

Análisis General de Impacto Económico y Social

Proyecto Definitivo de NSCA para la
protección de las aguas
continentales superficiales de la
cuenca del río Aconcagua



**CHILE LO
HACEMOS
TODOS**

Departamento de
Economía Ambiental

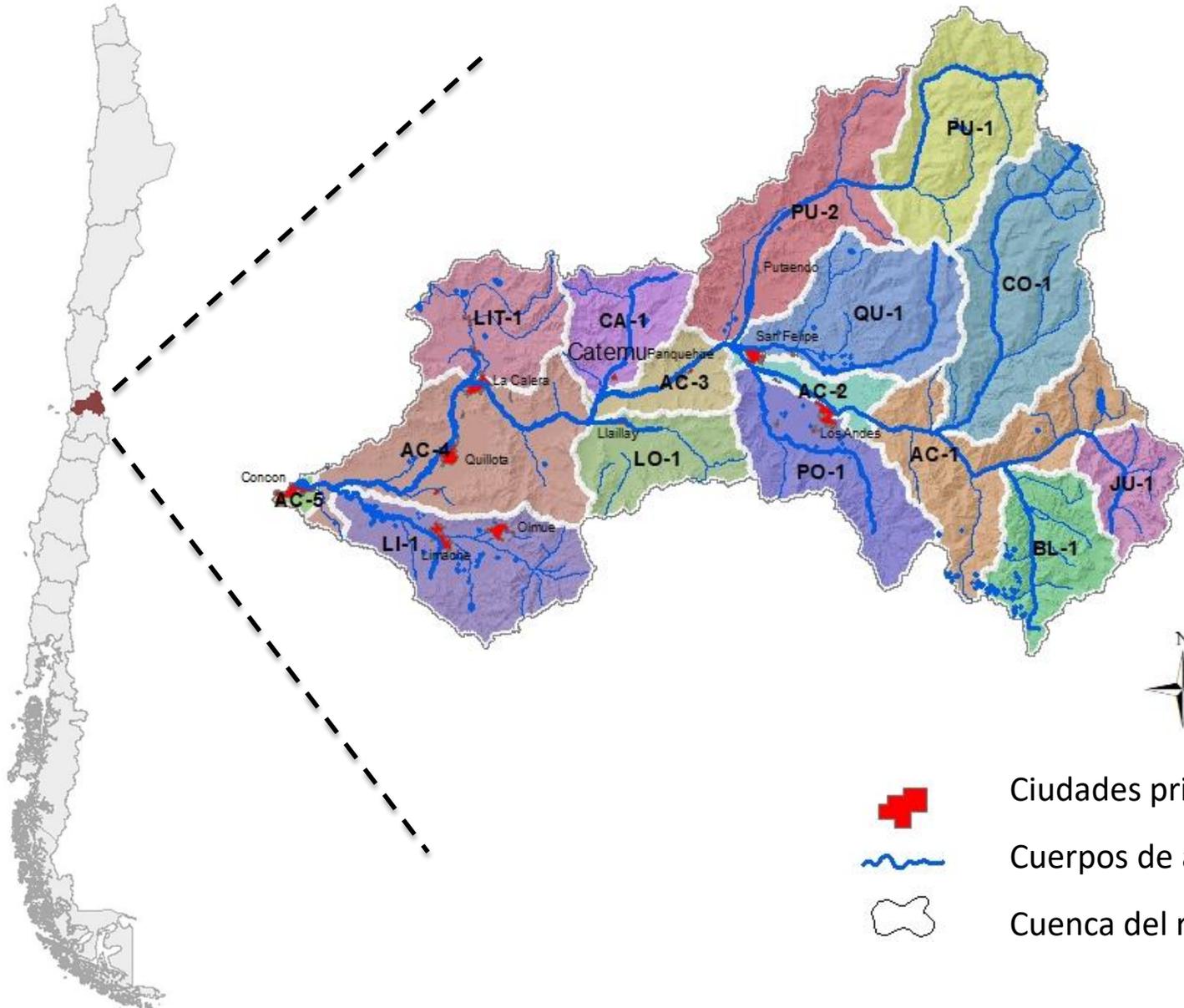
Marzo 2021



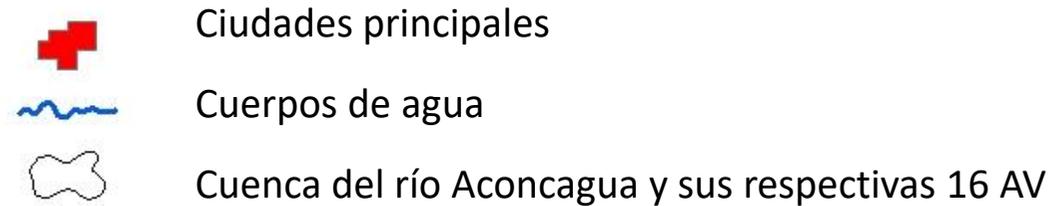
Contenidos

- I. Antecedentes
- II. Metodología general del AGIES
- III. Resultados
- IV. Conclusiones

I. Antecedentes



- 28 parámetros
- 16 áreas de vigilancia
- 366 límites regulatorios



I. Antecedentes: ¿Qué es un AGIES y qué evalúa?

Análisis General de Impacto Económico y Social

Es una herramienta que permite entregar información técnico-económica para la toma de decisiones sobre medidas de descontaminación ambiental, enfocada en el Análisis Costo Beneficio (ACB), pero no limitado a él.

Carácter y alcance:

- **General:** Es un indicador y no debieras ser considerado como el único criterio de decisión de una política pública (Arrow et al., 1997).

Evalúa

- **Beneficios:** externalidades positivas que tiene una normativa.

Ej: Efectos en salud evitados, protección al medio ambiente (e.g. biodiversidad), aumento de producción, etc.

- **Costos:** costos **adicionales** que la normativa introduce a los agentes de la sociedad.

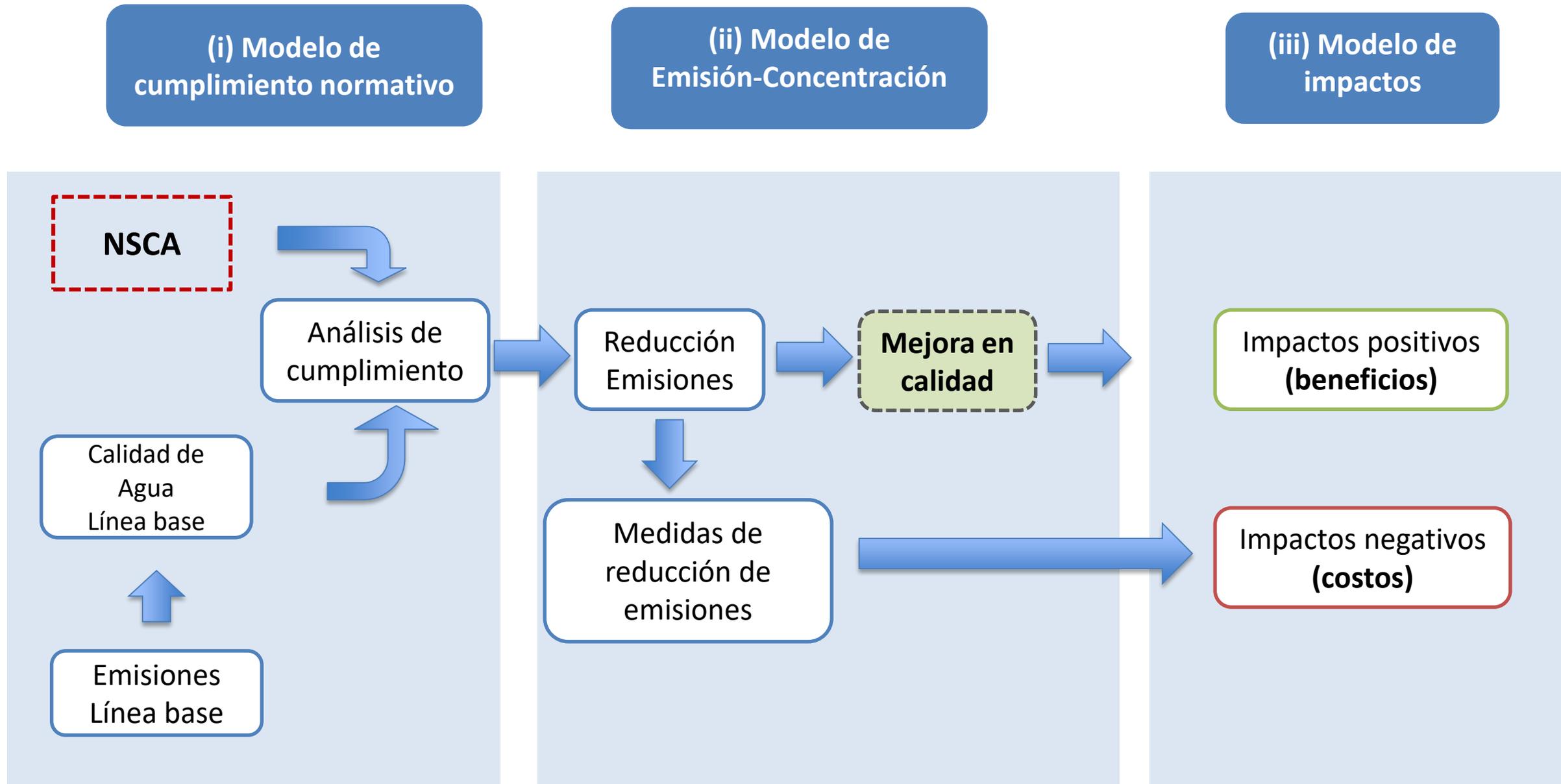
Ej: abatimiento de emisiones, operación y mantención, monitoreo, fiscalización, entre otros.

No evalúa

- No es un análisis macroeconómico

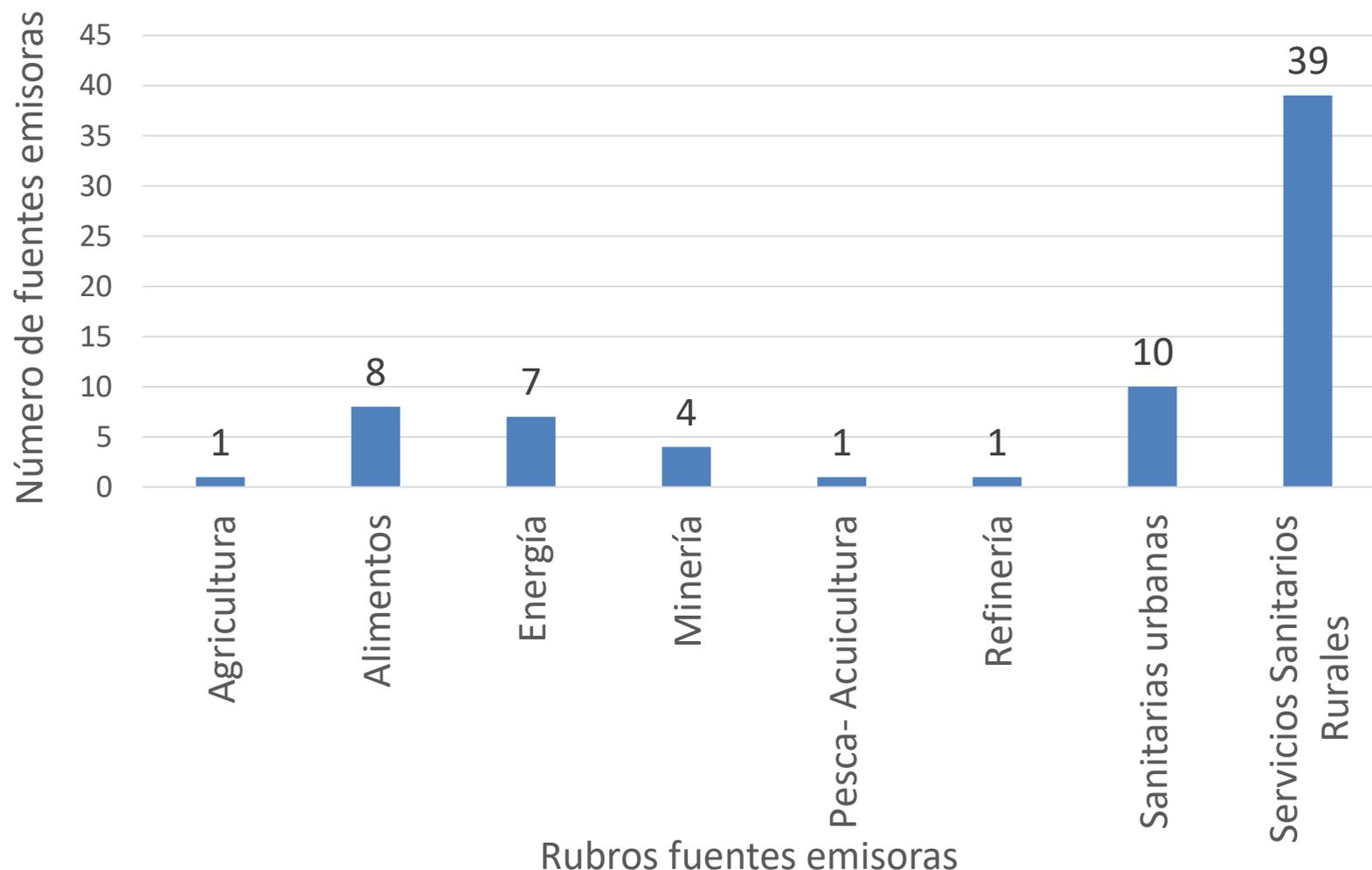
Ej: No evalúa ingeniería de proyectos, cambio de precios o tarifas, cambios en empleo, equilibrios general.

II. Metodología general del AGIES:



II. Metodología general del AGIES: Línea base de Fuentes Puntuales

- Rubros y cantidad de fuentes emisoras puntuales: caracterización de su emisión.



Fuentes de información emisiones:

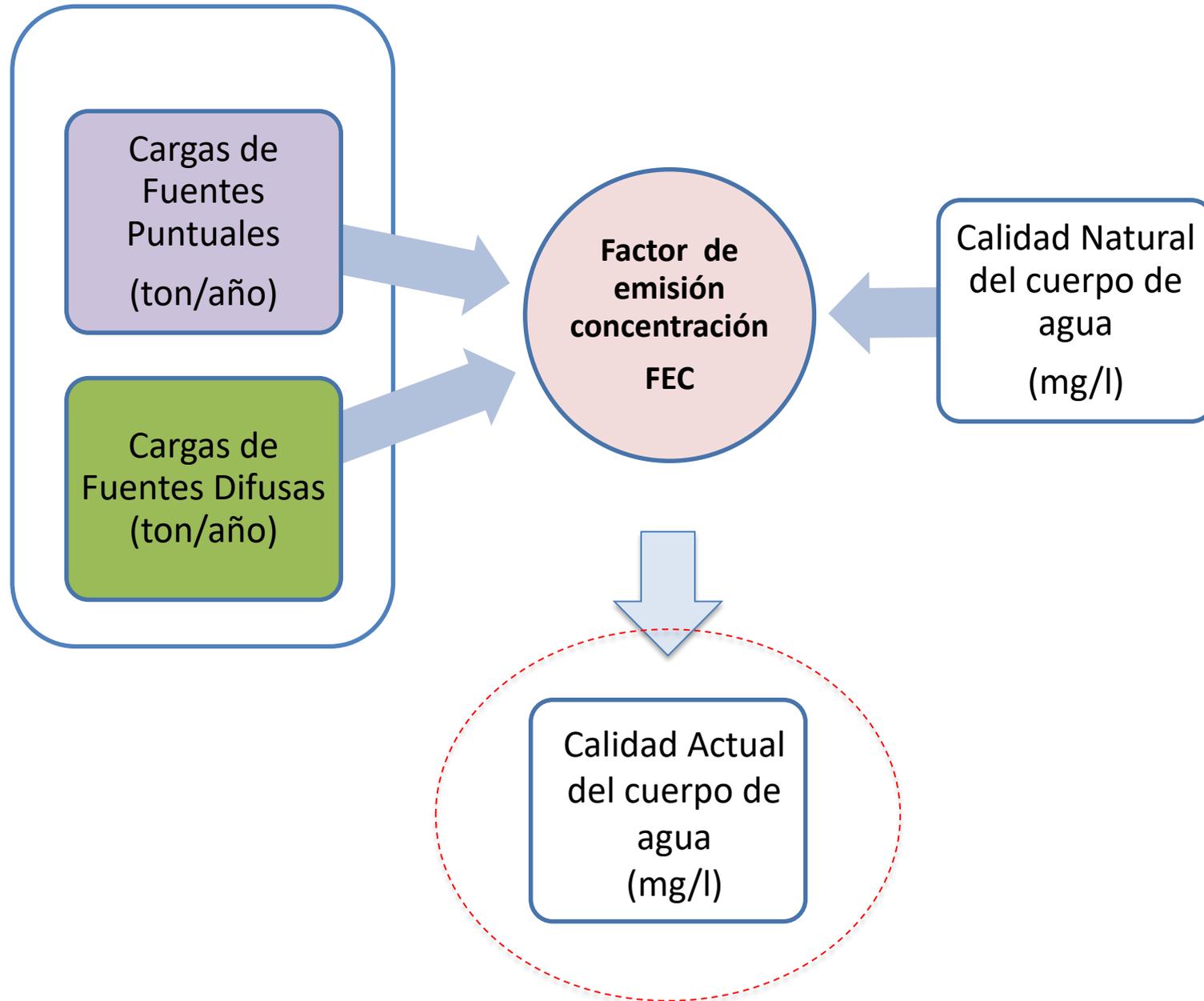
- SISS y SMA
- D.S. 90/2000 carga característica para SSR*

Total de 71 fuentes emisoras puntuales

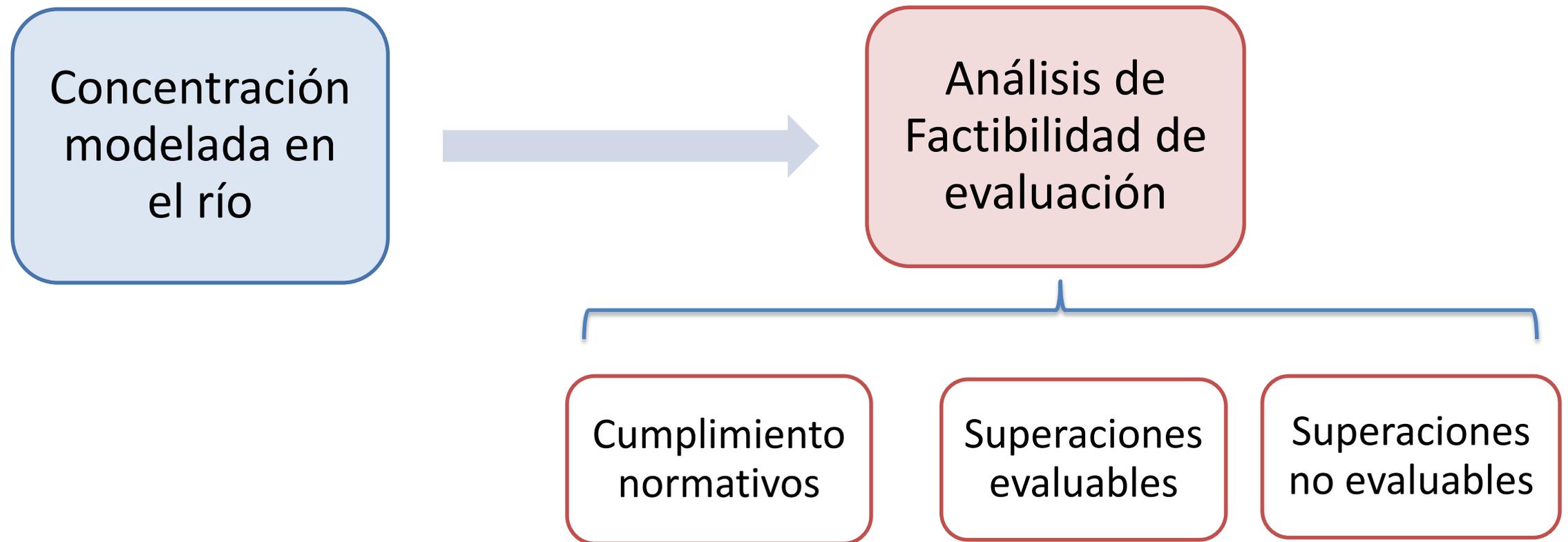
(*) Estimadas según caracterización de carga contaminante media de un establecimiento emisor (D.S.90/2000) para contaminantes comunes de de aguas servidas.

II. Metodología general del AGIES: FEC

EMISIONES



II. Metodología General del AGIES: Superaciones a la normativa



- A las superaciones evaluables se le aplican las eficiencias de abatimiento según parámetro-medida y en base a ello se estiman los costos de un eventual Plan de Descontaminación
- Estos costos no son atribuibles al NSCA sino a un eventual plan

II. Metodología General del AGIES: Evaluación de Beneficios

Beneficios ambientales y económicos



e.g.
Al, As, DBO5...

e.g.
Calidad del agua

e.g.
• Recreación, provisión de
agua & regulación climática

- Identificación de SS.EE.
- Se asume que una mejora en las propiedades del ecosistema (i.e. calidad del agua) impactará positivamente en la mejora de provisión de SS.EE.
- Se valoriza la disposición social a la mejora en calidad del agua para mejorar los ecosistemas y los SS.EE. que emanan de éstos.

II. Metodología General del AGIES: Evaluación de Beneficios

1. Identificación de los Servicios Ecosistémicos (SS.EE.)



2. Disposición a Pagar (DAP)

Corresponde a la máxima cantidad de dinero que un individuo pagaría por obtener un bien o servicio**. **Esto no significa que efectivamente los ciudadanos tengan que pagar por ello, la metodología es un ejercicio hipotético.**

$$\mathit{Beneficio}_{DAP} = DAP_{calidad} \cdot \mathit{Hogares Aconcagua}$$

- $\mathit{Beneficio}_{DAP}$: Beneficio cuantificado por DAP para hogares en la cuenca del río Aconcagua (CLP ó US\$/hogar-año).
 $DAP_{calidad}$: Valor de DAP (CLP ó US\$/hogar-año).
 $\mathit{Hogares Aconcagua}$: N° total de hogares en la cuenca del río Aconcagua.

III. Resultados: Análisis de línea base

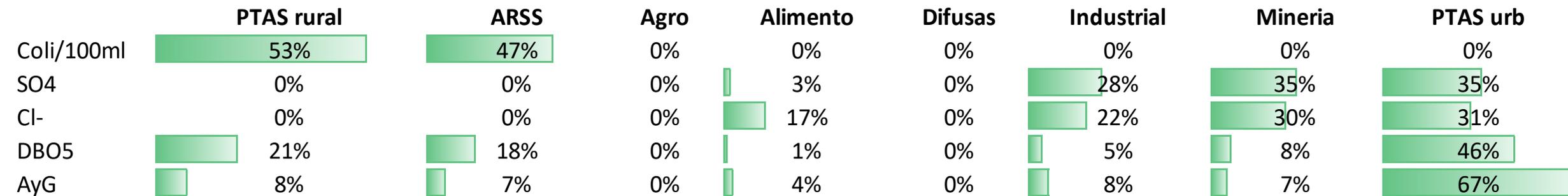
Emisiones de contaminantes por tipo de fuente emisora (ton/año).

Contaminante	Fuentes Difusas	Fuentes Puntuales	Total general
Coliformes Fecales (*)	0,00	282.557.601.396	282.557.601.455
Sulfato	0,00	18.037	18.037
Cloruro	0,00	4.900	4.900
DBO5	0,00	1.814	1.814
Nitrógeno Total	1.710	141	1.710
SST	0,00	1.413	1.413
Aceite y Grasas	0,00	1.146	1.146
N-NO3	855	0	897
Fósforo Total	208	212	420
P-PO4	66,73	0	67
Aluminio Total	0,00	4,1	4,1
Manganeso Total	0,00	2,9	2,9
Hierro Disuelto	0,00	1,9	1,9
Cobre Total	0,00	1,8	1,8
Molibdeno Total	0,00	1,5	1,5
Zinc Total	0,00	1	1
Níquel Total	0,00	0,4	0,4
Plomo Total	0,00	0,3	0,3
Arsénico Total	0,00	0,09	0,09
Cromo Total	0,00	0,05	0,05
Mercurio Total	0,00	0,01	0,01

(*) Coliformes fecales en unidad: Número Más Probable (NMP/10⁶).

- Exceptuando coliformes, las mayores cargas de contaminantes son de sulfato (SO₄) y cloruros (Cl⁻).
- Las cargas más pequeñas son de arsénico, cromo y mercurio

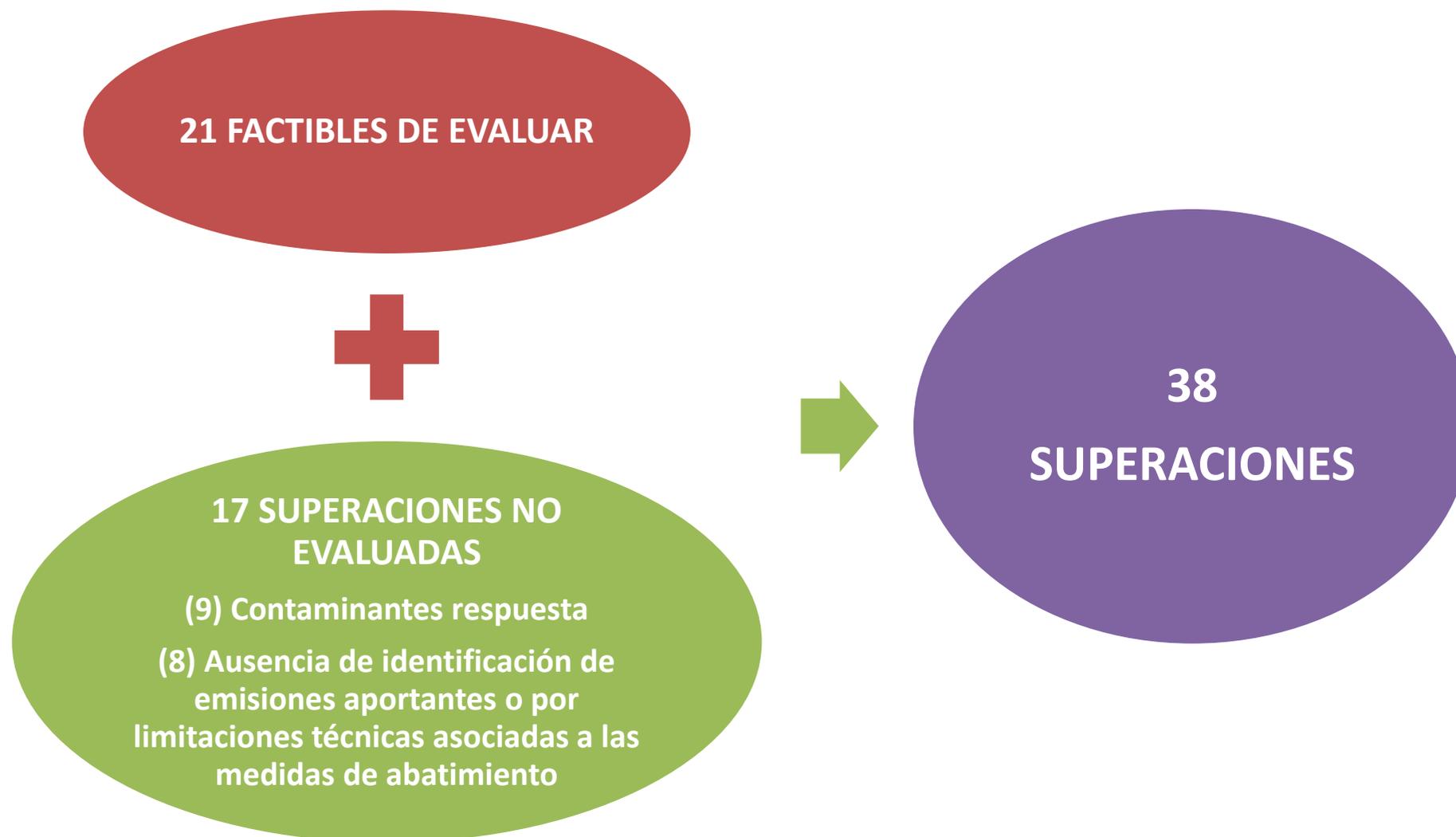
III. Resultados: Análisis de línea base



- Coliformes mayoritariamente SSR (47% ARSSS y 53% PTAS rural).
- Para sulfato el mayor aporte proviene del rubro minería y PTAS urbanas (35%).
- Cloruro proviene principalmente de minería (30%) y PTAS urbanas (31%).
- DBO₅ mayoritariamente PTAS urbanas (46%).
- Aceite y Grasas mayoritariamente PTAS urbanas (67%).

III. Resultados: Análisis de Factibilidad de reducción

- Cumplimiento de la norma (*): **328 combinaciones AV-contaminante**



*Nota: se evalúa el cumplimiento normativo de pH tanto en su límite superior como inferior.

III. Resultados: Reducción estimada

Contaminante	Base (kg/d)	Con Proyecto (kg/d)	Delta (kg/d)	Porcentaje reducción
Cl-	15378,33	7295,54	8082,78	53%
Al	14,68	9,03	5,65	38%
SO4	57647,80	37891,27	19756,53	34%
As*	0,40	0,28	0,12	31%
Ni	1,56	1,11	0,46	29%
FeDis*	6,29	4,48	1,82	29%
Mn	12,19	8,87	3,32	27%
Cu*	6,31	4,69	1,62	26%
Zn	3,73	2,78	0,95	25%
Mo*	5,83	5,00	0,83	14%
Pb	1,11	0,96	0,16	14%
AyG*	3389,83	3124,87	264,96	8%
DBO5	5117,52	4876,86	240,66	5%
Hg*	0,04	0,04	0,00	4%
SST	4146,68	4010,51	136,17	3%
Coli/100ml	774132422,01	763853190,76	10279231,25	1%
P*	1160,78	1147,50	13,28	1%

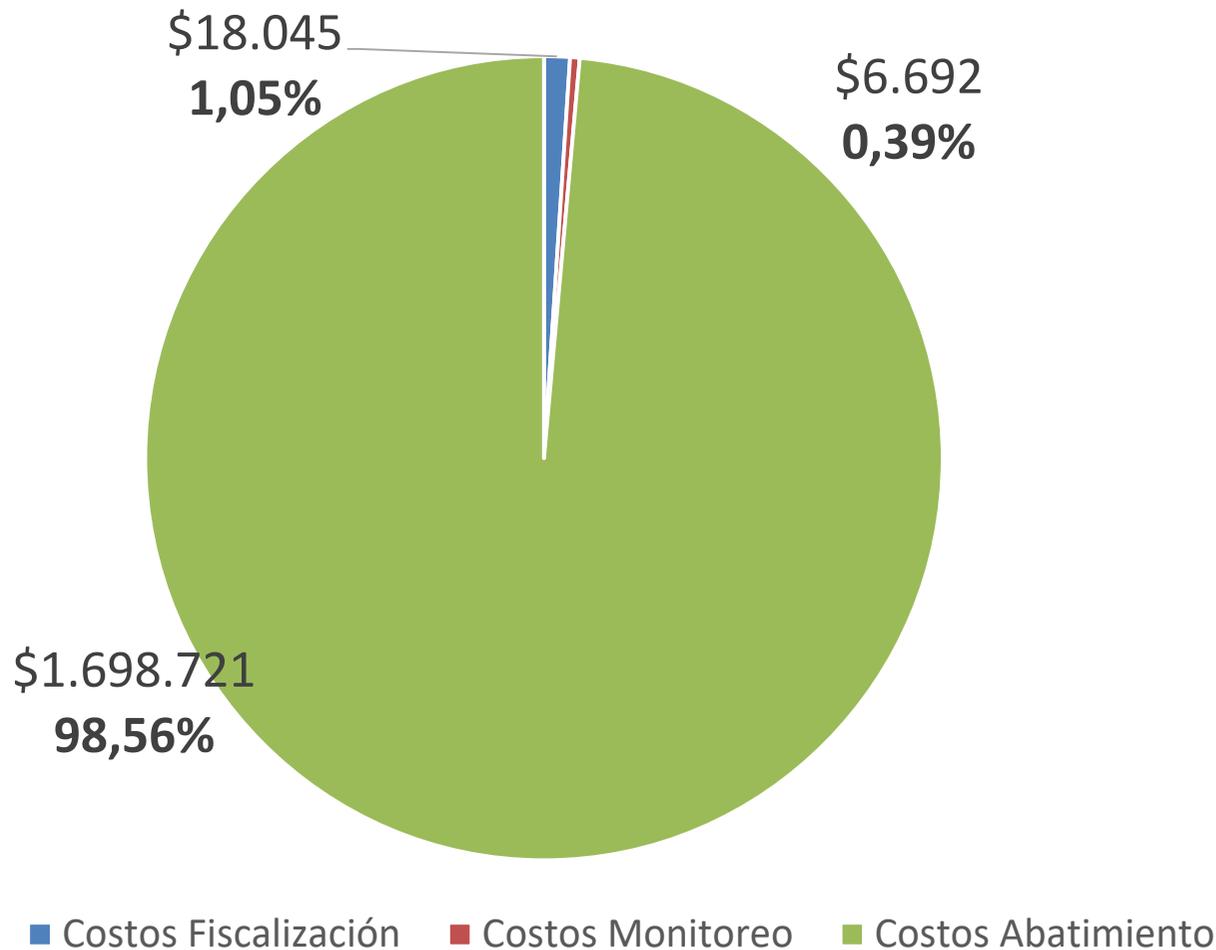
*Estos parámetros son co-abatidos, no es requerimiento de la NSCA

Fuente: Elaboración propia. Sólo se muestran valores mayores al 1% de reducción porcentual.

Coli/100ml unidad: NMP10⁶

III. Resultados: Costos

Costos PD NSCA Aconcagua (US\$/año)



- Se hizo previamente análisis de posibles incumplimientos RCA y D.S. 90/2000*
- **Los costos de fiscalización y monitoreo son atribuibles al Proyecto Definitivo.**
- **Los costos de abatimiento son una estimación de los costos de un eventual Plan de Descontaminación.**

	US\$/año
Costos Fiscalización	\$18.045
Costos Monitoreo	\$6.692
Costos Abatimiento	\$1.698.721
Costos Totales	\$1.723.457

* Sólo existiría 1 incumplimiento de DBO5 en planta, que se asumió como despreciable.

III. Resultados: Eventuales costos por rubro

Rubro o tipo de fuente	US\$/año	Porcentual
PTAS urbanas	532.671	31,36%
Minería	498.308	29,33%
Industrial	444.446	26,16%
Alimento	218.617	12,87%
ARSSS	3.378	0,20%
Agro	1.302	0,08%
PTAS rurales	0,05	0,00%
Fuentes Difusas	0,00	0,00%
Total	1.698.721	100,00%

Nota: PTAS:Plantas de tratamiento de aguas servidas ; ARSSS: Aguas Residuales Sin Saneamiento Sanitario

III. Resultados: Beneficios

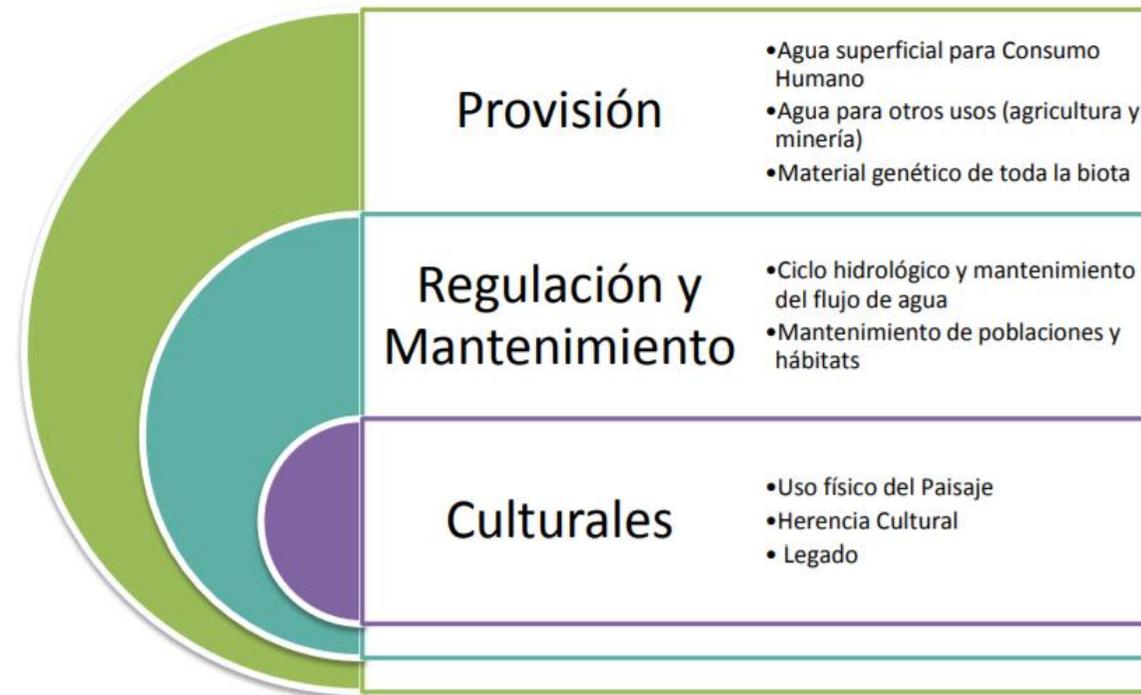
Identificación de SS.EE.

Provisión (7)

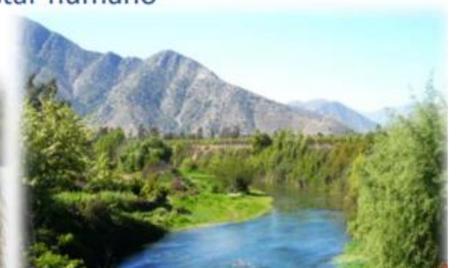
Regulación (6)

Cultural (5)

18 Tipos de Servicios Ecosistémicos identificados en la cuenca



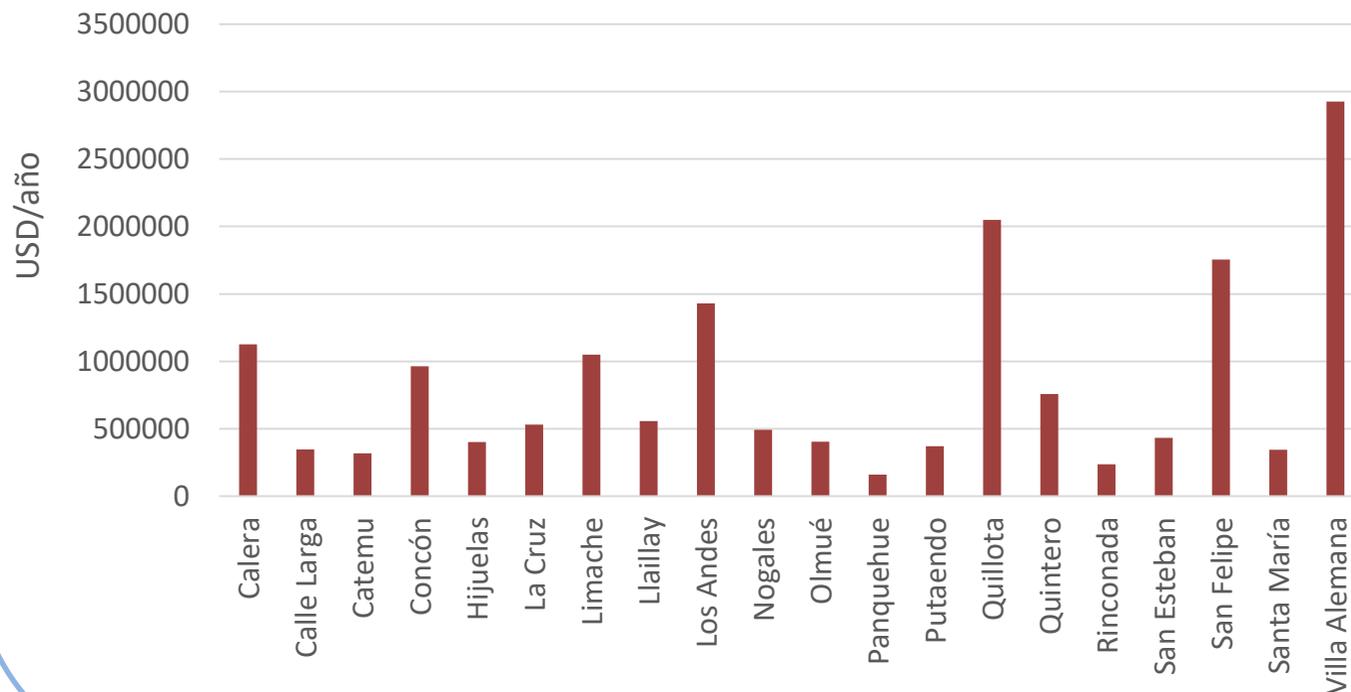
“contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano”



III. Resultados: Beneficios

Disposición a Pagar (DAP)

Valor DAP (US\$/hogar-año)	N° de hogares comunas Aconcagua (n)	Beneficios Totales (MM US\$/año)
65,12	255.797	16,66



- Esto no significa que efectivamente los ciudadanos tengan que pagar por ello, la metodología es un ejercicio hipotético.
- La valoración de SS.EE. es través de la las propiedades de los ecosistemas (i.e. calidad del agua)

IV. Conclusiones

- Los contaminantes con mayores cargas en la cuenca son sulfatos, cloruros, DBO_5 , nitrógeno total Kjeldahl y Sólidos Suspendidos Totales(*).
- La mayor cantidad de eventuales superaciones a la NSCA ocurriría por superación de los contaminantes conductividad eléctrica, plomo, cloruro, níquel, nitrato y DBO_5 .
- Los límites permisibles de concentración establecidos para 28 contaminantes en 16 áreas de vigilancia generarían 38 superaciones (10,4%) y **328 cumplimientos (89,6%)** respecto a la calidad actual. Las superaciones ocurren en 11 áreas de vigilancia.
- La NSCA es consistente en restringir las emisiones de los contaminantes más emitidos en la cuenca. Producto de esto, existiría una importante **reducción de los contaminantes**: cloruro, aluminio y sulfato.

(*) excluyendo coliformes fecales.

IV. Conclusiones

- Los costos asociados a la implementación de la NSCA son de US\$ 24.737 anuales.
- Los costos estimados, asociados a un eventual Plan de Descontaminación en caso de superarse las normas ascienden a US\$ 1,69 millones anuales.
- Los beneficios, simulados mediante metodología DAP, se estiman US\$ 16,66 millones anuales, atribuido a mejora de la calidad del agua para los hogares que se distribuyen territorialmente en la cuenca. **Esto no significa que efectivamente los ciudadanos tengan que pagar por ello.**
- Según criterio de Kaldor-Hicks, se concluye que la NSCA es socialmente rentable.

Referencias

- Arrow, K. J., Cropper, M. L., Eads, G. C., Hahn, R. W., Lave, L. B., Noll, R. G., . . . Stavins, R. N. (1997). Is there a role for benefit-cost analysis in environmental, health, and safety regulation? *Environment and Development Economics*, 2(2), 195-221. doi:10.1017/S1355770X9722016
- AMPHOS 21, 2014. Generación de información base para la evaluación de normas de calidad ambiental y emisión: revisión y actualización sobre tecnologías y costos de abatimiento de contaminantes en residuos líquidos, Preparado para el Ministerio del Medio Ambiente. Elaborado por AMPHOS21 para el Ministerio del Medio Ambiente de Chile., Santiago.
- Cienciambiental, 2018. Identificación de ecosistemas continentales y los servicios ecosistémicos que estos proveen. https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/325999626_Identificacion_de_ecosistemas_continentales_y_los_servicios_ecosistemicos_que_estos_proveen
- ECOTEC, 2017. Inventario de tecnologías de tratamiento de residuos industriales líquidos y actualización de costos de tecnologías de tratamiento, Informe Final. Preparado para el Ministerio del Medio Ambiente, Santiago.
- Fundación Chile, 2010. Consultoría de apoyo a los procesos de normas ambientales en sistemas hídricos: estimación de costos de abatimiento de contaminantes en residuos líquidos. Elabor. para la Com. Nac. del Medio Ambient.
- Haines-Young, R., Potschin, M., 2012. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4.
- Haines-Young, R., Potschin, M., 2018. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5. 1Guidance on the Application of the Revised Structure
- Hernández-Sancho, F., M. Molinos-Senante, et al. (2010). "Economic valuation of environmental benefits from wastewater treatment processes: An empirical approach for Spain." *Science of the Total Environment* 408(4): 953-957.
- Huenchuleo, C., De Kartzow, A., 2018. Economic valuation of ecosystem services in the Aconcagua River watershed of Chile. *Tecnol. y Ciencias del Agua* 9, 58–84. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-02-03>
- Huenchuleo, C.A., Barkmann, J., Marggraf, R., 2016. Attitudinal determinants of willingness -to-pay for river ecosystem improvements in central Chile: A choice experiment. *Cienc. e Investig. Agrar.* 43, 125–137. <https://doi.org/10.4067/s0718-16202016000100011>
- INE, 2017a. Comunas: Población estimada al 30 de junio por sexo y edad simple 2002-2020. Base de datos.
- Johnston, R.J., Besedin, E.Y., Iovanna, R., Miller, C.J., Wardwell, R.F., Ranson, M.H., 2005. Systematic Variation in Willingness to Pay for Aquatic Resource Improvements and Implications for Benefit Transfer: A Meta - Analysis. *Can. J. Agric. Econ. / Rev. Can. D' Agroéconomie* 53, 221–248. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7976.2005.04018.x>
- Johnston, R.J., Besedin, E.Y., Stapler, R., 2017. Enhanced Geospatial Validity for Meta-analysis and Environmental Benefit Transfer: An Application to Water Quality Improvements, *Environmental and Resource Economics*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10640-016-0021-7>
- MMA, 2020. Contribución determinada a nivel nacional (NDC) de Chile.
- Salas, J., Pidre, J., Sánchez, L., 2007. Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales, in: CENTA (Ed.), *Humedales Artificiales*. Sevilla, España.
- Saz Salazar, S. del, García Menéndez, L., 2002. Disposición a pagar versus disposición a ser compensado por mejoras medioambientales:: evidencia empírica. IX encuentro Econ. pública, hacienda y medio Ambient. 7 y 8 febrero 2002, 2002.
- Van Houtven, G., Powers, J., Pattanayak, S.K., 2007. Valuing water quality improvements in the United States using meta-analysis: Is the glass half-full or half-empty for national policy analysis? *Resour. Energy Econ.* 29, 206–228. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2007.01.002>



**CHILE LO
HACEMOS
TODOS**