

El enfoque ecosistémico en la gestión ambiental de las cuencas hidrográficas

Rodrigo Pizarro G.

8rpizarro@gmail.com

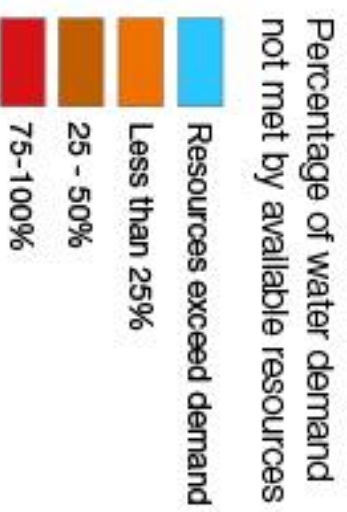
IV Encuentro -Jornada Itinerante del CAA-AUGM en conmemoración de los 25 años de Asociación de Universidades del Grupo Montevideo (AUGM).

Universidad de Cuyo - Universidad de Santiago de Chile

Herramientas de diagnóstico, nuevas tecnologías de tratamiento y gestión del agua ante nuevos escenarios climáticos

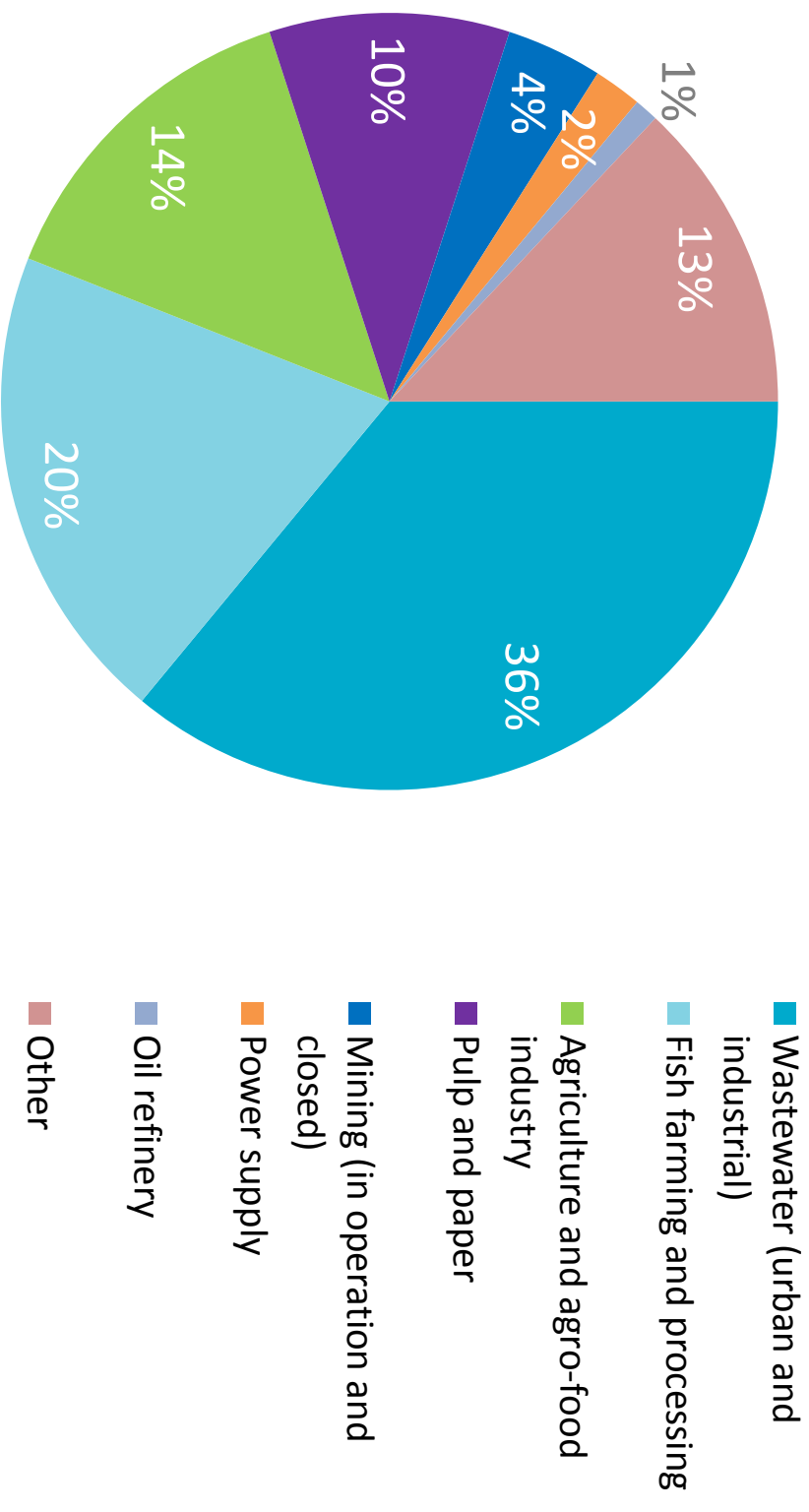
Distribución heterogénea de recursos hídricos en

Chile



Fuentes de contaminación hídrica en Chile

Descargas en aguas superficiales por sector, 2009



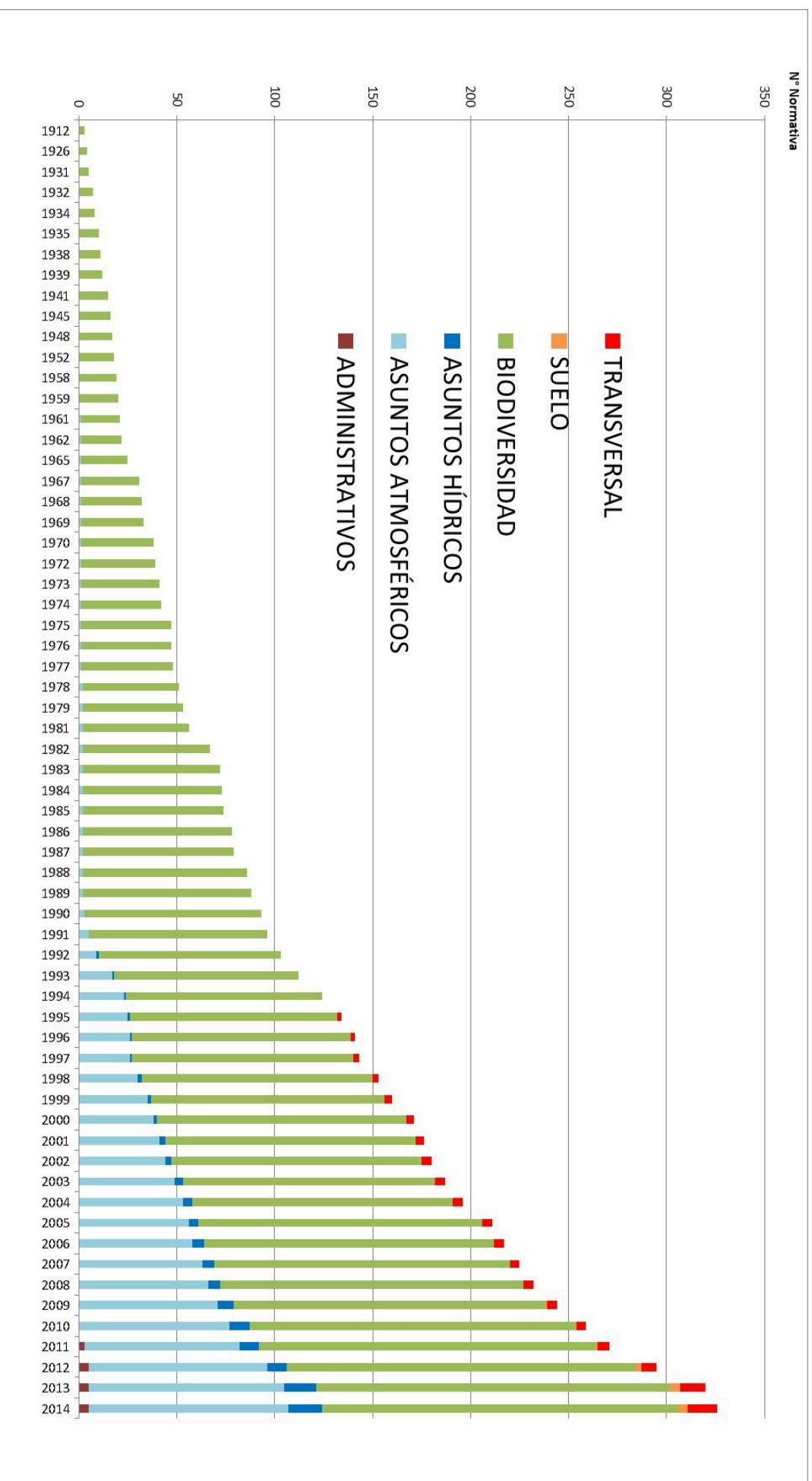
Source: MMA (2012).

Legislación en Chile: Ley de Bases del M.A.

- Art. 2 Define: Norma Primaria de Calidad Ambiental, Norma Secundaria de Calidad Ambiental, Normas de Emisión.
- Art. 45, letra h, indica que los PPDA pueden tener “mecanismos de compensación de emisiones”.
- Art. 47, que los PPDA podrán utilizar, según corresponda,
 - “permisos de emisión transables,
 - impuestos a las emisiones o tarifas a los usuarios, en los que se considerará el costo ambiental implícito en la producción o uso de ciertos bienes o servicios, y
 - otros instrumentos de estímulo a acciones de mejoramiento y reparación ambientales.”



Normas Ambientales en Chile



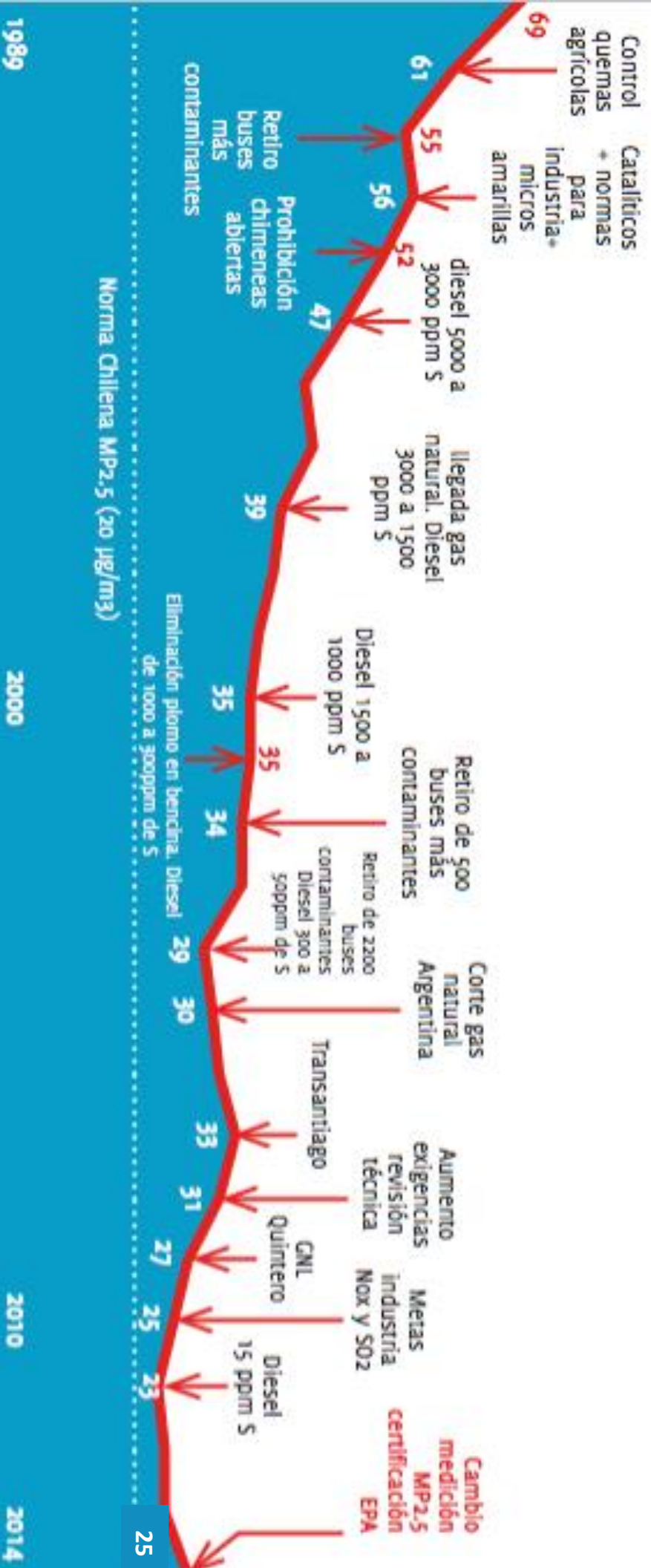
MMA, 2014

Qué son los PPDA en la práctica

- Un conjunto de instrumentos de gestión ambiental coordinados en un territorio.
- Permite introducir nuevos instrumentos.
- Coherencia normativa.
- Coordinación interinstitucional.
- Conceptualización territorial.
- Participación ciudadana
- Fiscalización.

Serie histórica de medidas de descontaminación

PPDA Santiago es el modelo a seguir



En el 2014 se aprobó la Reforma Tributaria

Reforma Tributaria US\$8.200



Art. 8

- Impuesto dirigido a fuentes fijas con calderas y turbinas.
- Fuentes que sumen 50mw de poder térmico o más.
- Se estiman 79 establecimientos afectados.
- Impuesto a contaminantes locales (Nox, SO2, y MP) y globales CO2.

Reforma Tributara 2014: Impuesto a las emisiones

CO2 = US\$5

$$T_{ij} = 0,1 * CCA_j * CSC_{pci} * Pob_j$$

- Donde:
- T_{ij} = Impuesto por tonelada del contaminante "i" emitido en la comuna "j", en US\$/Ton.
- CCA_j = Coeficiente de calidad del aire en la comuna "j".

	Zona Saturada	Zona Latente
CCA	1,2	1,1

- CSC_{pci} = Costo social de contaminación per cápita del contaminante "i", cuyos valores son los siguientes:

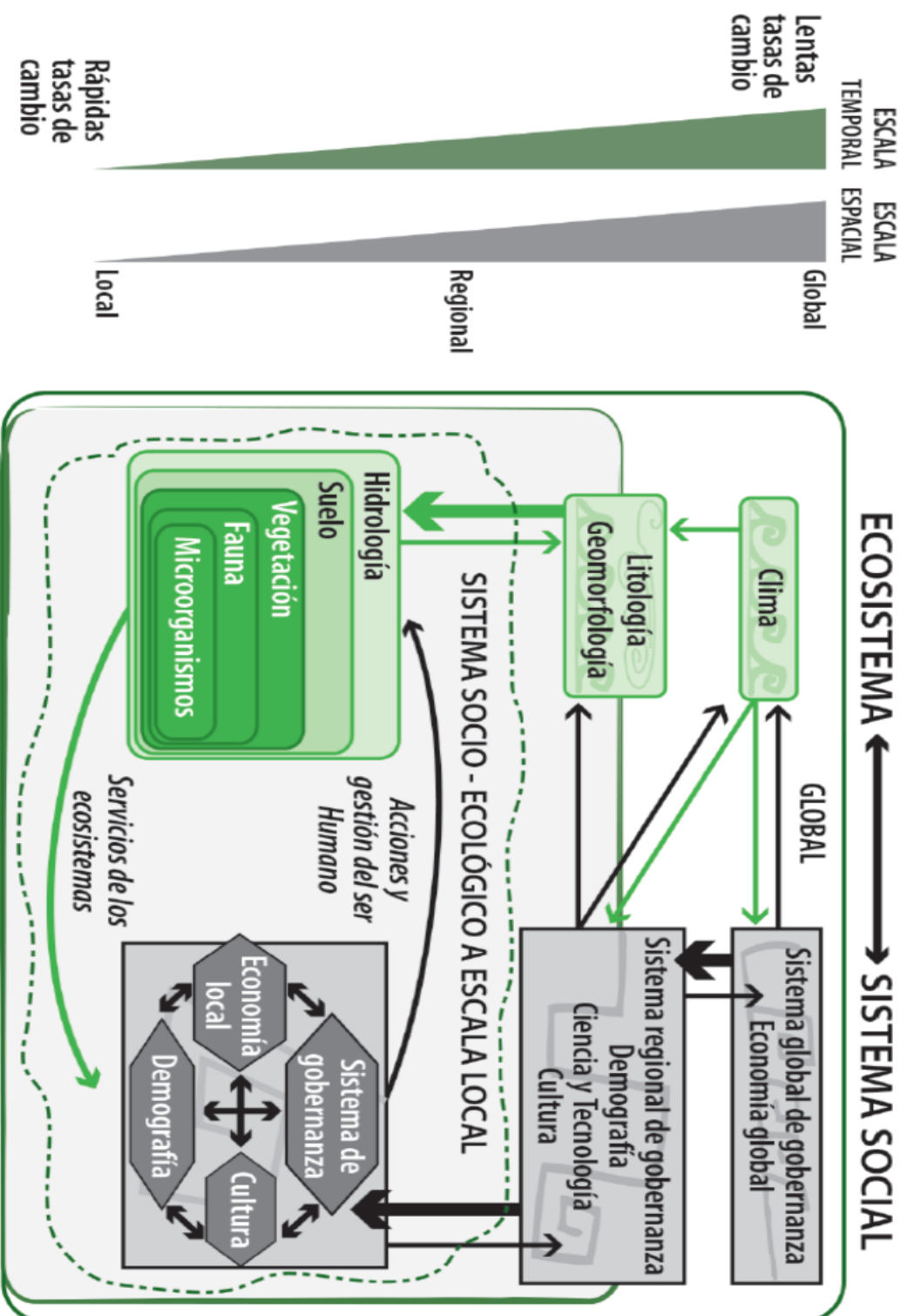
Contaminante	MP	SO2	NOX
MP Costo (US\$)	0,9	0,01	0,025

- Pob_j = Población de la comuna "j", de acuerdo a la proyección oficial para cada año del Instituto Nacional de Estadísticas.

Servicios Ecosistémicos

- El Ministerio del Medio Ambiente de Chile (MMA) define los servicios ecosistémicos como
 - *"la contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano"* siguiendo la definición sugerida por TEEB (De Groot, et al., 2010).
- El MMA utiliza el marco conceptual de la *"Cascada de los Servicios Ecosistémicos"* (CSE) reportado por Haines-Young and Potschin (2010) que conecta las estructuras y procesos ecosistémicos con los elementos que afectan el bienestar humano.

Esquema conceptual de un sistema Socio-Ecológico



LEYENDA



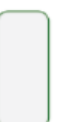
Control geotectónico



Control biótico



Interface biótico-geotectónico



Fronteras del SSE a escala local



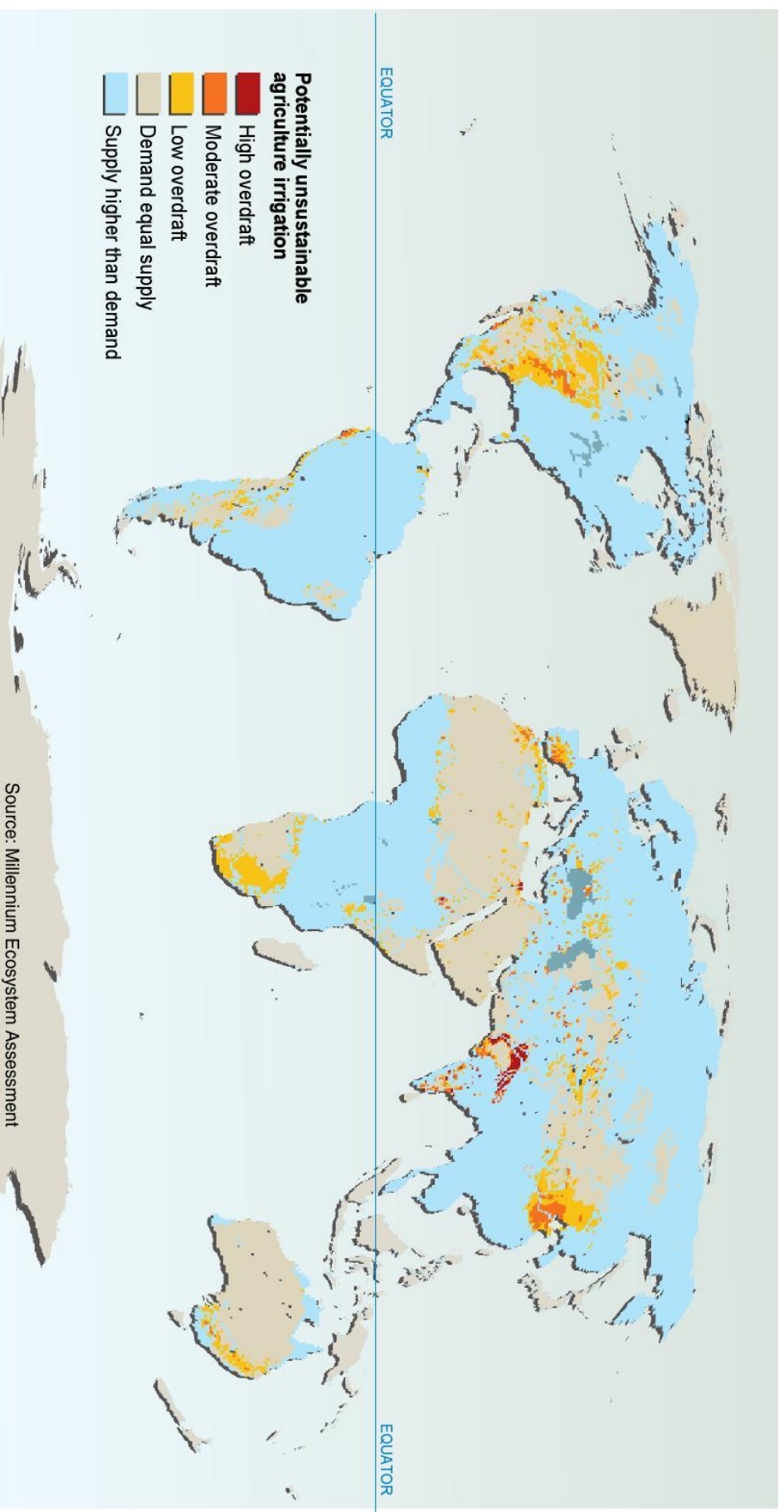
Fronteras del SSE a escalas superiores que la local

Resultados de la Evaluación del Milenio

- En los últimos 50 años los ecosistemas han cambiado y de forma acelerada más que en cualquier momento en la historia humana. Esto ha significado el la pérdida irremediable de la biodiversidad.
- Estos cambios han contribuido al bienestar humano, pero los costos aumentan. A menos que se enfrenten afectarán el bienestar humano en forma significativa.

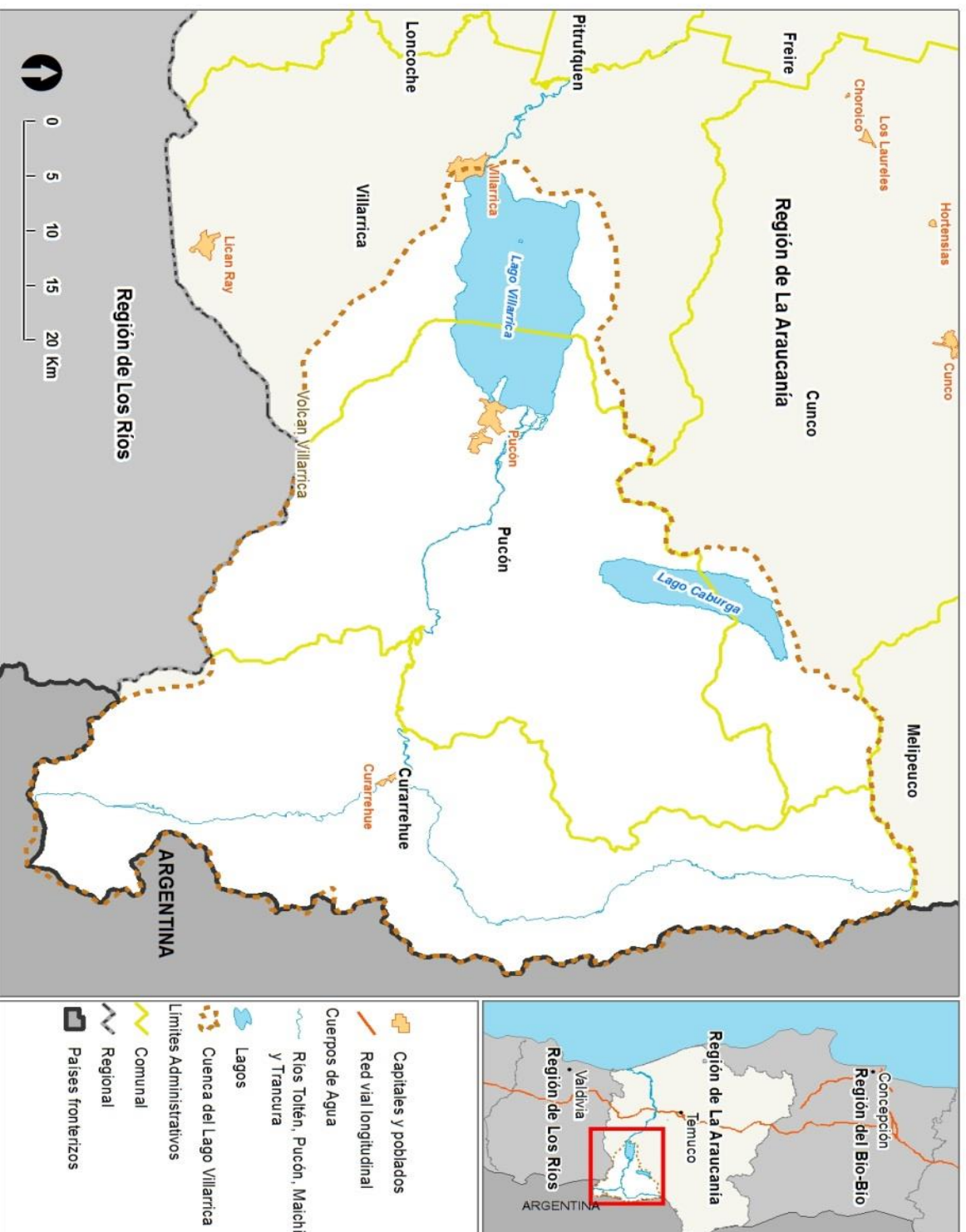
El Agua

- 5 a 25% de la demanda global de agua excede su acceso en el largo plazo.
- 15 - 35% del agua retirada para irrigación excede su oferta y por tanto no es sustentable.

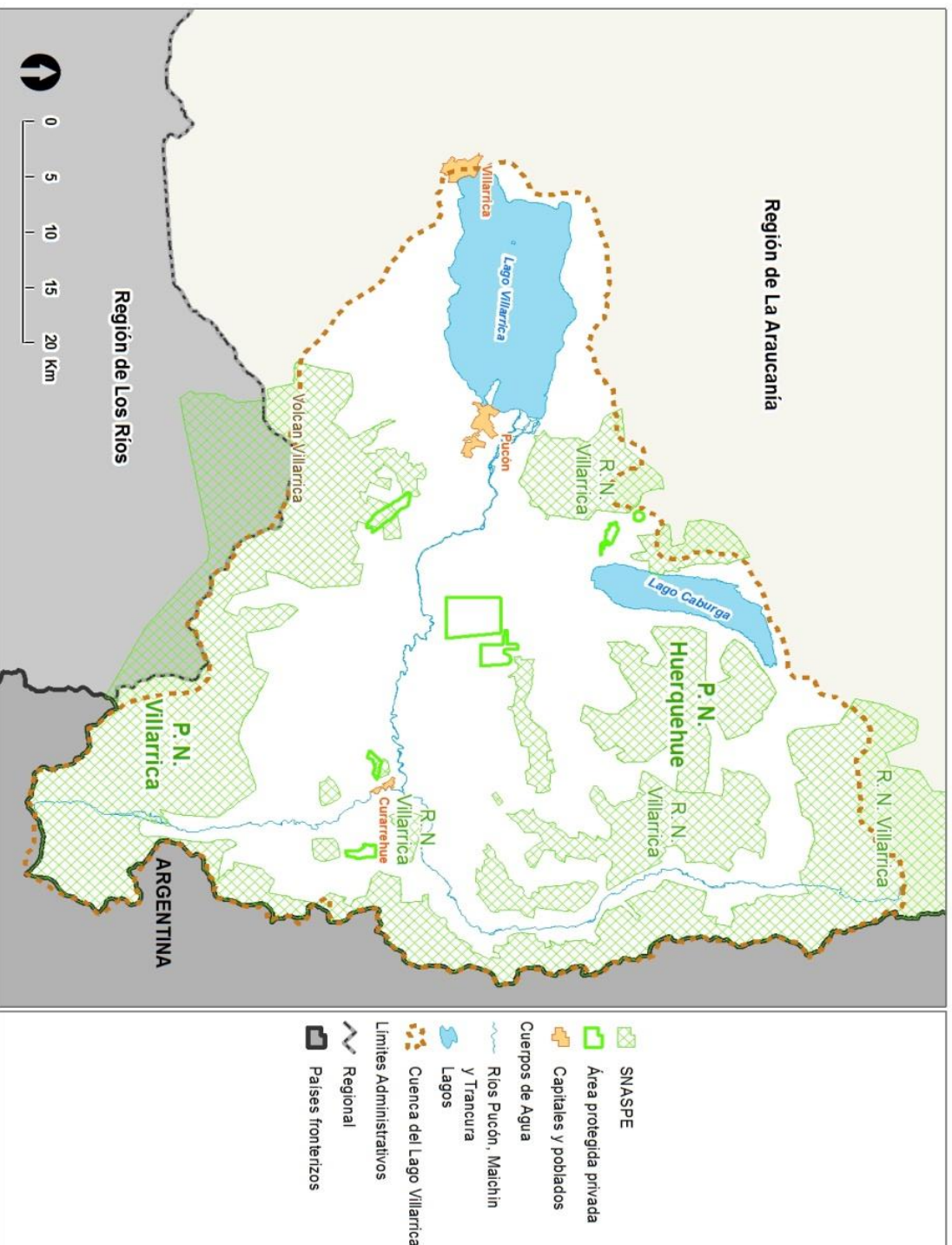


Source: Millennium Ecosystem Assessment

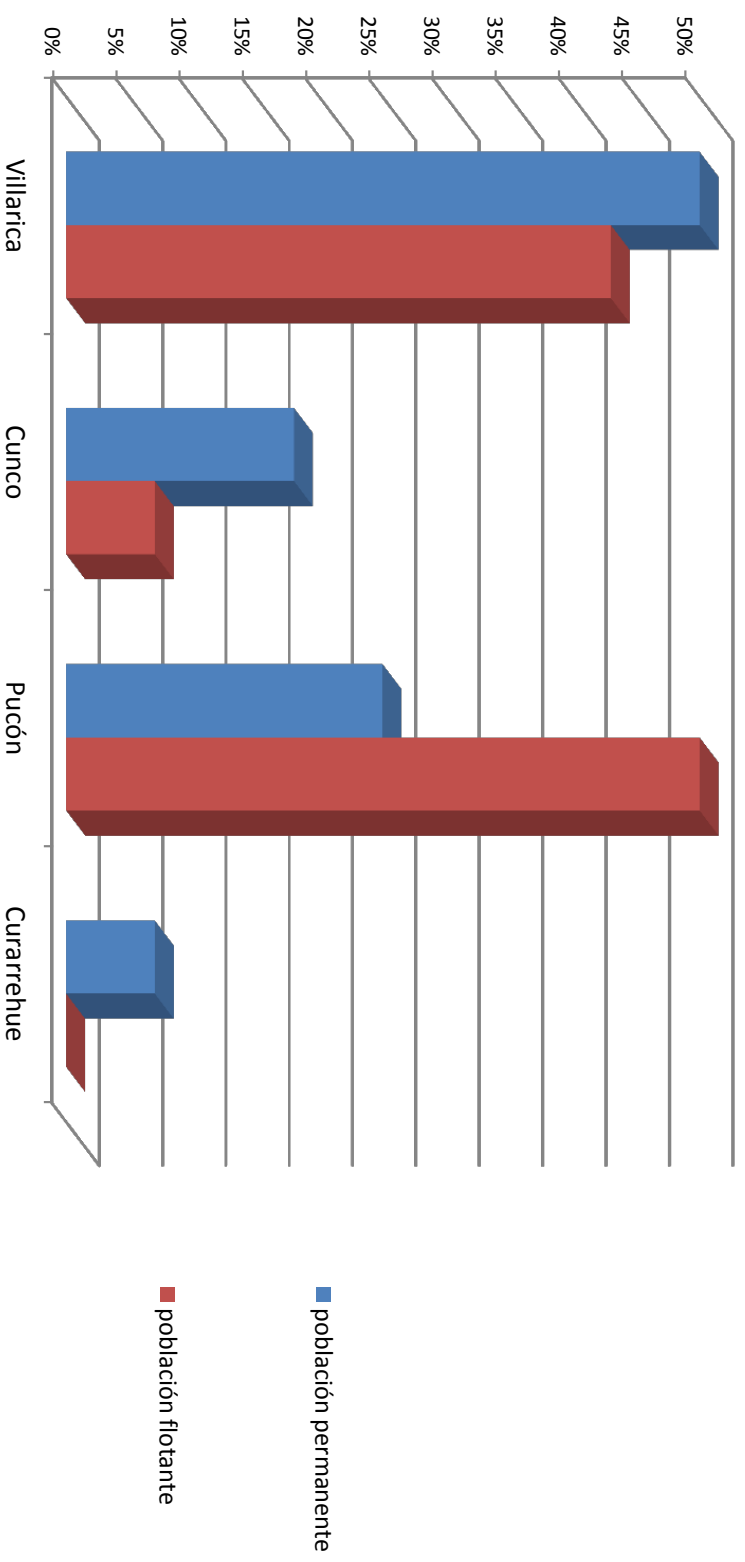
Caso Villarrica



Villarica Parques Nacionales



Población en la Cuenca



Principales Descargas por fuente

Contaminante (t/año)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Aceites y grasas	200.0	710,4	2630,9	4301,3	1201,1	1049,1	381,7	6422,3
Cloruros	414,5	1037,4	22498,0	25908,3	4345,6	6294,7	5548,6	46322,1
Fósforo Total	5,5	29,7	167,5	259.0	95,8	88,7	136,6	588,6
Hidrocarburos fijos	0.0	0.0				0,6	0.0	212,7
Hidrocarburos totales					36,2	2,8	1,6	8,8
Nitrógeno amoniacal (o NH3)								29.0
Nitrógeno Total Kjeldahl	14,6	90,9	300,7	410,9	331,6	402,5	789,8	4911,6
Sólidos sedimentables	0.0	0.0	3,8	0.0	0.0	0.0	8,4	198,5
Sólidos suspendidos totales	173,4	503,7	1796,9	3149,1	1119,7	815,1	510,3	5635,1
Sulfatos		112,5	62,2	526,1	6062,3	1094,8	0.0	604,2
Sulfuros		0.0			0,6	0,2	0.0	4,2
Sustancias Activas de Azul de Metileno	0,6	0,7	9,5	6,3	2,7	0,3	2.0	

Actividad y Procesos de Liberación de contaminantes			
Parámetro Medido			
Aceites y grasas	Habitacional	Saneamiento	Piscicultura
	Deportes Recreacionales, Filtraciones, Pérdidas y reparaciones de Motores	Transporte/motores y equipos Filtraciones, Pérdidas y reparaciones de Motores	Transporte/motores y equipos Filtraciones, Pérdidas y reparaciones de Motores
	Componente en Orina	Componente en Orina, Pienso	Componente en Orina, Pienso y Sales
Cloruros	Componente en Orina	Aleaciones Mallas	Aleaciones Mallas
Cromo	No Aplicable	Aleaciones Mallas	Aleaciones Mallas
Nitrógeno Total*	Componente en Heces Fecales, Restos Orgánicos	Componente en Orina, Pellets	Componente en Orina, Pellets
Fósforo Total	Componente en Heces Fecales, Restos Orgánicos	Componente en Alimentos, Mortalidad de peces	Componente en Alimentos, Mortalidad de peces
Sólidos sedimentables	Presentes en Heces fecales	Presentes en Alimentos, Mortalidad de peces	Presentes en Alimentos, Mortalidad de peces
Sólidos suspendidos totales	Presentes en Heces fecales	Presentes en Alimentos, Mortalidad de peces	Presentes en Alimentos, Mortalidad de peces

Ponce y Vásquez, 2016

Servicios Ecosistémicos Identificados

Categoría	SS.EE
Aprovisionamiento	Pesca, acuicultura, agua para generación de energía, agua para irrigación, agua para consumo humano
Regulación y Mantenimiento	Regulación de concentraciones de contaminantes nocivos y de Organismos nocivos para la salud humana (regulación de plagas y vectores de enfermedades), regulación de interacciones biológicas entre organismos y con componentes abióticos de los ecosistemas, ciclo de nutrientes del agua, regulación del clima.
Culturales	Experiencias de turismo, belleza escénica, y todo tipo de actividades recreación.

Cuál es el problema?

Dos:

1. Valoración
2. Objeto de política

En la presencia de

Ausencia de mercados y precios.

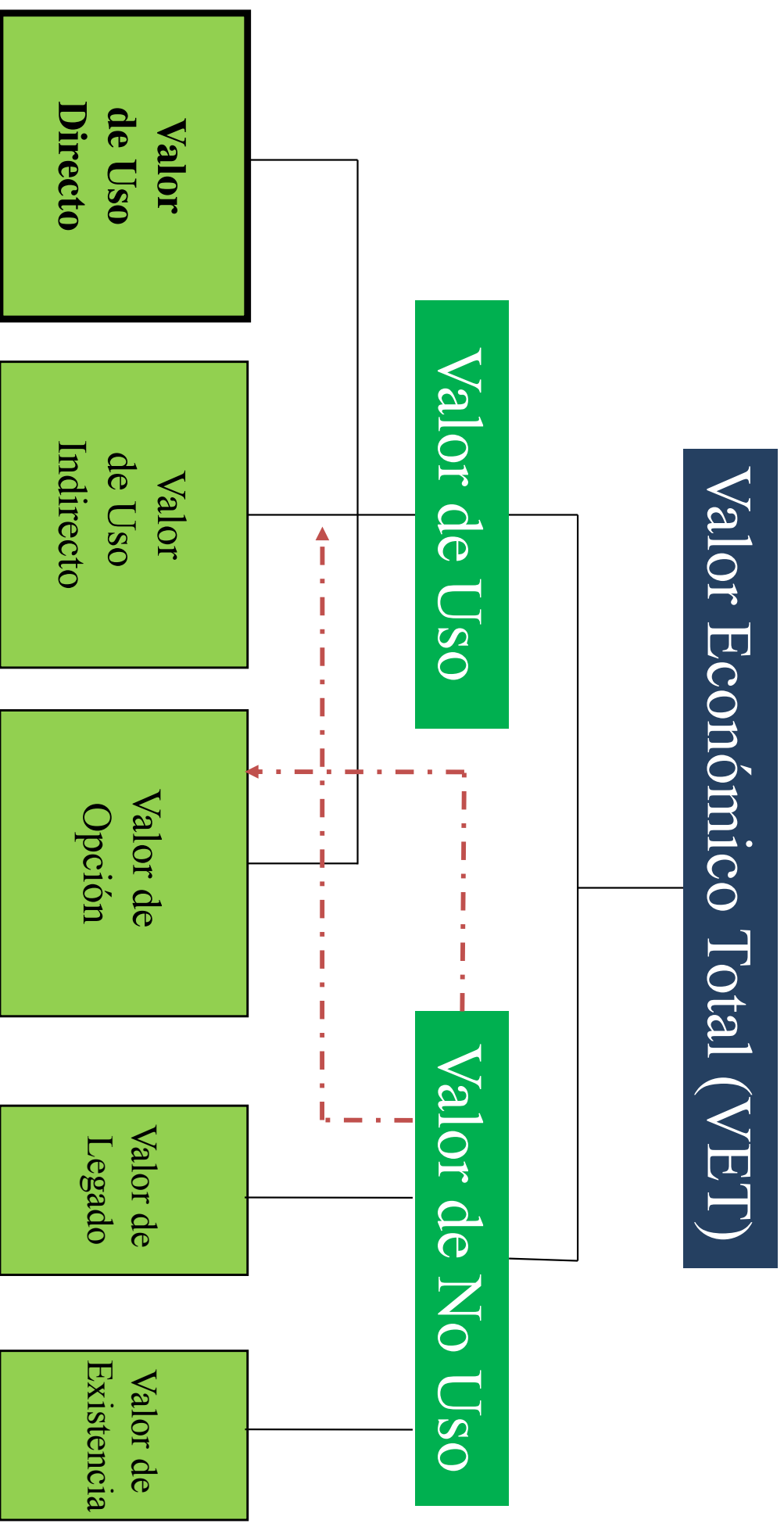
- Individuos no pueden elegir calidad ambiental (exógenamente determinada)
- Aproximación teórica.- ¿Cuál es la cantidad de bienes de mercado que el individuo estaría dispuesto a intercambiar por una variación en la calidad ambiental?

Teoría del Valor

- Teoría Laboral del Valor
- Paradoja del Diamante y el Agua
- Teoría Marginal del Valor
 - De intercambio
 - Instrumental
 - Marginalista
 - Antropocéntrica



Valor económico total: Definición

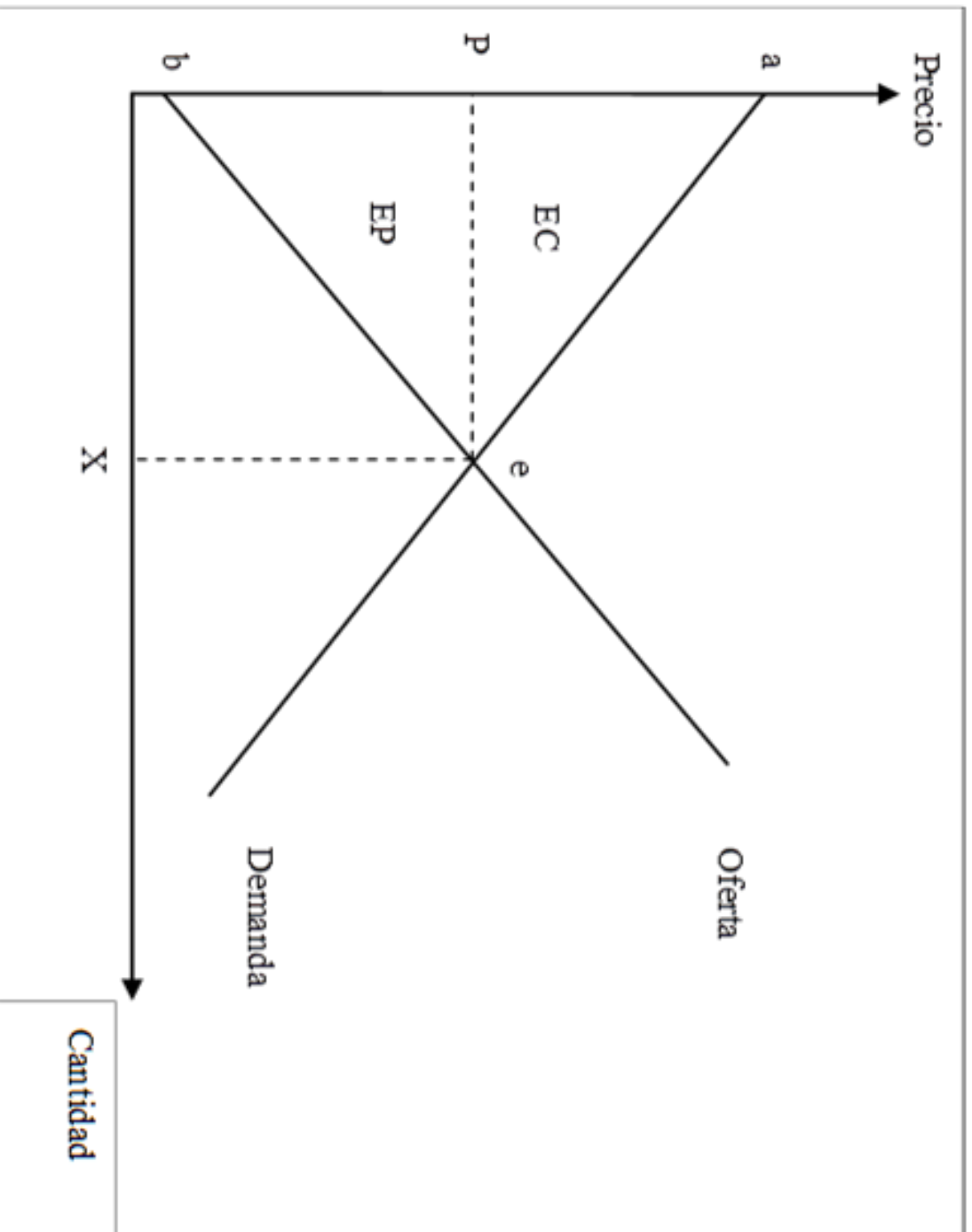


Valor económico total: Ejemplo sobre biodiversidad

Ejemplo: Valoración de la Biodiversidad

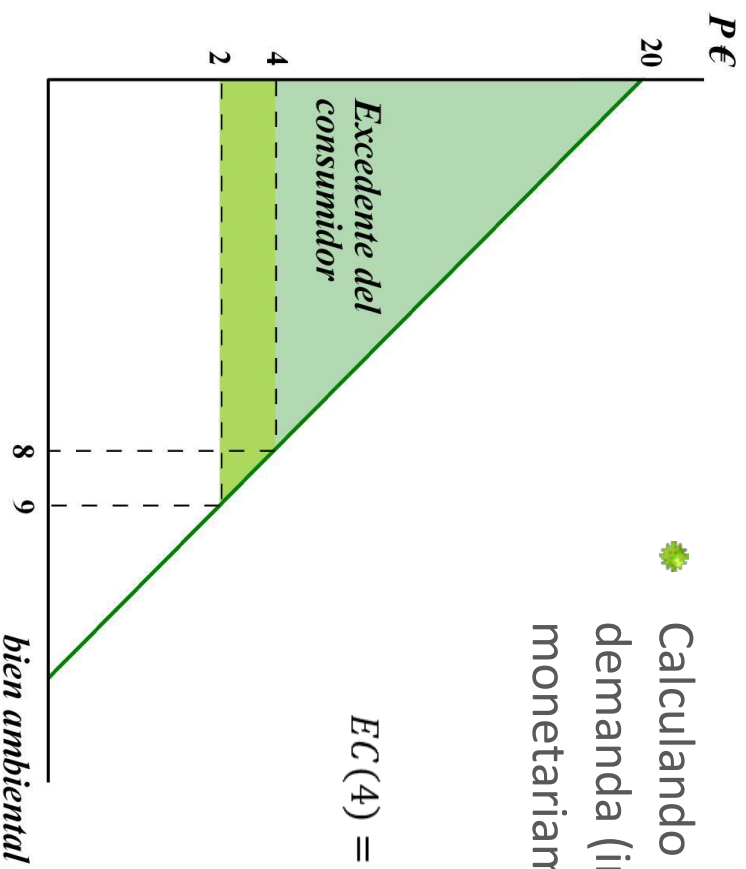
Clase de Valor	Tipo de Valor	Aprovechamiento
Valor de Uso	Directo	<input type="checkbox"/> Productos directamente consumibles <input type="checkbox"/> Recolección de especies silvestres para alimento, combustible, abrigo y medicina. <input type="checkbox"/> Alimento, biomasa, recreación salud. <input type="checkbox"/> Ecoturismo <input type="checkbox"/> Extracción y comercialización de madera <input type="checkbox"/> Agricultura <input type="checkbox"/> Pesquería <input type="checkbox"/> Caza, recolección de subsistencia.
		Indirecto
Valor de No Uso	De opción	<input type="checkbox"/> Uso futuro, directo e indirecto de un recurso <input type="checkbox"/> Flujos de información a futuro con respecto al uso de recursos
	Existencia	<input type="checkbox"/> Valor de uso y no uso del legado ambiental. <input type="checkbox"/> Beneficios derivados del conocimiento del recurso <input type="checkbox"/> Prevención de cambios irreversibles en habitats.

Excedente del Consumidor



“La diferencia entre el precio que el consumidor estaría dispuesto a pagar antes de desprenderse del bien y el precio que realmente pagó” (Marshall)

- Calculando el área por debajo de la curva de demanda (integral), podemos calcular monetariamente dicho excedente.



$$EC(4) = \frac{(20 - 4) \cdot 8}{2} = 64$$

$$EC(2) = \frac{(20 - 2) \cdot 9}{2} = 81$$

Enfoques de valoración económica

- Se utilizan tres enfoques para valorar los impactos:

Enfoque de Preferencias implícitas

- Basados en relaciones físicas que describen formalmente las **relaciones de causa y efecto**.

Enfoque de Preferencias reveladas

- Basado en evaluaciones subjetivas de posibles daños expresados **en una conducta de mercado real**.

Enfoque de Preferencias declaradas

- Basado en evaluaciones subjetivas de posibles daños declarados (**valoración contingente**).

Métodos de valoración económica

1. Enfoques de valoración preferencias implícitas
 - A. Cambios en la productividad
 - B. Costos de oportunidad
 - C. Costos de reemplazo, restauración
 - D. Costos de enfermedad
2. Enfoques de valoración preferencias reveladas
 - A. Gastos preventivos / mitigadores
 - B. Costo de viaje
 - C. Precios Hedónicos
3. Enfoques de valoración preferencias declaradas
 - A. Valoración contingente

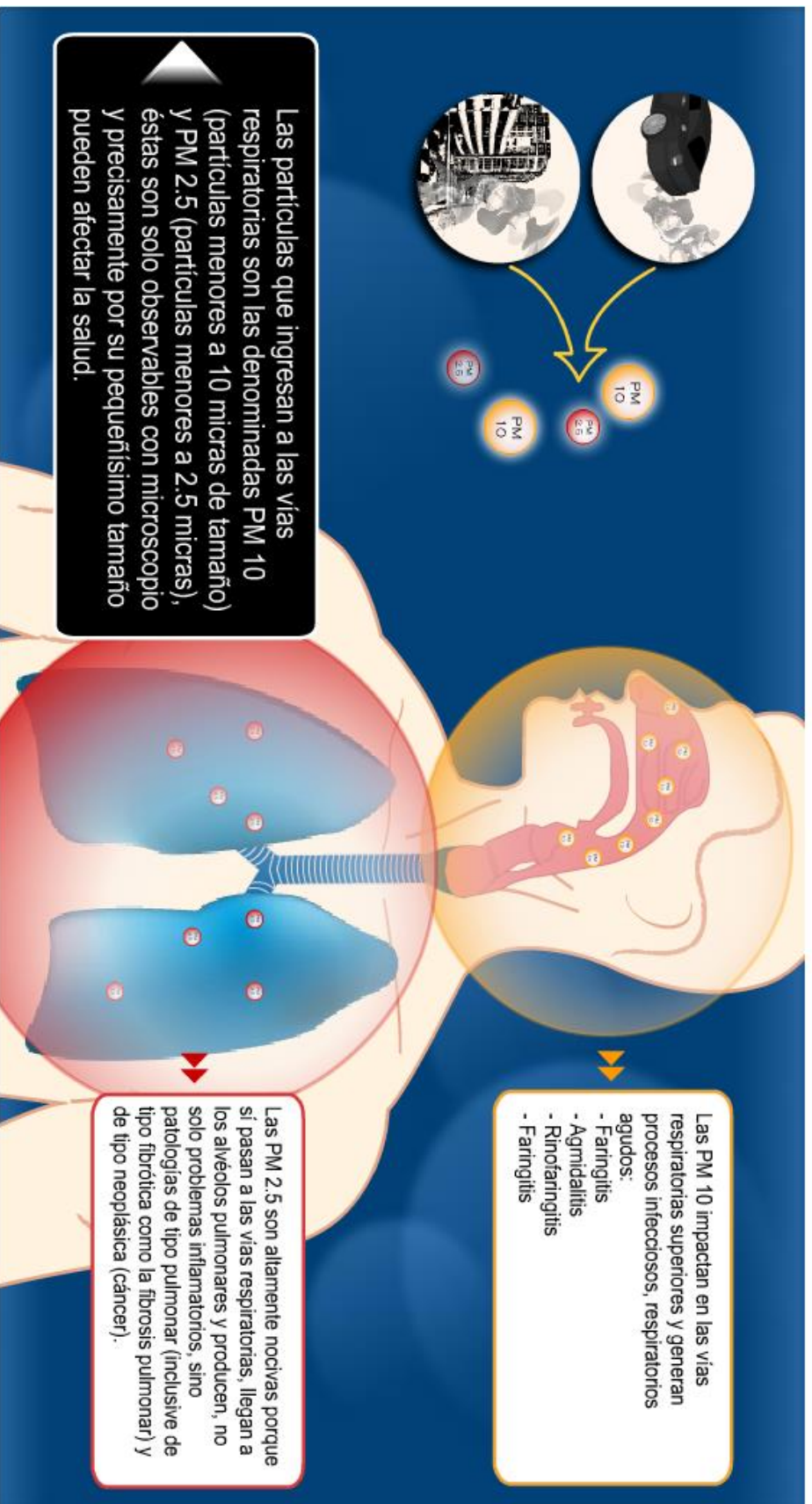
Ejemplo Costo enfermedad

- Usualmente utilizada para valorar el costo de la morbilidad relacionada con la contaminación.
- Relaciona niveles de contaminación con grados de efectos sobre la salud, por lo que es necesario que la relación causa – efecto sea claramente identificable.
- Se incluyen los costos por atención médica, pérdida de salarios por enfermedad, y otros relacionados.
- Es útil cuando la enfermedad es relativamente corta, sencilla y no tiene impactos negativos en el largo plazo.

Antecedentes - Contaminación local

Daño a la salud de las personas

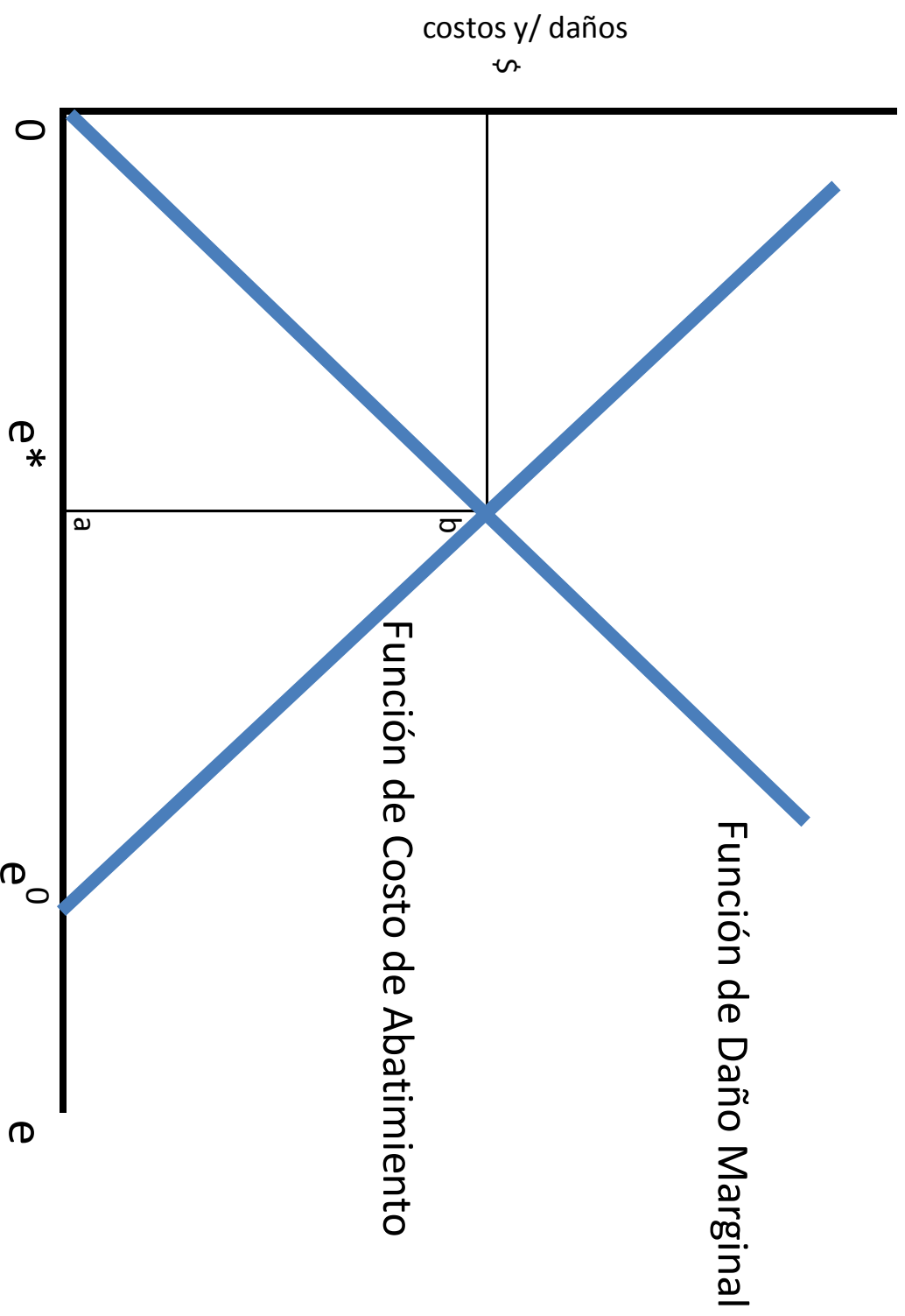
- Morbilidad: enfisema pulmonar, asma, arritmia, etc.
- Mortalidad por enfermedades cardiorespiratorias.



Instrumentos Económicos

- Instrumentos de precios: tarifas, cargos o tasas, e impuestos por contaminación, subsidios (y fondos ambientales) y compensaciones.
- Instrumentos de cantidad: Derechos transables para el uso del agua y Derechos transables para la contaminación.
- Pago por servicios ambientales (PSA)

Contaminación o calidad ambiental óptima



	Cargos	Impuestos	Subsidios	SDR	PET	Acuerdos voluntarios
Alemania	1		3			
Australia	44	21	1		2	7
Austria	1					
Bélgica	3	5	27		2	6
Canadá	24	1	13	1	1	8
Chile			3	2		6
Corea	22		6			5
Dinamarca	4	22	17			20
Eslovaquia		13	5			19
Eslovenia		1	5			
España		31	3			
Estonia	2	25	11			11
Finlandia	3	1	8			
Francia		7	4			
Grecia	1		2			
Holanda		5	14			1
Hungría	2	11				
Israel	4		1			1
Italia		3	3			9
Japón			3			
Luxemburgo		1				
México	1		6			
Noruega	1	3		1		
Nueva Zelanda			5		1	1
Polonia		20	5	2		
R. Checa	1	12	42			66
Suecia	1	8	11			
Suiza			6		1	
Turquía	2	1	1			
UK			3			1
USA	16	58	70		3	
Ponce y Vásquez, 2016	133	249	278	6	10	161

Ejemplos exitosos en el Mundo

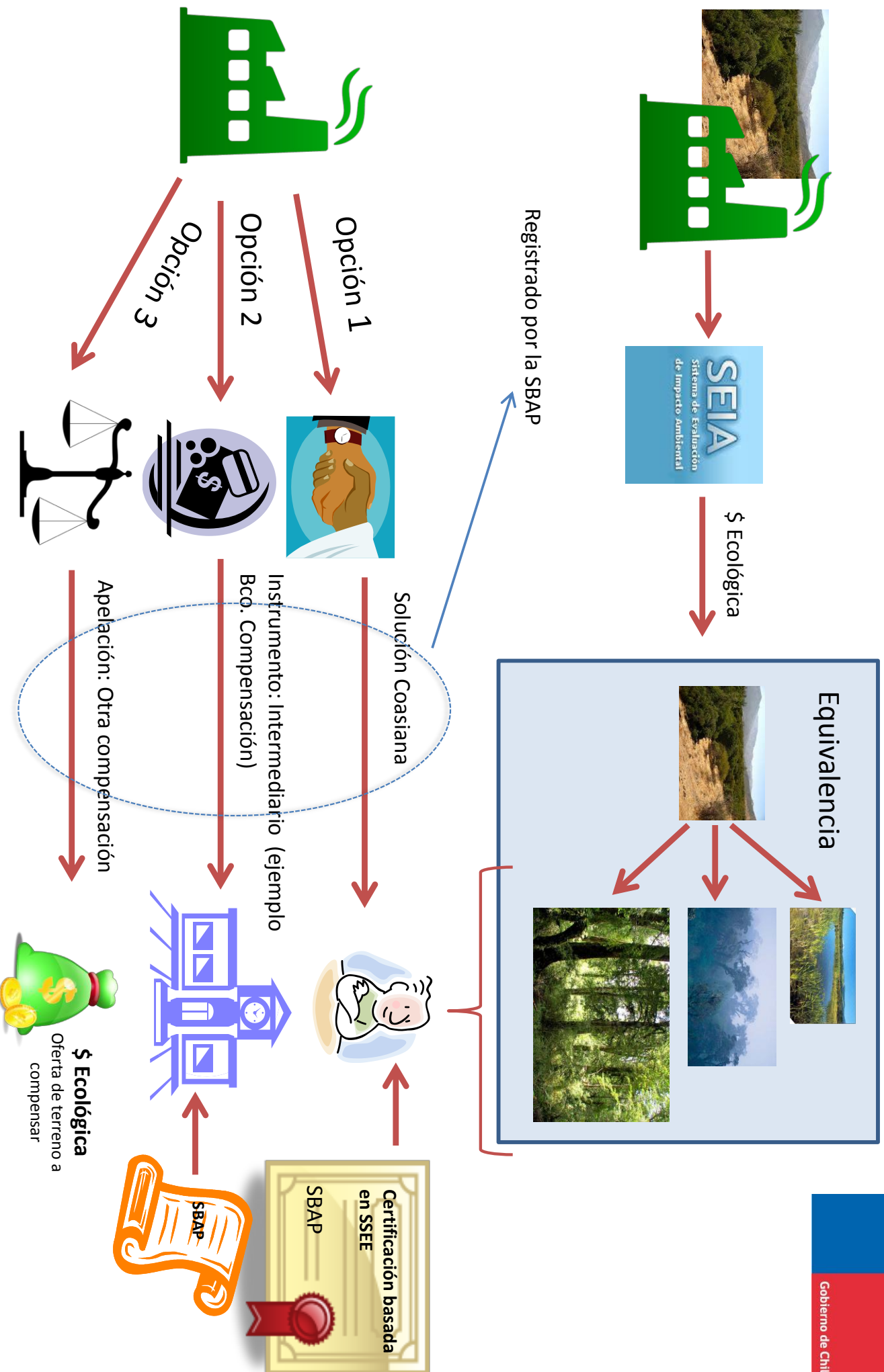
Tipo de Instrumento	Nombre del programa	País
Impuesto ambiental	1) Impuesto a los pesticidas. 2) Impuesto por descargas en cuerpos de agua (WLF por sus siglas en inglés).	Dinamarca Hungría
Impuestos y cargos	3) Impuesto a los efluentes. 4) Aumento en el cargo por contaminación de la cuenca del río Serpis. 5) Cargos por extracción de agua y pagos compensatorios en Baden – Württemberg.	Alemania España Alemania
Permisos transables para contaminar	6) Compensación de salinidad en Australia. 7) Programa de créditos de la calidad del agua de la Cuenca del Río Great Miami, Ohio. 8) Permisos transables de nitrógeno en el Río Neuse de Carolina del Norte.	Australia USA USA
PES voluntarios	9) Acuerdos cooperativos entre compañías proveedoras de agua y agricultores en Dorset. 10) Programa agrícola de cuencas en New York City.	UK USA

Ejemplos en países en desarrollo

- **África** **América Central y el Caribe** • **América** **del** • **América del Sur** • **Asia**
Norte

-
- Kenia (2) • Costa Rica (8) • México (4) • Bolivia (3) • China (4)
 - Sudáfrica (3) • El Salvador (4) • Brasil (1) • Filipinas (5)
 - Tanzania (1) • Guatemala (4) • Colombia (4) • India (3)
 - Uganda (1) • Honduras (3) • Ecuador (6) • Indonesia (3)
 - Proyecto que involucran más de un país (2) • Nicaragua (2) • Perú (1) • Pakistán (1)
 - Proyecto que involucran más de un país (2) • R. Dominicana (1) • Proyecto que involucran más de un país (1)
 - Proyecto que involucran más de un país (2) • Proyecto que involucran más de un país (2)
-

Un Banco de Compensación, ejemplo



Matriz de Equivalencias

Ecosistemas



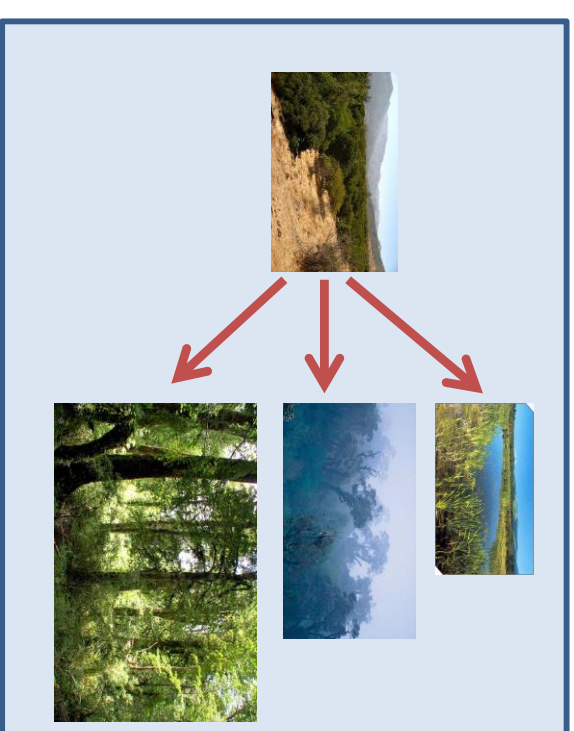
Funciones
Ecosistémicas



Servicios
Ecosistémicos



Equivalencias
\$ Ecológica



Cálculo de equivalencias

Criterios Equivalencias

1. Prioridades de Política Pública
2. Conservación Biodiversidad
3. Fragmentación
3. Localización
4. Equidad ambiental
5. Comunidades Locales (indígenas)
6. Cambio Climático

Conclusión

- La gestión sustentable de los recursos hídricos es el principal desafío de Chile
- El enfoque ecosistémico permite proteger ecosistemas reconociendo sus valores de uso y no uso, relacionado con sus funciones ecosistémicas.
- Los instrumentos económicos son un instrumento complementario, a otros instrumentos de gestión ambiental.
- La valoración económica es un mecanismo para reconocer el valor económico y social de los servicios ecosistémicos.