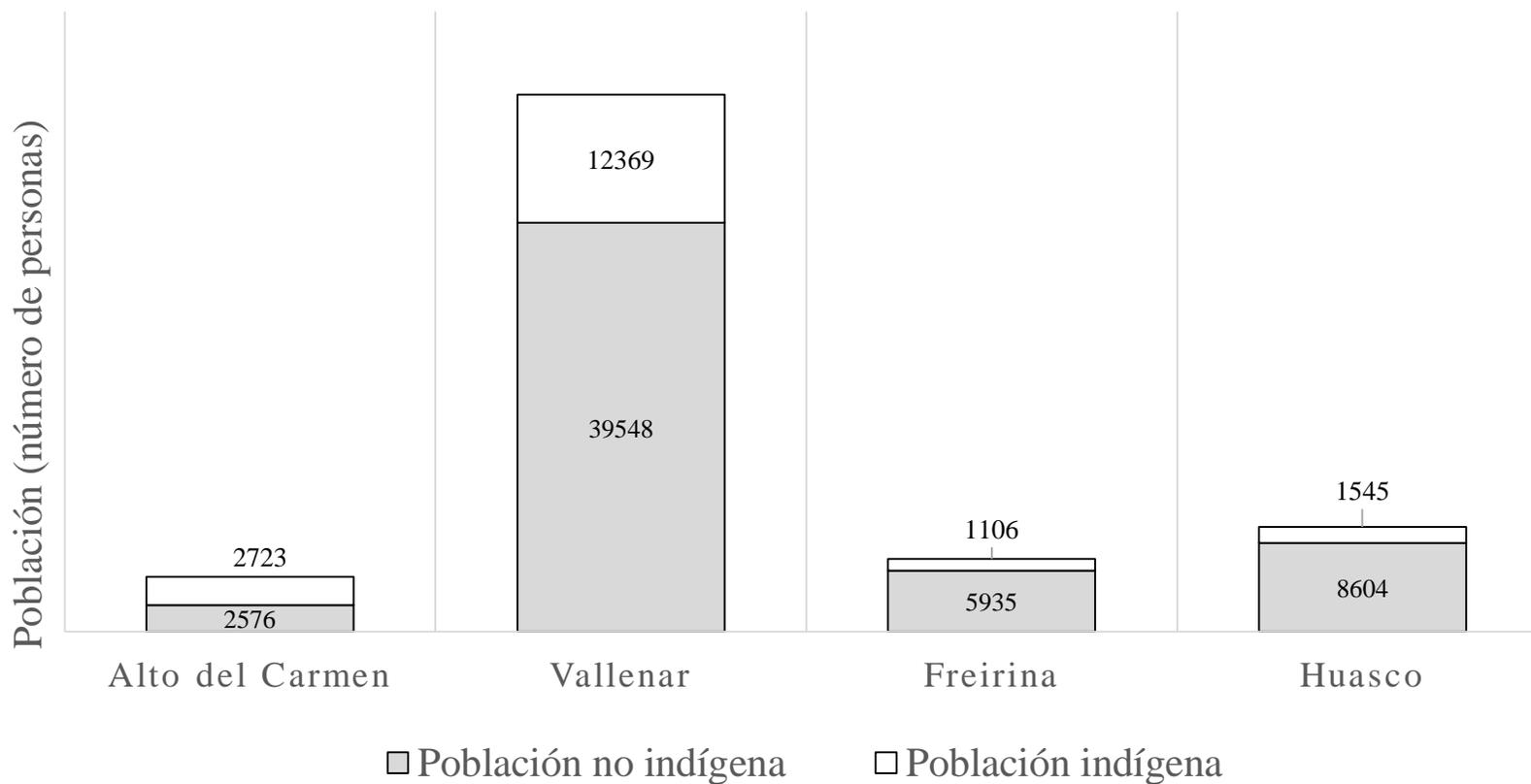
3 Subcuencas:

- Del Carmen
- Tránsito
- Huasco

17 áreas de Vigilancia

Antecedentes Propuesta de Norma

Contextualización social de la cuenca



La Provincia del Huasco tiene una población total de 74.406 habitantes (INE, 2017)

Vallenar (70%)
Huasco (14%)
Freirina (9%)
Alto del Carmen (7%)

La comuna con una mayor representación de población indígena es Alto del Carmen (51%), seguida por Vallenar (24%), Freirina (16%) y Huasco (15%).

Antecedentes Propuesta de Norma

El Anteproyecto para la NSCA de la cuenca del Huasco define límites permisibles de:

16 contaminantes

en:

17 áreas de vigilancia,
generándose

277 límites normativos
a evaluar.

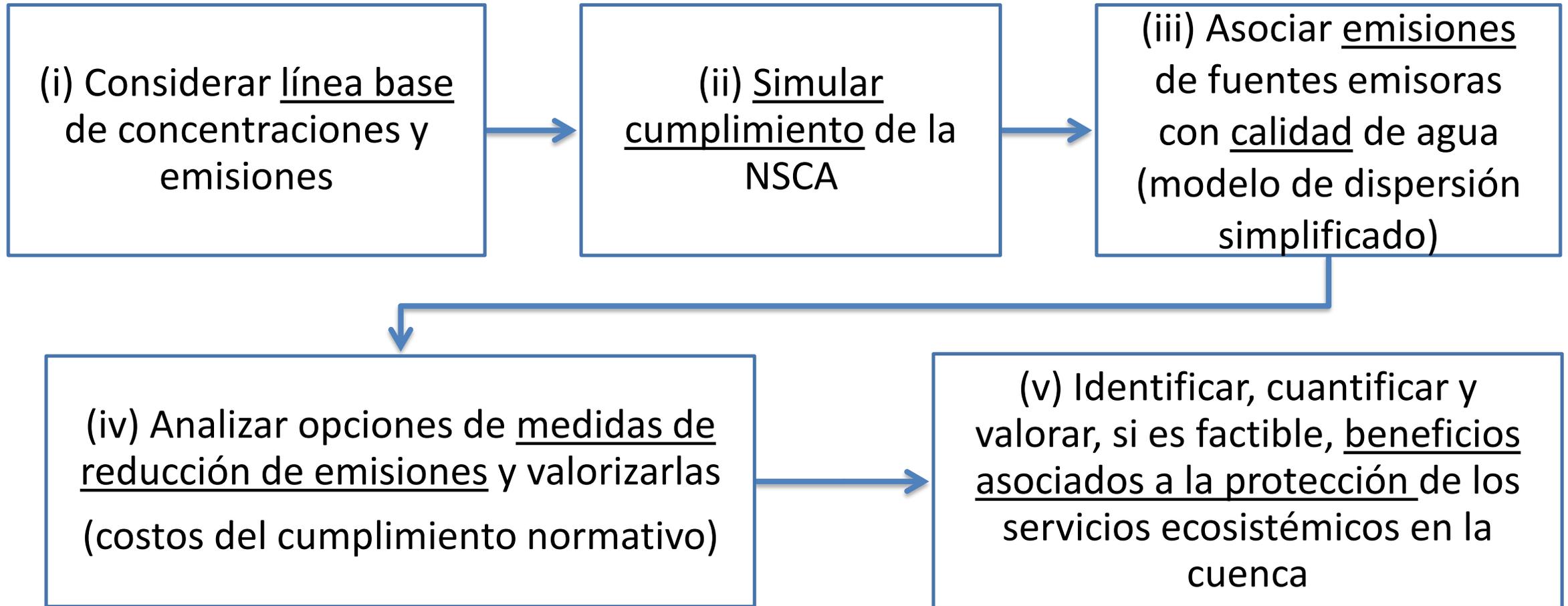
		Parámetro normado															
		pH	Conductividad (uS/cm)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	NH4+ (mg/L)	NO3 (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Hg (mg/L)	Al (mg/L)	As (mg/L)	Coliformes totales (NMP/100 mL)	CN- (mg/L)
Área de vigilancia	HU-40	6,1-9,2	-	6	-	0,066	0,17	2	0,04	0,17	0,14	0,5	0,001	2,7	0,009	738	0,05
	HU-30	6,1-9,2	1118	6	375	0,5	0,17	3,9	0,008	0,17	1,9	0,05	0,001	0,18	0,009	738	0,05
	HU-20	6,1-9,2	1118	6	375	0,066	0,03	2	0,04	0,17	1,9	0,5	0,001	2,7	0,009	738	0,05
	HU-10	6,1-9,2	1118	6	375	0,066	0,17	3,9	0,04	0,17	1,9	0,5	0,001	2,7	0,014	738	0,05
	TR-10	6,1-9,2	1118	6	284	0,066	0,17	3,9	0,08	0,33	3,7	0,96	0,001	5,2	0,009	738	0,05
	CO-10	6,1-9,2	830	6	284	0,066	0,03	2	0,103	0,33	3,7	0,5	0,001	2,7	0,014	49	0,05
	LG-10	6,1-9,2	475	6	146	0,066	0,17	2	0,04	0,17	1,9	0,05	0,001	0,18	0,004	738	0,05
	RC-10	6,1-9,2	475	-	146	-	0,17	2	0,04	0,17	0,14	0,05	0,001	2,7	0,004	49	0,05
	VA-10	6,1-9,2	830	6	284	0,066	0,17	2	0,08	0,17	1,9	0,5	0,001	5,2	0,014	49	0,05
	CH-10	6,1-9,2	830	6	284	0,066	0,79	2	0,08	0,33	3,7	0,96	0,001	5,2	0,009	49	0,05
	ES-10	6,1-9,2	475	10,4	192	-	-	3,9	0,08	0,63	1,9	1,56	0,001	5,2	0,004	2	0,05
	CA-20	6,1-9,2	1118	6	375	0,066	0,17	2	0,04	0,17	3,7	0,96	0,001	2,7	0,014	738	0,05
	CA-10	6,1-9,2	1118	10,4	375	-	-	3,9	0,008	0,006	1,9	0,5	0,001	2,7	0,009	738	0,05
	PO-20	6,1-9,2	830	6	284	-	-	5,8	0,04	0,17	1,9	0,5	0,001	2,7	0,03	1427	0,05
	PO-10	6,1-9,2	1118	6	545	0,066	0,17	3,9	0,008	0,33	1,9	1,47	0,001	2,7	0,009	738	0,05
	QU-10	6,1-9,2	475	6	146	0,5	0,03	5,8	0,1	0,17	1,9	0,5	0,001	2,7	0,05	1427	0,05
	TO-10	6,1-9,2	830	10,4	475	-	-	5,8	0,008	0,006	0,14	0,01	0,001	0,18	0,009	738	0,05



Contenidos

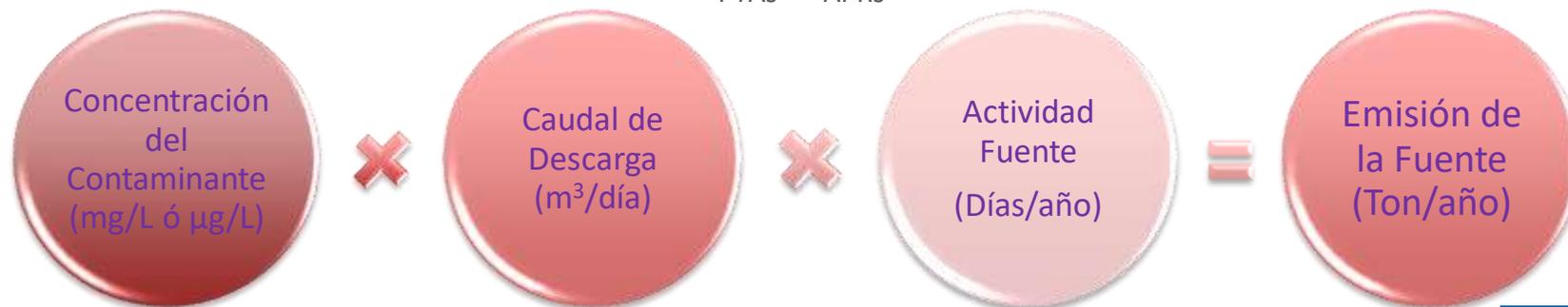
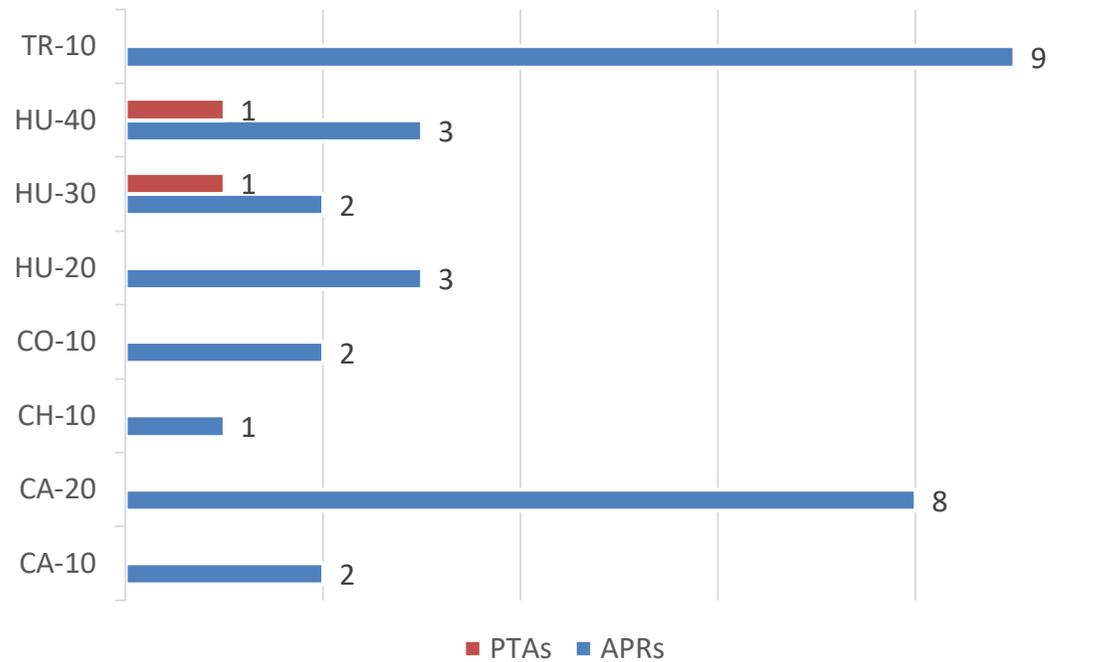
1. Contexto
2. Antecedentes Propuesta Norma
3. Metodología de Evaluación Impacto Regulatorio
 - Emisión Calidad
 - Fuentes (Puntuales y Difusas)
 - Costos
 - Beneficios
4. Resultados
5. Consideraciones de cierre

Metodología de AGIES

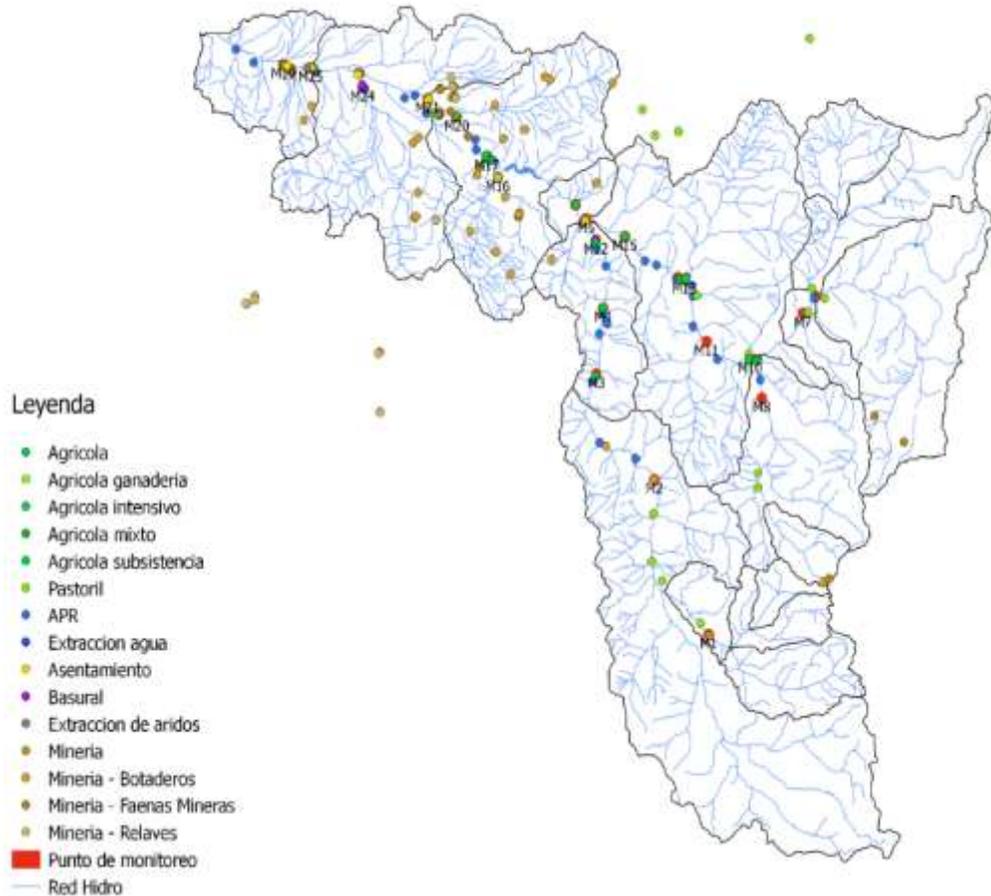


Metodología: Emisiones de Fuentes Puntuales

Número de fuentes puntuales por área de vigilancia y rubro



Metodología: Fuentes Difusas



“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”.

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

Metodología: Fuentes Difusas

Cálculo de la Emisión Difusa

Emisión
Difusa

=

Concentración
Medida en Área
de Vigilancia

-

Concentración
Natural

x

Caudal

-

Emisión
Puntual

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

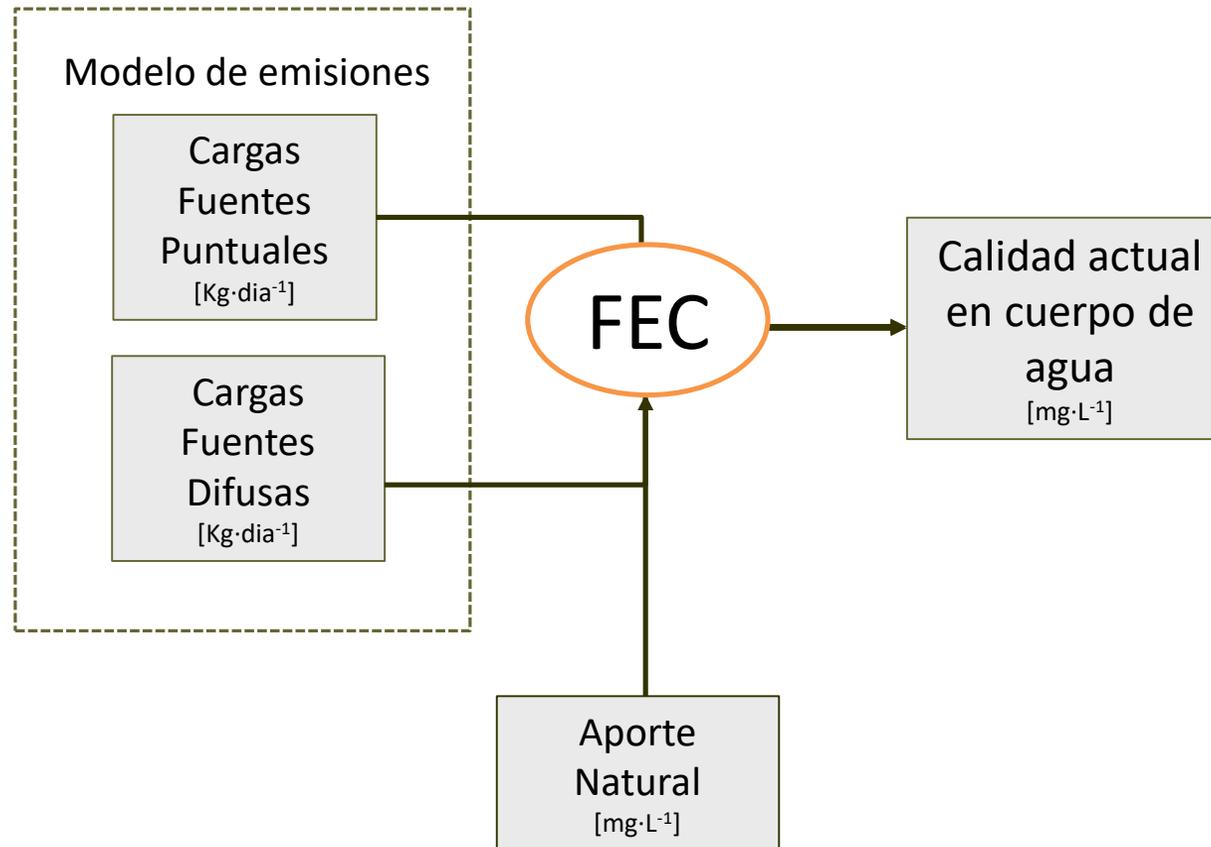
Parámetro	Tipo de fuente difusa
pH	no se establece relación
Conductividad	Relaves mineros
Oxígeno disuelto	Agricultura y Población
Sulfato	bajo Limite detección
Fosfato	no se establece relación
NH ₄ ⁺	no se establece relación
NO ₃	Ganadería
Cu	Botaderos e Influencia Geológica
Zn	Botaderos e Influencia 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: Modelo Emisión-Calidad



Calidad
cuerpo Agua

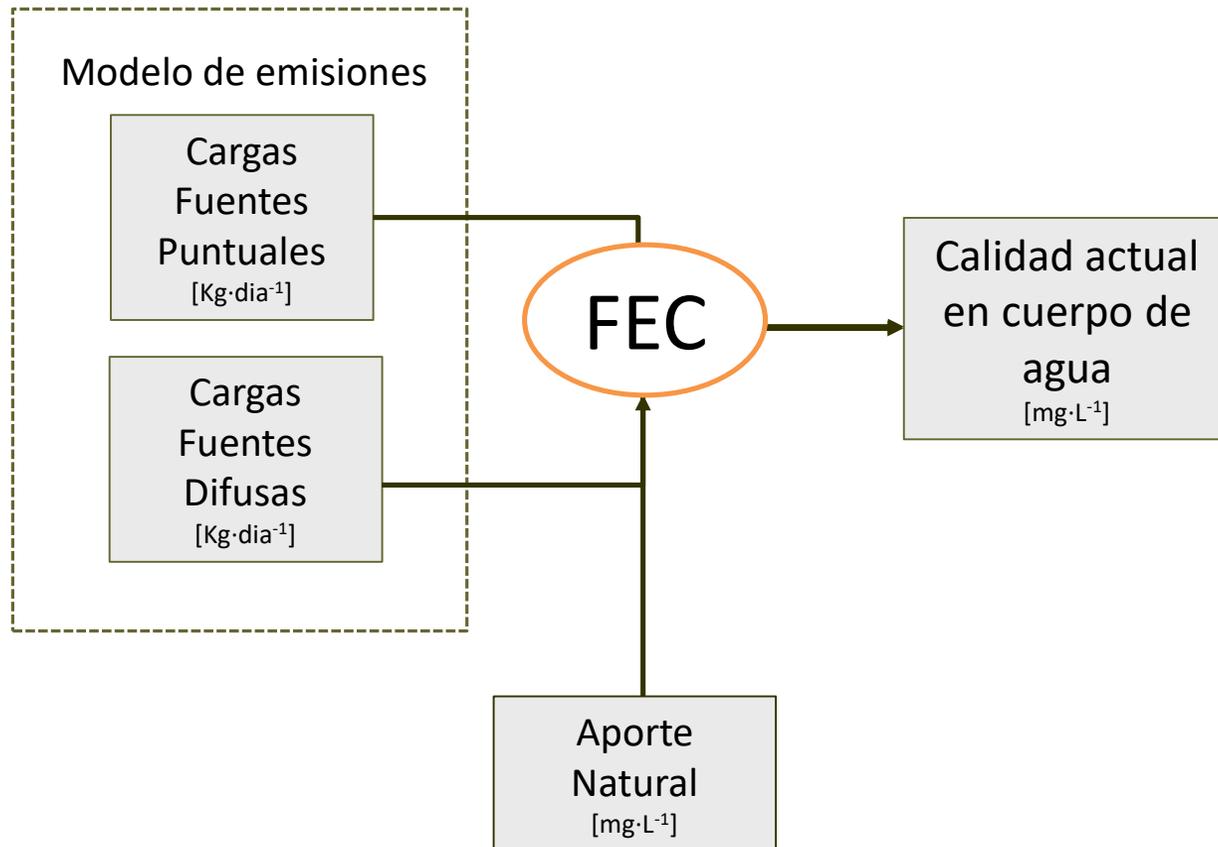


Carga
Aportada



Factor de
Emisión
Concentración

Metodología: Modelo Emisión-Calidad



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

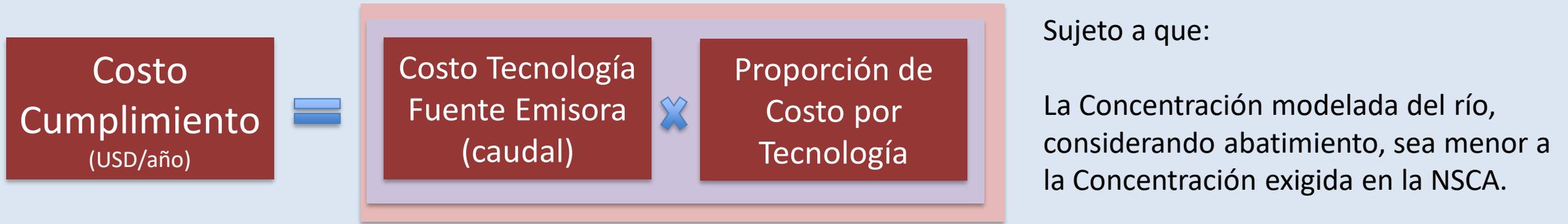
Donde,

$W_{FEi,j}$: 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 .

Metodología: Costos de Abatimiento

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



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 opciones de tecnologías con funciones de costos dependientes número de sitios mineros.

Tecnologías de abatimiento para fuentes puntuales

Tipo de tratamiento (1)	Tipo de tratamiento (2)	Tecnología de abatimiento	Uso
Terciario	Químico	Desinfección con luz ultravioleta	Fuentes puntuales
Terciario	Fisicoquímico	Adsorción con diferentes materiales	Fuentes puntuales
Terciario	Químico	Precipitación química	Fuentes puntuales
Terciario	Químico	Ozonización	Fuentes puntuales
Secundario	Biológico	Filtros Biológicos Horizontales	Fuentes puntuales
Secundario	Biológico	Filtros Biológicos Verticales	Fuentes puntuales
Secundario	Biológico	Lagunas Aireadas de oxidación	Fuentes puntuales (solo para APRs)
Secundario	Biológico	Lodos Activados	Fuentes puntuales
Secundario	Biológico	Reactor Anaeróbico de lecho granular expandido (EGSB)	Fuentes puntuales
Secundario	Biológico	Reactor Anaeróbico de flujo ascendente con manto de lodos (UASB)	Fuentes puntuales
Secundario	Biológico	Biorreactor de Membrana (BRM)	Fuentes puntuales
Secundario	Biológico	Zanjas de Oxidación con complemento Nt	Fuentes puntuales
Primario	Químico	Electrocoagulación	Fuentes puntuales
Primario	Fisicoquímico	Flotación por Aire Disuelto (DAF)	Fuentes puntuales
Primario	Físico	Cribado	Fuentes puntuales
Primario	Físico	Filtración	Fuentes puntuales
Primario	Físico	Prefiltración (Desbaste/Desarenador)	Fuentes puntuales
Primario	Físico	Prefiltración (Tamizado)	Fuentes puntuales
Primario	Físico	Separadores por Gravedad y Sedimentación	Fuentes puntuales
Primario	Químico	Coagulación -Floculación	Fuentes puntuales
Otros	Fisicoquímico	Electrodialisis	Fuentes puntuales
Otros	Fisicoquímico	Intercambio Ionico/Electrodesionización	Fuentes puntuales
Otros	Físico	Nanofiltración	Fuentes puntuales
Otros	Fisicoquímico	Oxidación con Aire Húmedo	Fuentes puntuales
Otros	Físico	Ultrafiltración - Microfiltración	Fuentes puntuales

Tecnologías de Abatimiento para fuentes difusas

Remediación Minera

Los costos para el control de la contaminación generada fuentes difusas mineras fueron obtenidos del estudio realizado por Buck & Gerard, (2001). En este, se presentan costos de limpieza para minas abandonadas que generan contaminación de aguas superficiales, causadas por el proceso de drenaje ácido de minas (RoyChowdhury et al., 2015), y que aportan metales pesados y descargas ácidas a los ríos.

Donde,

- : Costos de abatimiento para la fuente difusa j
- : Número de sitios mineros correspondientes a la fuente difusa j en el área de vigilancia k .
- : Costo promedio de la tecnología 117.932,8 (USD/año)

Metodología: Beneficios

Se consideraron dos aspectos:

- i) la identificación de los SSEE presentes en la cuenca del río Huasco y,
- ii) la aproximación al valor que otorga la sociedad a la calidad del agua (elemento que redundará en una mejora en la provisión de los SSEE identificados) mediante métodos de valoración contingente transferidos.

Metodología: Beneficios

Ecosistemas y cantidad de servicios ecosistémicos considerados

Ecosistemas	Sección CICES	N° SSEE
Canales	Cultural	12
	Provisión	38
	Regulación	34
Embalses	Cultural	15
	Provisión	46
	Regulación	42
Hielo y glaciares	Cultural	14
	Provisión	30
	Regulación	26
Lagos y lagunas	Cultural	17
	Provisión	57
	Regulación	51
Marismas	Cultural	16
	Provisión	62
	Regulación	56
Ríos y esteros	Cultural	18
	Provisión	62
	Regulación	55
Total		651

Metodología: Beneficios

Valoración mediante metodología de preferencias declaradas por mejoras en calidad de agua y provisión de servicios ecosistémicos en ríos. Aproximación al valor del ecosistema acuático, considerando el nivel de la calidad del agua deseado socialmente.

- Metanálisis de Johnston et al., 2005 & 2016; Van Houtven et al., 2007¹
- Datos filtrados en categoría de cuerpo de agua=río (n=27,N=65)
- El valor considerado es 82,74 USD/hogar-año
- Datos hogares Provincia de Huasco:

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

¹ Ajustado según inflación y paridad de poder de compra (PPC, según LCU)



Contenidos

1. Contexto
2. Antecedentes Propuesta Norma
3. Metodología de Evaluación Impacto Regulatorio
 - Emisión Calidad
 - Fuentes (Puntuales y Difusas)
 - Costos
 - Beneficios
4. Resultados
5. Consideraciones de cierre

Resultados: Reducción de emisiones

Parámetros	Emisiones (kg/día)				
	NSCA	Línea Base	Con NSCA	Reducción	Reducción %
Zn		16.4	3.4	13.02	79%
Sulfato		39,971.5	10,110.0	29,861.46	75%
NH4+		160.2	44.3	115.92	72%
Mn		1.5	0.9	0.64	43%
Fosfato		260.3	167.4	92.92	36%
Coliformes totales*		1,243,880.2	820,233.2	423,646.98	34%
Cu		9.7	6.7	3.00	31%
Fe		3.0	2.1	0.88	30%
Al		3.8	3.4	0.49	13%
NO3		1,612.1	1,468.6	143.49	9%

* 10⁶ NMP/día

Debido a los incumplimientos que se producirían y a la aplicación de medidas de abatimiento para revertirlos se estima que las principales reducciones de parámetros corresponderían principalmente a zinc, sulfato y NH₄₊

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

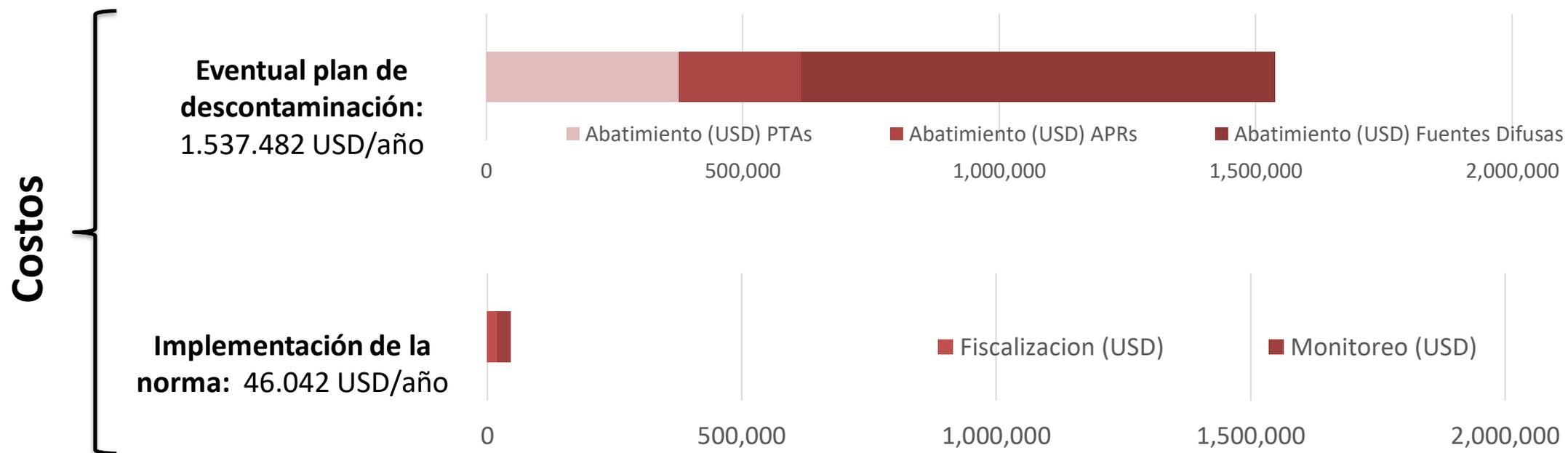
Área de Vigilancia	Cumplimientos	Incumplimientos		Total
		Evaluados	No evaluados	
HU-40	13	1	1	15
HU-30	13	3	1	17
HU-20	14	1	2	17
HU-10	17	0	0	17
TR-10	14	2	1	17
CO-10	17	0	0	17
LG-10	17	0	0	17
RC-10	15	0	0	15
VA-10	14	2	1	17
CH-10	17	0	0	17
ES-10	15	0	0	15
CA-20	16	1	0	17
CA-10	15	0	0	15
PO-20	13	0	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 sin aporte identificado
Conductividad	1	1							2	No se abate (variable respuesta)
NO3				1	1	1			3	Áreas de cabecera que no tienen aportes identificados
Oxígeno 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	

De superaciones que no se evalúan, 6 no involucran costos directamente, ya que corresponden a variables respuesta que no se pueden abatir directamente en la fuente emisora (Conductividad, Oxígeno disuelto y pH). Estos parámetros podrían revertirse si se reducen otros afines, como los nutrientes, los metales y las sales. El resto de las superaciones no evaluadas corresponden a dos parámetros, Coliformes totales y NO3 y se presentan en áreas de cabecera donde no es posible caracterizar los aportes. Se presume aporte ganadería trashumante.

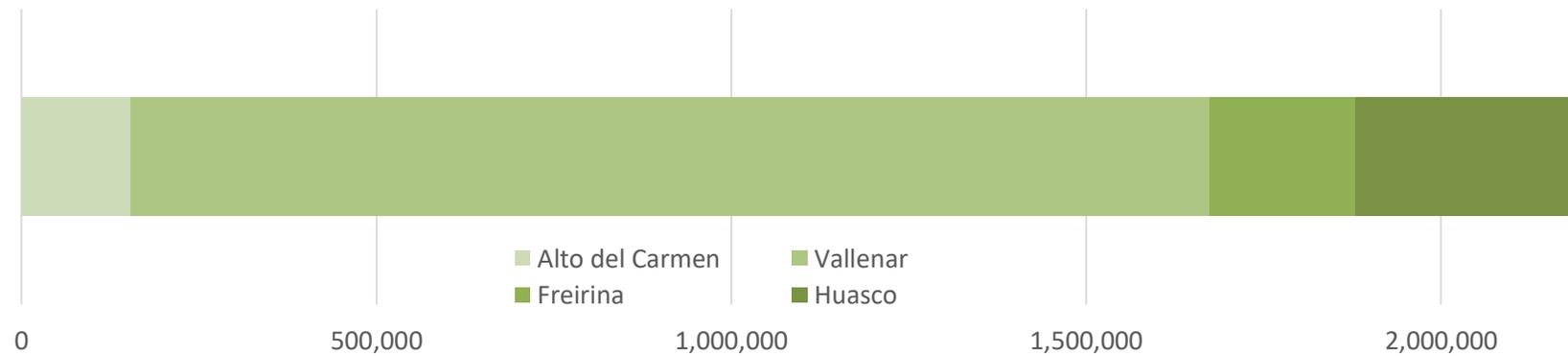
Resultados: Costos



	Institución			
	MMA	SMA	DGA	Total
Fiscalización (USD/año)	2.964	10.446	6.362	19.772
Monitoreo (USD/año)			26.270	26.270
Costo Total Norma (USD/año)	2.964	10.446	32.632	46.042

Resultados: Beneficios

Beneficios:
2,180,146 USD/año



Contenidos

1. Contexto
2. Antecedentes Propuesta Norma
3. Metodología de Evaluación Impacto Regulatorio
 - Emisión Calidad
 - Fuentes (Puntuales y Difusas)
 - Costos
 - Beneficios
4. Resultados
5. Consideraciones de cierre



Consideraciones de cierre

- La evaluación de los límites permisibles de concentración establecidos respecto de la calidad actual del río genera 7,5% de superaciones.
- Se evalúan los costos de la norma para el Estado (monitoreo y fiscalización), y los costos generados por la eventual implementación de un Plan de Descontaminación en la cuenca (costos de abatimiento para las fuentes emisoras).
- Los costos de implementación de la norma se estimaron en US\$ 0,046 millones por año.
- Los costos valorizados por la potencial implementación del Plan de Descontaminación en la cuenca considerando 10 superaciones se estiman en aproximadamente US\$1,54 millones por año.

Consideraciones de cierre

- Los beneficios contemplan la valoración por mejoras en calidad de agua y provisión de servicios ecosistémicos protegidos por la NSCA. El beneficio valorizado se estimó en US\$2,18 millones por año.
- Se generan importantes beneficios para la sociedad, principalmente por mejoras en la calidad de los ecosistemas acuáticos y sus servicios beneficiando a usuarios de éstos, de este modo se incrementa el valor natural de la cuenca y contribuye a mejoras económicas sobre el desarrollo de la región.
- La NSCA de la cuenca del río Huasco es consistente con los compromisos del Ministerio del Medio Ambiente, ya que reduce la contaminación y permite conservar la biota acuática de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos de la cuenca.
- Con los beneficios y costos que se lograron valorar monetariamente, se concluye además que la norma es rentable socialmente.

