



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LOS ACUERDOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA COMO POLÍTICA  
PÚBLICA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERIA CIVIL QUÍMICA

AURORA CATERINA LEYTON ROSSI

PROFESOR GUÍA:  
FELIPE DÍAZ ALVARADO

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
JUAN LADRÓN DE GUEVARA GONZÁLEZ  
FRANCISCO GRACIA CAROCA

Este trabajo ha sido apoyado por el Consejo Nacional de Producción Limpia

SANTIAGO DE CHILE  
2017

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE: Ingeniera Civil Química  
POR: Aurora Caterina Leyton Rossi  
FECHA: 30 de junio de 2017  
PROFESOR GUÍA: Felipe Díaz Alvarado

## EVALUACIÓN DE LOS ACUERDOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA COMO POLÍTICA PÚBLICA

La producción limpia es una estrategia de gestión productiva y ambiental, cuyo enfoque es la prevención de la contaminación. En Chile, su principal herramienta de aplicación son los Acuerdos de Producción Limpia (APL), convenios voluntarios entre el sector público y privado, que buscan mejorar el rendimiento ambiental de las empresas por medio de metas y acciones específicas. El objetivo de este trabajo es realizar una evaluación de los APL, considerando aspectos ambientales, económicos y sociales.

Se seleccionó una muestra de 34 acuerdos y se determinaron criterios de evaluación en base a experiencias similares, tanto nacionales como internacionales. La evaluación consistió en una comparación de escenarios antes y después de la implementación de los acuerdos.

En el ámbito ambiental, el análisis se centró en 4 indicadores: consumo de agua, consumo de energía, gestión de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), obteniendo una variación promedio por APL de 1,8%, -0,43%, 26,86% y 11,10%, respectivamente. Esto equivale a una reducción de 3.000.000 [m<sup>3</sup>] en el consumo de agua, 200.000 [MWh] en el consumo de energía, 120.000 [ton] en la generación de residuos sólidos y 2.000.000 [tCO<sub>2eq</sub>] en las emisiones de gases de efecto invernadero, además de un aumento de 5.000.000 [ton] en el tratamiento de residuos sólidos.

En términos económicos, se midió, a grandes rasgos, la conveniencia para las empresas de invertir en la implementación de los acuerdos., por medio de 2 enfoques. Para el primero se consideraron los costos operacionales de las empresas involucradas, obteniendo un VAN de 1.500.000.000 [UF], mientras que, para el segundo, se estimó el ahorro privado asociado a la variación de los indicadores ambientales, que resultó en un VAN de 3.200.000 [UF]. La inversión total fue de 5.100 [UF], lo que implica que las empresas no se vieron perjudicadas económicamente por la inversión generada.

En cuanto a la evaluación social, se determinó el número de trabajadores capacitados, que correspondió a cerca del 70% del total de trabajadores de las empresas adheridas.

Se puede observar que los APL son beneficiosos, tanto al medio ambiente, como a las empresas. Esto pues se redujeron impactos ambientales, a la vez que las empresas percibieron ahorros económicos. Esto muestra que los acuerdos son una forma eficiente de implementar la política de producción limpia en el país, impulsando la cooperación entre el sector público y el privado.

Como recomendaciones, se observa que existe un margen para presentar objetivos más ambiciosos, buscando mejorar aún más el rendimiento ambiental. También se destaca la importancia de impulsar metas de eficiencia energética.

*A mi hermano Rodrigo, quien me inculcó el afán por aprender, conocer y comprender. Siempre has sido mi principal inspiración.*

## Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, pues son mi pilar y mi fortaleza. A mi mamá, Eleonora, y mi papá Renato, por apoyarme en cada paso que di y dejarme la libertad de seguir mis sueños. A mi hermana Emma, que me da esperanza de un futuro mejor, y a mi hermano Rodrigo, que siempre ha sido mi compañero en esta vida. A mis tatas, Hugo y Elsa, por ser un ejemplo de vida, y a mi Yoya, que me entiende como nadie. A todos mis tíos y tías, que siempre me han llenado de cariño y enseñanzas, y a mis primos y primas, que también son mis hermanos: Muri, Ale, Mauri, Gio, los Oliva, Eric, Fer, Sofi y todos los peques. A Lorna, por ayudarme a crecer y siempre estar ahí para mí. Y a todos los demás, sin ustedes no sería quién soy, los quiero más que a nada en el mundo y lo que más aspiro es a que estén orgullosos de mí.

También quiero agradecer a mis amigos. A los más antiguos y a los más nuevos. A toda la gente maravillosa que conocí en Beauchef. A aquellos con quienes trabajé en las comisiones y en las movilizaciones, gracias por mostrarme que se pueden hacer cambios y que siempre habrá alguien luchando por un mundo mejor. A mis amigos de Plan Común, por acompañarme en esos primeros y difíciles años. A la gente de IQBT, por recibirme con los brazos abiertos y permitirme ser parte de esta hermosa comunidad. A mi querida Pandilla, con ustedes puedo ser quien realmente soy, son personas increíbles. En especial, quiero agradecer a Ricardo, por su infinito apoyo y paciencia. Haces que mis días sean más luminosos y las horas más llevaderas.

Quiero agradecer a mi comisión por su apoyo en este trabajo. A la gente del CPL, por permitirme realizar mi memoria con ustedes y ser tan comprensivos con los altibajos que se dieron durante la experiencia. Y en especial, gracias a Felipe, mi profesor guía, por no sólo ser un gran docente sino también un gran amigo. Gracias por apoyar siempre a los estudiantes, por abrir espacios para realizar cambios, por confiar en nosotros. Gracias por mostrarme que podía hacer mi propio camino en la carrera y por haberme ayudado a llegar hasta aquí.

En fin, agradezco a todas y cada una de las personas con quienes compartí en esta travesía llamada Beauchef, todos tienen un lugar especial en mis recuerdos y en mi corazón, de alguna u otra forma. El camino hasta aquí no ha estado libre de obstáculos, pero no he tenido que sortearlos sola, y por eso les digo ¡gracias!

# Tabla de Contenido

1.	Introducción.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.1.1	Producción limpia.....	1
1.1.2	Producción limpia en Chile.....	2
1.2	Propósito del trabajo.....	11
1.3	Objetivos.....	12
1.3.1	Objetivo general.....	12
1.3.2	Objetivos específicos.....	12
1.3.3	Alcances.....	12
2.	Determinación de parámetros de evaluación.....	13
2.1	Selección de variables.....	13
2.1.1	Experiencia internacional.....	13
2.1.2	Experiencia nacional.....	14
2.1.3	Criterios de evaluación de la OECD.....	15
2.2	Selección de categorías.....	17
2.3	Definición de la muestra.....	17
3.	Evaluación ambiental.....	19
3.1	Metodología: efectividad ambiental.....	19
3.2	Resultados ambientales.....	21
3.2.1	Consumo de agua.....	21
3.2.2	Consumo de energía.....	24
3.2.3	Gestión de residuos.....	25
3.2.4	Emisiones de gases de efecto invernadero.....	28
3.2.5	Rendimiento ambiental.....	30
4.	Evaluación económica.....	32
4.1	Metodología: Eficiencia económica.....	32
4.2	Resultados económicos.....	33
5.	Evaluación social.....	36
5.1	Metodología: Efectos de innovación y aprendizaje.....	36
5.2	Resultados sociales.....	36
6.	Rendimiento global.....	39
6.1	Cumplimiento de metas.....	41
7.	Conclusiones.....	43

8.	Recomendaciones .....	44
9.	Glosario .....	45
10.	Bibliografía.....	46
11.	Anexos.....	55
	Anexo A. Detalle selección de variables.....	55
	Anexo B. Clasificación de los APL seleccionados .....	59
	Anexo C. Memoria de cálculo para la estimación del impacto ambiental.....	70
	C.1 Generación escenario base .....	70
	C.2 Estimación del consumo de agua.....	71
	C.3 Estimación del consumo de energía.....	78
	C.4 Estimación de la gestión de residuos.....	83
	C.5 Estimación de emisiones GEI .....	89
	C.6 Desempeño global .....	93
	Anexo D. Memoria de cálculo para la estimación del impacto económico .....	94
	D.1 Enfoque basado en flujos industriales .....	94
	D.2 Enfoque basado en el ahorro privado .....	100
	Anexo E. Memoria de cálculo para la estimación del impacto social .....	108
	Anexo F. Estimación rendimiento global .....	110

## Índice de tablas

Tabla 1. NAMAs chilenas registradas y la institución a cargo de su implementación .....	10
Tabla 2. Acuerdos de Producción Limpia seleccionados para la evaluación .....	18
Tabla 3. Resumen impacto ambiental.....	30
Tabla 4. Valores monetarios de los impactos de 34 APL.....	39
Tabla 5. Rendimiento sectorial de los 34 acuerdos seleccionados .....	40
Tabla 6. Rendimiento por tamaño de los 34 acuerdos seleccionados .....	40
Tabla 7. Rendimiento anual de los 34 acuerdos seleccionados .....	41
Tabla 8. Criterios presentes en cada fuente bibliográfica. El 1 indica que el criterio se utiliza, y el 0 que no. ....	55
Tabla 9. Acuerdos a evaluar, según clasificación CIIUv4 .....	59
Tabla 10. APL seleccionados según año, n° de empresas, n° de instalaciones y tamaño. (G: Empresa grande, M: mediana, P: pequeña y m: micro).....	64
Tabla 11. Porcentajes de crecimiento anual del PIB y de diversos sectores .....	70
Tabla 12. Valores Unidad de Fomento (UF) utilizados.....	72
Tabla 13. Resultados de evaluación ambiental.....	73
Tabla 14. Resultados evaluación consumo de energía .....	78
Tabla 15. Resultados generación de residuos .....	83
Tabla 16. Resultados tratamiento de residuos .....	84
Tabla 17. Resultados estimación emisiones GEI.....	89
Tabla 18. Costo social de las emisiones de gases de efecto invernadero reducidas.....	90
Tabla 19. Indicador ambiental global .....	93
Tabla 20. Datos utilizados para estimar los flujos de caja.....	95
Tabla 21. Inversión y VAN de cada APL.....	99
Tabla 22. Tarifas de consumo de agua .....	100
Tabla 23. Ahorro privado por disminución en consumo de agua.....	101
Tabla 24. Valores necesarios para el cálculo del ahorro monetario de energía.....	102
Tabla 25. Análisis de sensibilidad para el costo privado del ahorro por consumo de energía, variando el precio de la electricidad industrial .....	103
Tabla 26. Costo privado de la gestión de residuos .....	104
Tabla 27. Costo privado del impacto de las emisiones GEI.....	105
Tabla 28. Resultados obtenidos para el cálculo del VAN en base al ahorro privado de los indicadores ambientales. Se consideran los escenarios generados para el precio de la energía..	106
Tabla 29. Datos relativos a capacitaciones para 25 acuerdos.....	108
Tabla 30. Indicador global para cada APL .....	110

## Índice de figuras

Figura 1. Línea de tiempo del CPL .....	6
Figura 2. Jerarquía en el manejo de residuos, según la Ley REP .....	7
Figura 3. Desarrollo de un APL .....	9
Figura 4. Criterios utilizados en bibliografía. Los estudios internacionales evalúan experiencias en Colombia, Japón, Australia, Estados Unidos, Canadá y numerosos países europeos .....	15
Figura 5. Indicadores ambientales más utilizados .....	16
Figura 6. Alternativas de evaluación de acuerdos voluntarios según la EEA .....	20
Figura 7. Porcentaje de variación en el consumo de agua para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector y PIB), para 20 APL .....	22
Figura 8. Porcentaje de variación en el consumo de agua para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector y PIB) para 19 APL, excluyendo al acuerdo N°28 .....	22
Figura 9. Porcentaje de variación en el consumo de energía para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector y PIB), para 20 APL .....	24
Figura 10. Porcentaje de variación en la generación de residuos para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector, PIB), para 14 APL .....	26
Figura 11. Porcentaje de variación en el tratamiento de residuos sólidos para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector, PIB), para 10 APL .....	26
Figura 12. Porcentaje de variación en el tratamiento de residuos sólidos para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector, PIB) para 9 APL, excluyendo al acuerdo N°19 .	27
Figura 13. Porcentaje de variación en las emisiones de gases de efecto invernadero para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector, PIB), para 7 APL .....	29
Figura 14. Valor Actual Neto (VAN) sobre inversión para 30 APL, estimado en base a ingresos y costos operacionales .....	33
Figura 15. Valor Actual Neto (VAN) sobre la inversión para 12 APL, estimados en base al costo privado de los indicadores ambientales. No poseen datos de consumo de energía .....	34
Figura 16. Valor Actual Neto (VAN) sobre inversión para 18 APL, estimados en base al costo privado de los indicadores ambientales. Se incluyen 3 escenarios generados en base a un análisis de sensibilidad sobre el precio de la electricidad .....	35
Figura 17. Número de trabajadores capacitados por APL para 25 acuerdos .....	37
Figura 19. Comparación del N° de APL por año, entre la muestra y los últimos 116 APL .....	68
Figura 20. Comparación del N° de APL por sector, entre la muestra y los últimos 116 APL .....	69
Figura 21. Consumo de agua de los APL 11, 16, 19, 25, 28 y 29 .....	74
Figura 22. Consumo de agua de los APL 36, 37, 38, 39, 40 y 44 .....	75
Figura 23. Consumo de agua de los APL 45, 47, 50, 53, 60 y 63 .....	76
Figura 24. Consumo de agua de los APL 67 y 85 .....	77
Figura 25. Consumo de energía de los APL 28, 29, 35, 36, 37 y 38 .....	79
Figura 26. Consumo de energía de los APL 39, 40, 44, 45, 47 y 55 .....	80
Figura 27. Consumo de energía de los APL 60, 62, 63, 67, 69 y 74 .....	81
Figura 28. Consumo de energía de los APL 80 y 85 .....	82
Figura 29. Gestión de residuos de los APL 11, 16, 19, 20, 22 y 26 .....	85
Figura 30. Gestión de residuos de los APL 29, 32, 36, 37, 38 y 39 .....	86
Figura 31. Gestión de residuos de los APL 40, 41, 47, 48, 60 y 63 .....	87
Figura 32. Gestión de residuos de los APL 67, 80 y 85 .....	88
Figura 33. Resultados reducción de emisiones GEI de los APL 16, 24, 25, 26, 28 y 35 .....	91
Figura 34. Resultados reducción de emisiones GEI para el APL 80 .....	92

# 1. Introducción

## 1.1 Antecedentes

La contaminación se define como la presencia de sustancias que no se presentan de forma natural, o cuya concentración es mayor a lo esperado, mientras que la polución se conoce como contaminación que causa efectos adversos en los ecosistemas [1]. Existen diversos tipos de polución: al aire, agua, suelos, ruido, luminosidad, radiación, entre otras [2]. En la actualidad, la polución se presenta como un problema que enfrenta la sociedad, en la forma de calentamiento global, degradación de ecosistemas, daños a la salud, etc. [2].

Entre los factores que causan la polución se tiene a los residuos. Estos se definen como materiales que no corresponden al producto que se intentaba generar, que no tienen uso para el productor, o bien, de los que se quiere disponer. Existen distintos tipos de residuos, como biológicos, industriales y domiciliarios, entre otros [3].

Cada año, cerca de 11.200 millones de toneladas de residuos se recolectan a nivel mundial, y la descomposición de la fracción orgánica contribuye alrededor de un 5% a las emisiones globales de gases de efecto invernadero [4].

Un ineficiente o nulo tratamiento de residuos causa polución al aire, agua y suelo. También se generan malos olores y problemas de visibilidad, y se atraen vectores, propiciando infecciones y transmisión de enfermedades. Así, se daña a los ecosistemas y se pone en riesgo a la salud de los seres humanos [4] [5]. Es por esto que se requiere de estrategias de control y tratamiento de residuos.

### 1.1.1 Producción limpia

La producción limpia tiene sus orígenes en el concepto de prevención de la contaminación (*pollution prevention*), que se define como una estrategia de gestión ambiental enfocada en la reducción o eliminación de residuos en su fuente de generación. Es decir, busca detener la contaminación antes de que se produzca [6].

Desde la década de los '70 se han desarrollado programas enfocados a la prevención de la contaminación industrial. Por ejemplo, en el año 1975, 3M generó un programa en respuesta al incumplimiento de estándares de calidad del aire y del agua, buscando mejorar su control de la contaminación [7]. Otras empresas que tenían programas similares eran DuPont, Dow Chemical y Chevron, que no sólo les generaba beneficios ambientales, sino que también económicos [8].

Hacia 1987, la OECD<sup>1</sup> había acuñado el término tecnología limpia (*clean technology*), que cambia a producción limpia (*clean production*) en un encuentro de la UNEP<sup>2</sup> en París, realizado en 1989.

---

<sup>1</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development.

<sup>2</sup> United Nations Environment Programme.

Este cambio se debe a la consideración de que el concepto de tecnología no abarcaba las directrices planteadas para avanzar hacia un desarrollo sostenible<sup>3</sup>. Así, se definió a la producción limpia como una “estrategia de producción que requiere que todas las etapas del ciclo de vida de un producto o proceso tengan como objetivo el prevenir o minimizar riesgos sobre los humanos y el medio ambiente, tanto a corto como a largo plazo” [8]. En el año 1996 se incluyó a los servicios dentro de esta definición [7].

Posteriormente, el término pasó a ser producción más limpia (*cleaner production*), puesto que todo proceso genera impactos sobre el medio ambiente, no siendo limpio *per se*. El concepto indica un progreso en el desempeño ambiental de las industrias y sistemas productivos [8].

En el año 1990 comienza el programa de producción limpia de la UNEP, mientras que en 1994 se genera un programa conjunto entre la UNEP y UNIDO<sup>4</sup> sobre eficiencia de recursos y producción limpia (RECP, por su sigla en inglés<sup>5</sup>) [9][10]. Este programa se enfoca en la aplicación continua de estrategias ambientales preventivas a procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia y reducir el riesgo a los seres humanos y el medio ambiente [10]. Entre 1994 y 2007 se gestaron 37 centros y programas nacionales de producción limpia por medio de RECP [9].

Por otro lado, en el contexto de la búsqueda de diversas naciones por avanzar hacia un desarrollo sostenible es que en 1992 se lleva a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED, por su sigla en inglés<sup>6</sup>) también llamada Cumbre de la Tierra (*Earth Summit*), en Río de Janeiro, Brasil. En ella se redactó un documento conocido como Agenda 21, donde se sentaron precedentes para avanzar de manera global hacia un desarrollo sostenible. Uno de los puntos mencionados en Agenda 21 es la producción limpia, en el contexto del manejo de residuos y de la integración de la industria en las políticas ambientales [11].

### 1.1.2 Producción limpia en Chile

Entre los años 1993 y 1996 se llevó a cabo el proyecto EP3 (*Environmental Pollution Prevention Project*) impulsado por la Agencia por el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (USAID, por su sigla en inglés<sup>7</sup>) a través de la Cámara de Comercio chileno-estadounidense, que buscaba impulsar la prevención de la contaminación y la producción limpia en Chile, por medio de la entrega de conocimiento y tecnología. Se trabajó en conjunto con la empresa Qualitek, el CIPMA (Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente) y la CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente) [12].

A través de este proyecto se llegó a la industria textil, curtiembre, metalúrgica, química y farmacéutica [12], completando 26 diagnósticos (PPDA, por su sigla en inglés<sup>8</sup>). Las empresas invirtieron 1,4 millones de dólares, obteniendo ahorros de 1,9 millones de dólares [13].

---

<sup>3</sup> Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades [109]. También se entiende como una forma de desarrollo que busca el balance entre diferentes necesidades en función de las limitaciones ambientales, sociales y económicas que enfrenta la sociedad [110].

<sup>4</sup> United Nations Industrial Development Organization.

<sup>5</sup> Resource Efficient and Cleaner Production.

<sup>6</sup> United Nations Conference on Environment and Development.

<sup>7</sup> United States Agency for International Development.

<sup>8</sup> Pollution Prevention Diagnostic Assessments.

En función de lo anterior, y basados en los compromisos de Agenda 21, es que el Gobierno de Chile decide impulsar la política de fomento a la producción limpia, como componente básico de la política de desarrollo productivo del país, por medio de un documento que sienta directrices para el período 1997 – 2000. Su objetivo general es “catalizar, incentivar y facilitar el aumento de la competitividad y el desempeño ambiental de las empresas, apoyando el desarrollo de la gestión ambiental preventiva para generar procesos de producción más limpios, incluyendo el uso eficiente de la energía y el agua” [14].

Los lineamientos de la política de producción limpia se centraban en 4 áreas [14]:

1. Integración, adaptación y desarrollo de instrumentos de fomento a la producción limpia.
2. Cooperación para el impulso de la producción limpia.
3. Fortalecimiento de la infraestructura tecnológica y de información.
4. Fortalecimiento de la gestión y coordinación pública.

Cabe destacar que en el segundo punto se incluye la formación de un comité público-privado de producción limpia y la promoción de acuerdos voluntarios de producción limpia, que pasarían a ser el CPL y los APL<sup>9</sup>, respectivamente.

Buscando actualizar el desarrollo de la producción limpia en Chile, en el año 2001 se elaboró la “Política Nacional de Fomento a la Producción Limpia”, a ser ejecutada entre los años 2001 y 2005, donde se describe esta estrategia como el “eslabón que articula la política ambiental con la política de desarrollo productivo”. Su objetivo general busca “generar y consolidar una masa crítica de actores públicos y privados que produzcan en forma limpia y promuevan el uso de esta estrategia, con el fin de minimizar la contaminación y aumentar la competitividad de las empresas” [15].

Este documento incluía 7 dimensiones para cumplir dicho objetivo [15]:

1. Impulsar la cooperación público-privada para el fomento de la producción limpia.
2. Perfeccionamiento y simplificación del marco regulatorio que incentive y facilite la prevención de la contaminación.
3. Desarrollar instrumentos de incentivo a la producción limpia.
4. Desarrollo de capacidades en producción limpia.
5. Acción internacional.
6. Hacia una cultura de la producción limpia.
7. Seguimiento, evaluación y control de la política.

La política buscaba desarrollar y fortalecer los APL, junto con la capacidad de articulación entre el sector público y el privado [15].

Terminado este período, se desarrolla la “Política de Producción Limpia al 2010”, a ser ejecutada entre los años 2006 y 2010. Esta agenda apunta a profundizar y avanzar con respecto a la política anterior, en base a la experiencia y resultados de los instrumentos implementados, donde destacan los APL, y otras acciones desarrolladas en un marco de cooperación público-privada liderado por el CPL [16].

---

<sup>9</sup> Consejo Nacional de Producción Limpia y Acuerdos de Producción Limpia.

Así, se tiene que el objetivo general de la política se centra en “progresar sistemática y eficazmente en la implementación de las prácticas de producción limpia en la gestión de los actores privados y públicos a nivel nacional, en el marco de la cooperación público privada, con el fin de lograr mayor sustentabilidad, modernización productiva y competitividad de las empresas” [16].

Para ello, se plantean 3 metas al 2010: Comprometer 2.000 nuevas empresas, principalmente PyMEs, en Acuerdos de Producción Limpia; 600 empresas PyME certificadas en Acuerdos de Producción Limpia; y organización en todas las regiones del país para la implementación de la producción limpia [16].

Se busca cumplir dichas metas en base al desarrollo de 9 líneas de acción estratégicas [16]:

1. Cooperación público-privada.
2. Desarrollo de capacidades en producción limpia.
3. Desarrollo de Acuerdos de Producción Limpia.
4. Incorporación de los APL en el marco regulatorio ambiental.
5. Desarrollo e implementación de incentivos para la producción limpia.
6. Promoción del enfoque de la producción limpia, en los diversos instrumentos de gestión pública ambiental.
7. Cobertura nacional de la producción limpia.
8. Desarrollo de cultura y difusión en producción limpia.
9. Proyección internacional.

La tarea esencial era definir la forma en que los APL se incluyesen en el marco regulatorio ambiental para que ser reconocidos en la definición de medidas de producción limpia, otorgando un reconocimiento legal a las empresas en su intento de incrementar su gestión ambiental y sanitaria [16].

En el 2010 se promulga la Ley 20.416 “Fija Normas Especiales para las Empresas de Menor Tamaño”, cuyo Artículo Décimo establece la Ley de Acuerdos de Producción Limpia [17].

En el año 2011 se presenta la “Agenda de Producción Limpia hacia el 2020”, que sienta las bases para el desarrollo de la política nacional de producción limpia en esta década. Dicha política se centra en una visión a 2020 que dice lo siguiente: “Chile mejora sus indicadores de sustentabilidad expresados en gestión productiva y ambiental a través de la movilización de la mayor parte de las empresas productivas hacia un estado de compromiso superior con la producción limpia” [18].

Para ello se proponen 7 metas: 60% de las empresas se declaran parcialmente o completamente comprometidas con la producción limpia; 50% de las miPyME logran certificación en producción limpia; los APL son evaluados en su aporte a la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI); generación de programas de difusión de tecnologías limpias en sectores productivos relevantes: silvoagropecuario, pesca y acuicultura, construcción, turismo, comercio y servicios e industria manufacturera; desarrollo de alianzas con los sectores relevantes para monitorear, capturar y difundir Mejores Técnicas Disponibles (MTD); 80% de empresas PyME que suscriben a los APL y son apoyadas por instrumentos públicos cumplen con normativa ambiental [18].

Dichas metas se buscan cumplir en base a 4 ejes de desarrollo de la política [18]:

1. Acuerdos de Producción Limpia y certificación
2. Asistencia técnica y apoyo a la inversión en producción limpia para la PyME
3. Innovación y tecnologías limpias.
4. Difusión y formación de capacidades.

En la actualidad se encuentra en ejecución la “Agenda de Producción Limpia 2014 – 2018”, cuyo objetivo es “contribuir al desarrollo sustentable de Chile a través de la producción limpia en las empresas” [19].

Para ello se definen 3 líneas estratégicas [19]:

1. Incorporar la producción limpia en las empresas chilenas, contribuyendo a mejorar a su productividad y competitividad.
2. Se promoverá la creación de entornos favorables, en que las empresas, en su vinculación con la comunidad y el medio ambiente, logren acuerdos y beneficios colectivos.
3. Se promoverá una cultura de producción limpia en la sociedad chilena, específicamente en las empresas y en los emprendedores.

Tales líneas se definen con el fin de cumplir las siguientes metas:

1. Al menos 4.000 nuevas empresas adheridas a nuevos Acuerdos de Producción Limpia, duplicando el total de adhesiones de los últimos 3 periodos<sup>10</sup>.
2. La certificación de al menos el 60% de las empresas que adhieran a los nuevos APL.
3. Al menos 6 regiones con sus programas de producción limpia implementados, prestando asesorías e instalando capacidades permanentes y centros de transferencia.
4. Nuevas oportunidades de financiamiento para la incorporación de tecnologías limpias en las empresas, a través de líneas CORFO y otras fuentes complementarias.
5. Nuevo marco de construcción de acuerdos entre las empresas y sus comunidades, para alcanzar altos estándares socioambientales, desde etapas tempranas, disponible de manera permanente.
6. Gestión sustentable de al menos 3 territorios, incluidas sus cuencas, a través de la construcción de acuerdos entre las empresas, las autoridades locales y sus comunidades.
7. Difusión de las oportunidades de la producción limpia en al menos 100.000 micro empresarios y emprendedores, principalmente de regiones.
8. 5.000 micro empresarios y emprendedores capacitados en ámbitos de la producción limpia y sus modelos de gestión.
9. Creación de una plataforma de indicadores de sustentabilidad orientada a la toma de decisiones de empresas.
10. Difusión de 10 casos de empresas chilenas exitosas en la aplicación de prácticas de producción limpia.

---

<sup>10</sup> Estos períodos se consideran de 4 años, y el primero comprende a los años 2002 – 2005 [19].

### 1.1.2.1 Consejo Nacional de Producción Limpia

El Comité Público-Privado de Producción Limpia se crea en 1997 para gestar los primeros lineamientos de esta política en Chile. En 2001 pasa a ser el actual CPL<sup>11</sup>, establecido como un comité de CORFO, presidido por el Ministerio de Economía, e integrado por representantes tanto del sector público como del privado [20].

El CPL es el ente responsable de la formulación, seguimiento y coordinación de las políticas públicas en esta área [16]. Su principal instrumento son los APL, pero también destaca el fomento de otros acuerdos voluntarios, que involucran a la comunidad con entidades públicas y privadas en la implementación de iniciativas que contribuyan a un desarrollo sustentable en un territorio o cuenca hidrográfica [21].

En la Figura 1 se muestra una línea de tiempo con los principales hitos de la historia del CPL.

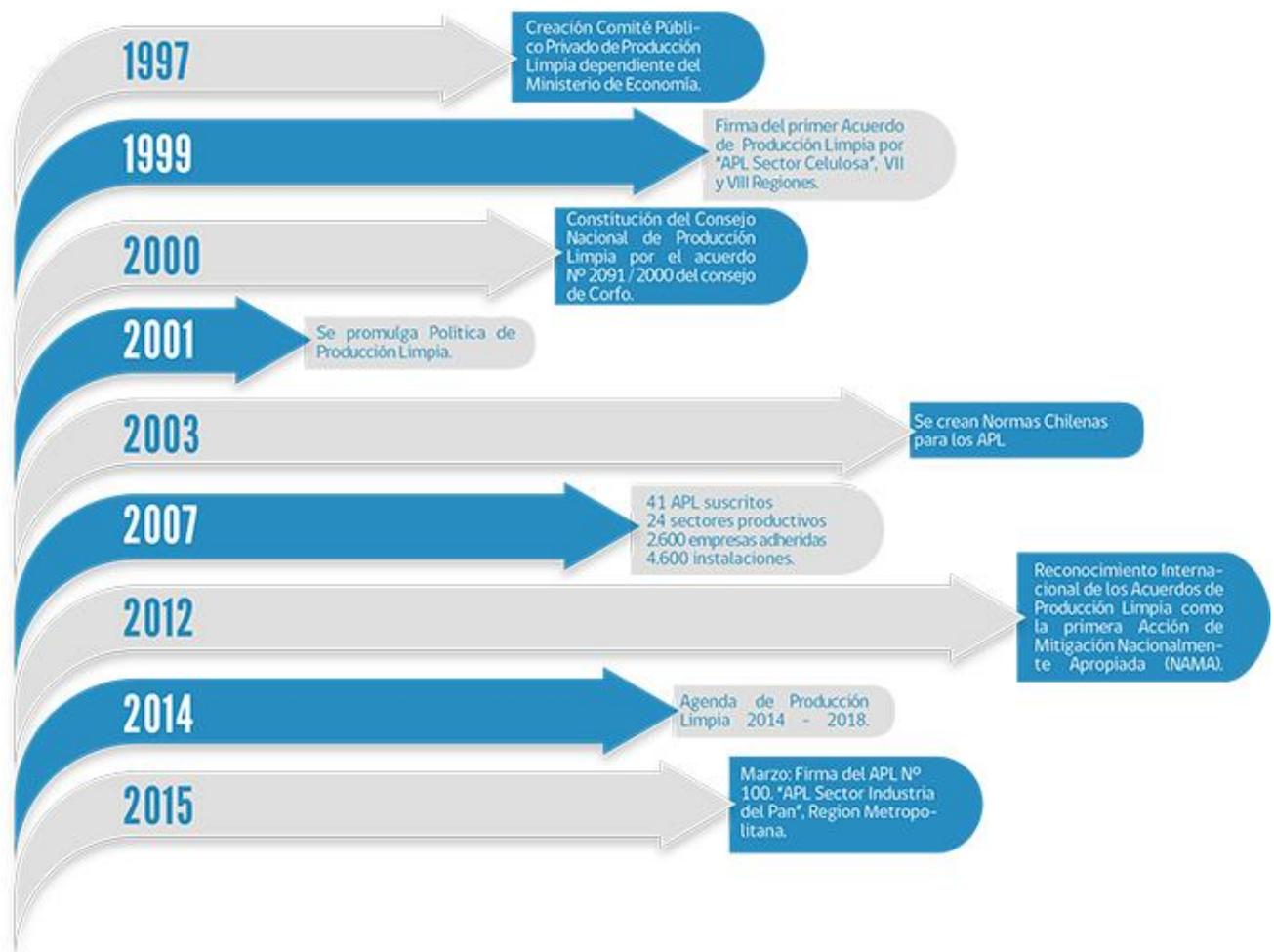


Figura 1. Línea de tiempo del CPL [21].

<sup>11</sup> Durante el desarrollo de este trabajo, el CPL se convirtió en la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno de Chile, ampliando sus labores a la coordinación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, incluyendo la gestión de formas de financiamiento internacionales para su uso por los territorios y empresas chilenas [111].

### 1.1.2.2 Acuerdos de Producción Limpia

Los APL se definen por primera vez en 1998, en el “Documento Marco: Acuerdos de Producción Limpia: Conceptos y Alcances”, donde se destaca la importancia del uso de acuerdos voluntarios como apoyo en la implementación de políticas ambientales y en la definición de normativas. Esto, pues se considera que las industrias tienen un rol en el desarrollo sustentable de un país, por lo que es necesario involucrar a los sectores productivos en la implementación de las regulaciones [22].

Así, se define un acuerdo de producción limpia como “aquel instrumento de política ambiental que, sobre la base de un convenio celebrado entre la industria y la administración pública competente, o sobre la base de una declaración unilateral de la industria, persigue lograr objetivos ambientales concretos” [22].

Estos objetivos pueden incluir: reducción de emisiones; calidad ambiental; minimización, recuperación o reciclaje de residuos; reducción o eliminación de determinadas sustancias o materiales; eficiencia energética o minimización del uso de agua; reducción de riesgo; recopilación de información (para confeccionar inventarios de emisiones), entre otros [22].

Buscando avanzar en el desarrollo de los APL y aumentar su importancia en la política nacional es que, en 2003, se genera un nuevo documento, denominado “Documento de Política: Acuerdos de Producción Limpia y Nuevos Criterios de Fiscalización”. Aquí se destaca que los APL buscan establecer una jerarquización de las prioridades en la gestión productiva y ambiental [23]:

1. Prevenir la contaminación.
2. Minimizarla.
3. Tratarla.
4. Velar por su disposición final.

Es decir, se apunta en primer lugar a prevenir la contaminación por sobre las siguientes alternativas, buscando evitar su generación. Esto va en línea con lo expuesto en la Ley N° 20.920, que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje, conocida como Ley REP. Aquí se presenta la jerarquía para el manejo de residuos, mostrada en la Figura 2, que pone en primer lugar la prevención de contaminación y en último lugar su eliminación [24].

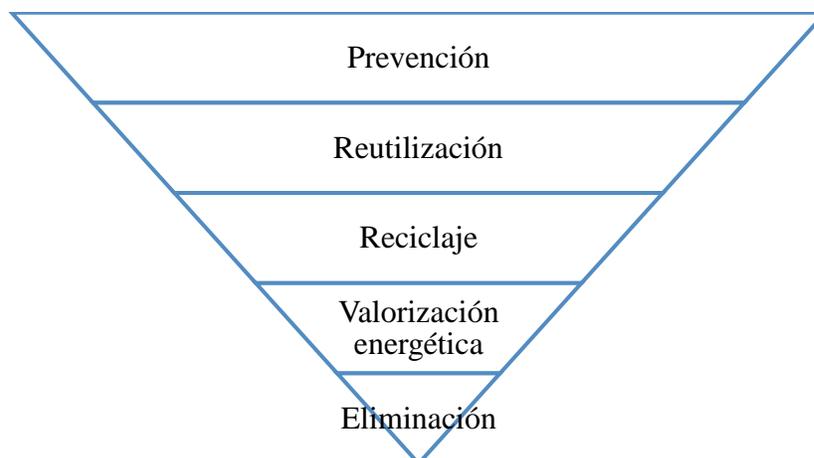


Figura 2. Jerarquía en el manejo de residuos, según la Ley REP [24].

También se considera a los APL como un apoyo a las empresas para cumplir con las regulaciones sanitarias y ambientales, favoreciendo la prevención por sobre el control [23].

Por otro lado, en 2003 se establecieron 4 normas que definen el actuar de los acuerdos [25]. En ellas se incluye el sistema de seguimiento, control y evaluación de cumplimiento de las metas y acciones definidas en cada APL:

1. NCh2796: Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Vocabulario.
2. NCh2797: Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Especificaciones.
3. NCh2807: Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Seguimiento y control, evaluación de la conformidad y certificación.
4. NCh2825: Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Requisitos para los auditores y procedimiento de la auditoría de evaluación de la conformidad.

En la NCh2797 se listan los principios que rigen a los acuerdos: cooperación público-privada, voluntariedad, gradualidad, autocontrol, complementariedad con las disposiciones obligatorias consideradas en el APL, prevención de la contaminación, responsabilidad del productor sobre sus residuos o emisiones, utilización de las mejores técnicas disponibles, veracidad de la información, facultades y competencias de los organismos de la administración del Estado y cumplimiento de los compromisos de las partes [26].

Algunos de los objetivos específicos que pueden incluirse en los APL son: uso eficiente de los recursos; selección de materias primas e insumos de menor impacto ambiental negativo; modificación del proceso productivo e incorporación de nuevas técnicas; cambio en las prácticas de operación; uso eficiente del agua y de la energía; valorización de los residuos, entre otros [26].

Para asegurar el correcto funcionamiento de los acuerdos es que se definieron etapas para su desarrollo, mostradas en la Figura 3. Estas corresponden a: gestación, implementación y evaluación final de la conformidad y certificación [26].

Los APL se inician con un diagnóstico base de los aspectos de producción limpia. El objetivo de este diagnóstico es establecer la situación en que se encuentra el sector antes de firmar el acuerdo e identificar las posibles acciones a ejecutar para su mejora [27]. Luego, se procede a una negociación de los términos del acuerdo y posteriormente a su firma. Aquí participan representantes de los sectores productivos involucrados y los organismos públicos relacionados, con el CPL como coordinador [26].

Una vez firmado el APL, se realiza el diagnóstico inicial de cada una de las instalaciones adscritas, para evaluar su estado respecto de las acciones y metas comprometidas. Para la realización de dicho diagnóstico, las empresas pueden contar con el apoyo del sector empresarial respectivo, y de los instrumentos de fomento disponibles [27].

Durante la implementación del APL, se deben realizar auditorías a las instalaciones adscritas, que den cuenta del avance de las acciones y metas comprometidas. Cada auditoría genera un informe donde se establece el nivel de cumplimiento. Estos informes son consolidados por el sector empresarial y enviados al CPL para que valide que cumple con todos los requisitos, y luego se distribuye a los organismos del Estado competentes [27].

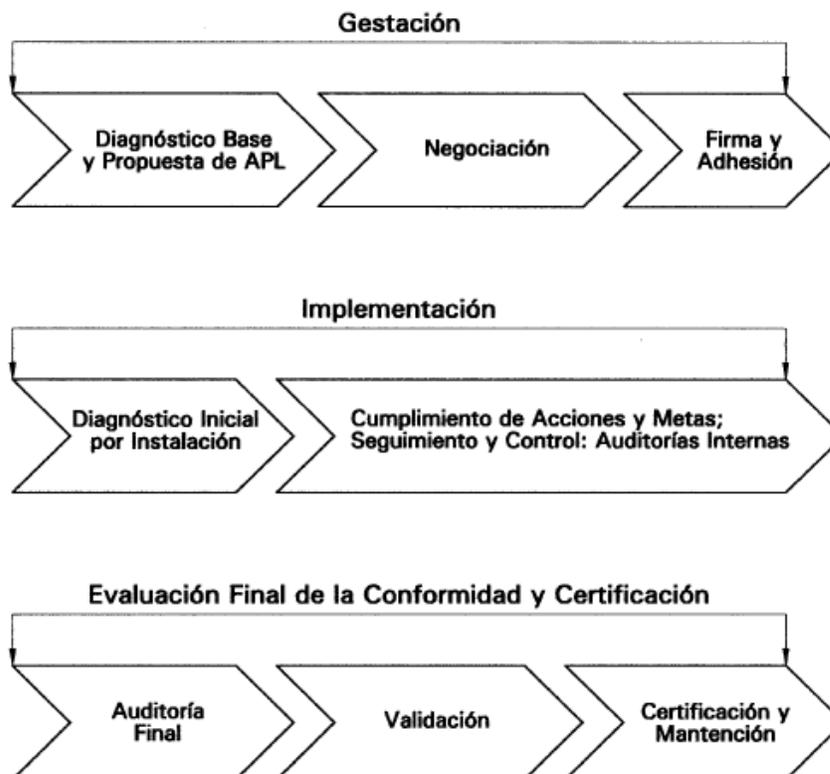


Figura 3. Desarrollo de un APL [26].

Finalizada esta etapa, se debe realizar la auditoría final por un auditor registrado, quien genera un informe de evaluación final de la conformidad, el cual servirá de base para la obtención del certificado [27]. La validación es ejercida por los organismos del Estado, que tienen un plazo de 90 días para corroborar la validez del informe de auditoría final. Si una instalación cumple con el 100% de las acciones y metas, se le otorga el certificado de evaluación de la conformidad, que tiene una duración máxima de 3 años, con auditorías de seguimiento anuales [26].

Una vez concluido el APL, se genera un informe de evaluación de impacto a cargo del sector empresarial. El objetivo de este informe es cuantificar los efectos económicos, ambientales y sociales como resultado de la implementación del APL en un determinado sector empresarial con relación a los objetivos, acciones y metas comprometidos en el acuerdo [27].

Cabe destacar que el 2007 se estableció mediante instructivo presidencial que todos los ministerios y servicios públicos con competencia en materias ambientales relacionados al desarrollo de actividades productivas, continuarán participando o cooperando con el CPL, buscando una vinculación entre el desarrollo productivo y la calidad ambiental [28].

Sobre el avance de los APL, en 2011, 1.638 unidades productivas habían recibido la certificación [15], y a 2014 se habían firmado casi 100 acuerdos<sup>12</sup>, con la adhesión de más de 6.500 empresas, pertenecientes a 37 sectores productivos diferentes [19].

<sup>12</sup> Finalizado 2015 se contaba con 130 acuerdos firmados [46].

### 1.1.2.2.1 Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación

En la Cumbre de la Tierra realizada en el año 1992 se validó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC<sup>13</sup>, por su sigla en inglés) [29], que entró en ejecución en 1994. En la actualidad hay 197 países que la han ratificado, denominados las partes [30].

El principal objetivo de la UNFCCC es “estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en un nivel que prevenga una peligrosa interferencia antropogénica en el sistema climático. Dicho nivel debiese obtenerse en un período de tiempo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten de forma natural al cambio climático, para asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada, y para permitir que el desarrollo económico proceda de manera sustentable” [30].

Cada año se realizan Conferencias de las Partes (COP<sup>14</sup>, por su sigla en inglés), donde se toman decisiones y se analiza el avance de la implementación de la convención [31]. En la COP 13 realizada el 2007 en Bali, Indonesia, se planteó el “Plan de Acción de Bali” que introduce por primera vez el concepto de acciones nacionales apropiadas de mitigación (NAMAs<sup>15</sup>, por su sigla en inglés). En base a lo anterior es que en el año 2012, en la COP 18 en Doha, Qatar, se acordó que los países en desarrollo llevarían a cabo NAMAs en el contexto del desarrollo sustentable, y que éstas deben ser reportables y verificables [32][33].

Una NAMA es cualquier acción que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en países en desarrollo y son parte de una política nacional de Gobierno. Su objetivo es la reducción de emisiones relativas a una línea base, que debe lograrse al 2020 [32].

Chile comunicó que sus NAMAs buscan la reducción de un 20% de las emisiones proyectadas desde el 2007, al 2020 [34]. Al 2014, el país ya había registrado 5 NAMAs, con otras 4 en etapas de diseño conceptual o en preparación para su registro [35]. Las NAMAs registradas se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. NAMAs chilenas registradas y la institución a cargo de su implementación [35].

<b>NAMA</b>	<b>Institución a cargo</b>
Energía renovable para autoconsumo en Chile	Ministerio de Energía a través del Centro de Energías Renovables (CER)
Programa nacional para la catalización industrial y comercial en la gestión de residuos orgánicos en Chile	Ministerio del Medio Ambiente
Diseño e implementación de la estrategia nacional de cambio climático y recursos vegetacionales (ENCCRIV), incluyendo la plataforma de generación y transacción de bonos de carbono del sector forestal de Chile (PBCCCh)	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Acuerdos de producción limpia en Chile (APL)	Consejo Nacional de Producción Limpia
Zona Verde para el transporte en Santiago (ZVTS)	Ilustre Municipalidad de Santiago

<sup>13</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change.

<sup>14</sup> Conference of the Parties.

<sup>15</sup> Nationally Appropriate Mitigation Actions.

La NAMA a cargo del CPL corresponde a los APL, siendo reconocida por Naciones Unidas el año 2012, pues se considera que los APL permiten reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Se estima que entre 2012 y 2016 se redujeron 2.272.660 tCO<sub>2eq</sub>, siendo la primera NAMA chilena en reportar reducciones a las Naciones Unidas [25].

## 1.2 Propósito del trabajo

Con respecto a la cuantificación de los efectos que han tenido los APL, no ha sido posible realizar un análisis que incluya todos los acuerdos existentes. Por ejemplo, en 2010, la empresa Green Solutions cuantificó el ahorro en emisiones de gases de efecto invernadero producto de los APL, pero sólo consideraron 16 acuerdos, distribuidos en 15 sectores productivos, obteniendo una reducción de 4.050.973,36 tCO<sub>2eq</sub> al comparar los escenarios antes y después de la implementación de los acuerdos, comprendidos en un periodo de 7 años. Para realizar el análisis, consideraron emisiones evitadas por el reciclaje de residuos y las generadas por el consumo de electricidad y combustible, principalmente [36].

Según un estudio de la Universidad Central realizado en 2010, centrado en los impactos económicos y sociales de los acuerdos, al analizar 19 APLs obtuvo un VAN social de 397 millones de dólares en un horizonte de 7 años, para una inversión privada de 53 millones de dólares [37].

Es necesario destacar que estos valores dependen de los sectores y medidas evaluadas, de las metodologías de cálculo utilizadas y de la información disponible, por lo que no representan con certeza el impacto de los APL.

Por otro lado, debido a que es necesario reportar los avances de la NAMA APL, se solicitaron datos y registros de las instalaciones adscritas a los distintos acuerdos a comienzos de 2016, con el fin de cuantificar la reducción de GEI por la aplicación de los APL.

En función de lo anterior, se busca realizar una evaluación cuantitativa y cualitativa de los APL como herramienta de aplicación de la estrategia de producción limpia, considerando sus objetivos y experiencias de evaluación previas, tanto a nivel nacional como internacional. Esto buscando ampliar la muestra de acuerdos a evaluar en comparación con otros estudios, incluyendo variables ambientales, sociales y económicas, con el fin de cuantificar el impacto que han tenido los APL en Chile. Esto servirá de apoyo para la toma de decisiones estratégicas, pues se develarán fortalezas y debilidades de los APL en los diversos ámbitos de estudio, permitiendo mejoras en el instrumento.

También servirá de apoyo a la nueva Agencia de Cambio Climático y Sustentabilidad del Gobierno de Chile, que tomará la experiencia del CPL, siendo un respaldo para orientar la política a ejecutar, en función de los impactos que han tenido los APL en las materias que le incumben [38].

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

1. Evaluar de forma cuantitativa y cualitativa a los Acuerdos de Producción Limpia como herramienta de aplicación de la política de producción limpia en Chile.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Investigar el estado del arte en evaluación de herramientas de gestión de producción limpia, tanto en Chile como en otros países, identificando variables relevantes para el análisis posterior.
2. Seleccionar las variables de impacto de los acuerdos, e identificar si la evaluación respectiva será cualitativa o cuantitativa, considerando su relevancia para el contexto nacional.
3. Decidir bajo qué categorías se analizará cada variable.
4. Evaluar la política, ambiental, social y económicamente, en función de las variables seleccionadas, bajo las categorías de calificación.
5. Elaborar propuestas y/o recomendaciones en base al análisis anterior.

### **1.3.3 Alcances**

1. El análisis está sujeto a la información disponible y a la que se logre recopilar.
2. La evaluación de cada ámbito estará acotada a una variable determinada. Aunque en un APL exista información disponible para otra variable relevante, si no corresponde a la seleccionada, esos datos no se utilizarán.
3. El trabajo no busca definir una nueva política de producción limpia, ni generar una nueva herramienta para su aplicación.

## **2. Determinación de parámetros de evaluación**

En este capítulo se determina la estructura que tendrá la evaluación posterior de los Acuerdos de Producción Limpia. En primer lugar, se presenta el estudio del estado del arte en herramientas de gestión ambiental, con el fin de seleccionar las variables a evaluar. Posteriormente, se determinan las categorías de evaluación. Luego, se presenta la muestra de acuerdos seleccionados para la evaluación.

### **2.1 Selección de variables**

Para la selección de criterios o variables de evaluación se realizó un análisis bibliográfico de aproximadamente 25 estudios, tanto a nivel nacional como internacional, correspondientes a evaluaciones de acuerdos voluntarios en temáticas ambientales, principalmente enfocados en el estudio de casos (ver Anexo A).

#### **2.1.1 Experiencia internacional**

Los acuerdos voluntarios enfocados en temas ambientales comenzaron a surgir en la década de los '60 y comienzos de los '70, en países miembros de la OECD, como Japón, Estados Unidos y algunos países de la Unión Europea [39].

Según la OECD, existen 3 tipos de acuerdo. En primer lugar, se tienen los acuerdos negociados, que corresponden a un convenio entre la industria y la autoridad pública. Otro tipo son los compromisos unilaterales, que se realizan por parte de la industria sin intervención de la autoridad pública. El último tipo son los acuerdos privados, firmados entre los actores involucrados, es decir, quien contamina y quien es contaminado [39].

Los acuerdos negociados son los más utilizados, pero tienden a diferir entre distintos países. Por ejemplo, en Japón los acuerdos comenzaron a surgir como un vínculo entre una industria y una ciudad, como es el caso de la ciudad de Yokohama [39]. En 1964, la compañía Electric Power Development iba a construir una nueva planta termoeléctrica en base a carbón. Debido a los altos índices de contaminación en la zona, la ciudad desarrolló un contrato de control a la polución para que la empresa cumpliera con ciertos estándares ambientales [40].

Por otro lado, en Estados Unidos, los acuerdos más comunes son programas voluntarios públicos, entre la EPA (agencia de protección ambiental) y una industria en particular. En el caso de Europa, los acuerdos negociados tienden a ser entre el Estado y un sector industrial, o gremio de industrias, a nivel nacional [39].

En las décadas posteriores se realizaron estudios para evaluar los impactos que los acuerdos habían tenido en el desempeño de las empresas [39], pero dicha evaluación se veía entorpecida por diversas razones. Por ejemplo, para el Project XL, en Estados Unidos, faltaron medidas apropiadas de evaluación del proyecto, lo que implica que los resultados obtenidos podrían deberse a otros factores, y no necesariamente al acuerdo, pues las empresas adscritas también adoptaron otras medidas para controlar su contaminación [41]

En el caso de Canadá, el acuerdo ARET buscaba eliminar 30 sustancias tóxicas, y reducir otras 87 de la industria. Se obtuvo un porcentaje de logro de 75%, pero al igual que para el caso anterior, no se sabe si fue sólo debido al programa. Además, los resultados estaban en un formato que no permitía su comparación y no fueron corroborados [42].

Por otro lado, en Australia, el acuerdo nacional de empaques no incluyó detalles en la recolección de información, objetivos medibles, ni distribución de recursos para la implementación [43].

Metodológicamente, en la mayoría de los estudios se generó un escenario base en función de datos históricos, construyendo un escenario *business as usual* (BAU), que muestra cómo se habrían comportado las empresas sin la implementación de los acuerdos. Posteriormente, este escenario se comparó con los resultados obtenidos luego del acuerdo.

Otra metodología altamente utilizada era de carácter cualitativo, donde se generaban listados con preguntas o indicadores, consultando a las partes involucradas en el acuerdo sobre los diversos criterios a evaluar, mostrando, en base a su opinión, si había existido una mejora en el rendimiento de las empresas por causa de los acuerdos. También existían mezclas de las metodologías anteriores.

En general, las evaluaciones mostraban que los acuerdos tenían objetivos poco específicos, falta de información con respecto a los resultados obtenidos y escenarios inadecuados para la comparación. Es decir, a veces no se contaba con una línea base clara, o bien se presentaba la posibilidad de que los resultados obtenidos simplemente representaban el escenario *business as usual* de la empresa [44].

### 2.1.2 Experiencia nacional

Los APL se pueden clasificar como acuerdos negociados, y se realizan entre el sector público, por medio del CPL, y un grupo de industrias pertenecientes al mismo rubro o localidad, generalmente representados por una asociación gremial.

Como ya se mencionó, a nivel nacional han existido estudios de evaluación de los impactos de los APL, pero se han centrado en un número limitado de acuerdos, y no se analizan las mismas variables, por lo que no es posible comparar sus resultados.

En primer lugar, existen las cuentas del CPL sobre los resultados obtenidos por algunos APL, como el documento “La Experiencia de los Acuerdos de Producción Limpia” que entrega datos sobre algunos acuerdos para el período 2001 – 2005, como inversión realizada, o el ahorro en uso de agua y energía, por ejemplo [20].

Por otro lado, se tiene el ya nombrado estudio de Green Solutions, donde se cuantificó la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de 16 acuerdos [36], mientras que el análisis de la Universidad Central se enfocaba en el ámbito económico y el VAN social de 19 acuerdos [37]. También existe una investigación que analizó la eficiencia económica y ambiental de 5 acuerdos, en base a cuestionarios voluntarios, respondidos por las instituciones adscritas a los APL [45]. Esto demuestra lo diverso de los estudios existentes al momento de analizar los impactos de los APL, dificultado la posibilidad de sacar conclusiones a nivel global.

### 2.1.3 Criterios de evaluación de la OECD

Con el fin de normalizar los criterios de evaluación, se decidió centrar la investigación en los criterios recomendados por la OECD [39]:

1. **Efectividad ambiental:** Hace referencia tanto a los objetivos ambientales propuestos en el acuerdo, como a los resultados obtenidos.
2. **Eficiencia económica:** Costos económicos incurridos para obtener los objetivos propuestos.
3. **Costos de administración y conformidad:** Costos organizacionales para el diseño y administración del acuerdo.
4. **Implicancias de competitividad:** Posibles prácticas anticompetitivas, como colusión entre empresas, a causa del acuerdo.
5. **Efectos suaves:** Cambios de comportamiento dentro de la empresa producto del acuerdo.
6. **Efectos de innovación y aprendizaje:** Introducción de nuevas tecnologías u otras prácticas asociadas a la implementación del acuerdo.
7. **Viabilidad y factibilidad:** Aceptación social y política de los acuerdos, y la institucionalidad relacionada a su desarrollo e implementación.

En función de lo anterior se realizó un análisis de la bibliografía mencionada, tanto a nivel nacional como internacional, considerando cuáles de estos criterios eran los más utilizados al momento de evaluar los impactos de un acuerdo voluntario. En ciertos casos se aproximó el criterio al más similar dentro de la lista propuesta. Los resultados se muestran en la Figura 4.

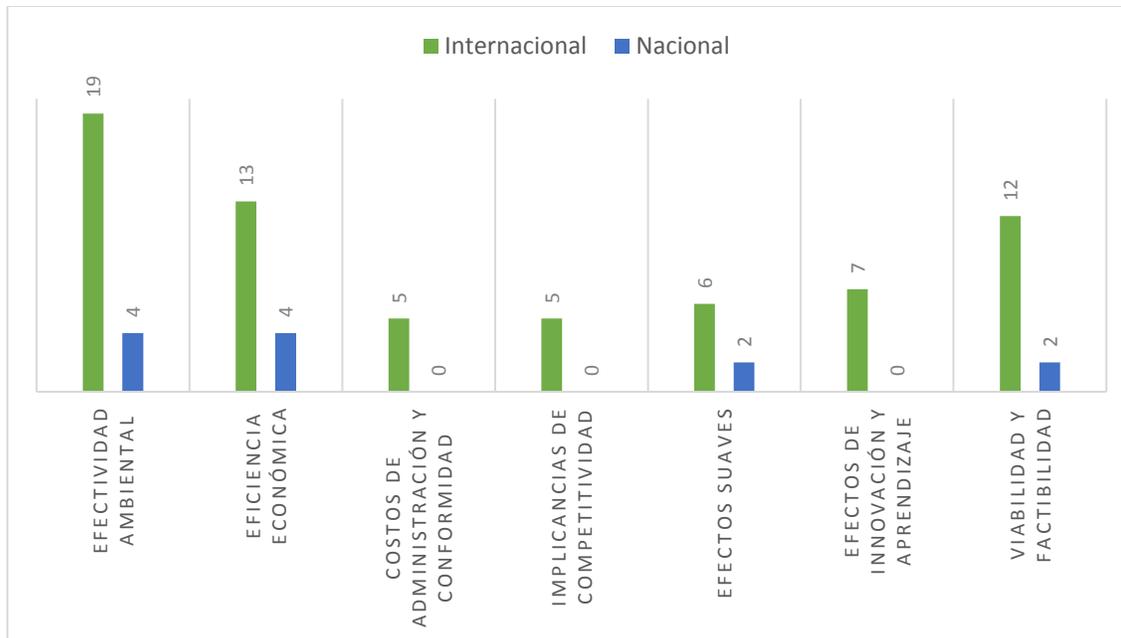


Figura 4. Criterios utilizados en bibliografía. Los estudios internacionales evalúan experiencias en Colombia, Japón, Australia, Estados Unidos, Canadá y numerosos países europeos (ver Anexo A) [elaboración propia].

Así, se puede observar que las variables más analizadas, tanto a nivel nacional como internacional, corresponden a la efectividad ambiental, eficiencia económica y viabilidad y factibilidad. Esto cubre los 3 ámbitos que se buscan estudiar: ambiental, económico y social.

También se analizó cuáles eran los indicadores ambientales que más se estudiaban, considerando aquellos mencionados dentro de la misma bibliografía revisada: calidad del aire, uso de agua, residuos, toxicidad, energía, gases de efecto invernadero y/o cambio climático, uso de recursos, suelo y hábitats y ruido. Los resultados se muestran en la Figura 5.

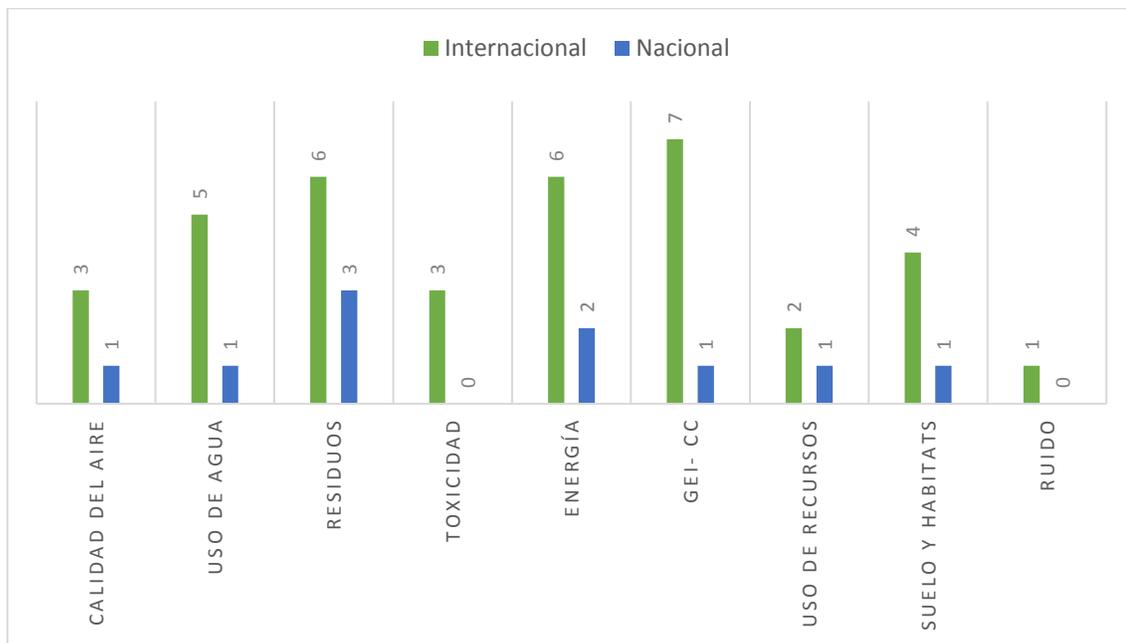


Figura 5. Indicadores ambientales más utilizados [elaboración propia].

El hecho de que estos criterios e indicadores sean los más utilizados no necesariamente implica que sean los más relevantes, por lo que se realizó un análisis de cada uno en función de los objetivos y alcances del trabajo, para seleccionar aquellos a evaluar.

Para la evaluación ambiental se determinó utilizar el criterio de efectividad ambiental, que abarca tanto a los objetivos planteados en los acuerdos (evaluación *ex ante*), como su nivel de cumplimiento (evaluación *ex post*). Esto permite decidir si los objetivos son pertinentes, además de estimar el impacto ambiental de los acuerdos. Debido a que los APL se centran en metas ambientales, se considera que este criterio posee una alta relevancia para el análisis. Con respecto a los indicadores ambientales, se seleccionó a los más utilizados según la Figura 5, siendo también comunes en los APL y cuyo estudio es relevante para los objetivos del CPL. Corresponden a: agua, energía, cambio climático (GEI) y residuos.

Por otro lado, en el ámbito económico, se cuantificará la eficiencia económica de los acuerdos, considerando los costos directos en los que incurren las empresas para cumplir con las acciones y metas comprometidas en los APL, destacando los costos en la etapa de implementación. Esto permite ver si el adherir a un acuerdo es conveniente para las empresas desde un punto de vista puramente económico.

Se decidió no estudiar el criterio de costos de administración y conformidad, que incluye principalmente el gasto incurrido por el CPL y otros actores relevantes para el diseño de los APL, debido a la dificultad en su estimación y la falta de disponibilidad de información. Por otro lado, el criterio de implicancias de competitividad escapa al alcance del trabajo.

Finalmente, en el aspecto social se desestimó evaluar el criterio de viabilidad y factibilidad, por el contexto en el que se desenvuelven los acuerdos en Chile, donde ya se estableció una institucionalidad en torno a los APL, prefiriendo así evaluar los efectos de innovación y aprendizaje, y de forma indirecta, los efectos suaves. Esto se debe a que la innovación, aunque intrínsecamente relacionada a la tecnología, tiene una relación directa con el desarrollo profesional de los trabajadores, al igual que el aprendizaje, siendo un indicador del impacto social de los acuerdos dentro de las propias empresas.

## 2.2 Selección de categorías

Las categorías de evaluación hacen referencia a cómo se compararán los criterios seleccionados. En función de los objetivos del trabajo, se determinó lo siguiente:

1. **Rendimiento por variable:** Comportamiento individual de cada criterio (ambiental, económico y social), independientes entre sí. Es decir, se busca representar el impacto de los APL en cada eje de evaluación por separado.
2. **Rendimiento global:** Comportamiento transversal a los 3 criterios. Esto permitirá obtener el impacto global de los acuerdos. Para ello, se deberán normalizar los resultados de cada variable a una unidad común. Además, se realizará un análisis según sector productivo, año de firma y tamaño. En este caso, el tamaño de un acuerdo se corresponderá con el de las empresas adscritas en mayor proporción, al término del APL.

## 2.3 Definición de la muestra

A fines de 2015 se contaba con 130 acuerdos firmados, con 83 ya finalizados [46]. Debido a la alta complejidad que conlleva evaluar 83 acuerdos, se determinó reducir la muestra.

En primer lugar, se seleccionaron aquellos acuerdos que contaban con un informe de impacto, pues ello implica la existencia de información disponible para la evaluación. Posteriormente, se determinó cuántos acuerdos contaban con el diagnóstico inicial, debido a que esta información permite generar la línea base para el análisis posterior. Se cruzó aquel número con los informes de impacto, obteniendo 36 APL que poseen ambos documentos [46]. Cabe destacar que durante el análisis primario de información se descartaron 2 acuerdos, pues no entregaban datos relevantes, por lo que la muestra final fue de 34 APL.

La firma de los 34 acuerdos abarca desde el año 2003 hasta el 2013 [46]. Estos APL pertenecen a 5 sectores industriales, o secciones, según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) [47]:

1. Industrias manufactureras (19)<sup>16</sup>.
2. Construcción (1).
3. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (8).
4. Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos motorizados (2).
5. Actividades de alojamiento y de servicio de comidas (4).

---

<sup>16</sup> El número entre paréntesis hace referencia a cuántos APL pertenecen a dicho sector.

Los 34 APL seleccionados se muestran en la Tabla 2. El N° de APL corresponde al orden de los acuerdos en la organización interna del CPL. Los APL se referirán a este número durante la evaluación (ver Anexo B).

Tabla 2. Acuerdos de Producción Limpia seleccionados para la evaluación [46].

<b>N° APL</b>	<b>Nombre</b>
11	Industria Vitivinícola
16	Productores de Pisco y Procesadores de Uva Pisquera III y IV Región
19	Sector Talleres de Redes
20	Fundiciones Sector Metalúrgico y Metalmecánico II
22	Empresas Químicas de la Región de Valparaíso
24	Rubro Elaboración de Comidas de Servicio Rápido
25	Implementación de Buenas Prácticas Agropecuarias en el Sector de Producción Porcino Intensiva
26	Manejo de Residuos Industriales Sólidos en el Territorio de San Bernardo
28	Industria Procesadora de Frutas y Hortalizas
29	Sector Industria del Papel Región del Bío-Bío
30	Sector Industria Productores de Cecinas
32	Sector Gastronómico Comuna de Concón
35	Sector Alojamiento Turístico y Gastronómico Isla de Pascua
36	Implementación de Buenas Prácticas Agropecuarias en el Sector de Producción de Huevos
37	Sector Productores de Ave de Carne
38	Industria de Tableros y Chapas Regiones del Bío-Bío y de Los Ríos
39	Sector Construcción Región del Bío-Bío
40	Sector Hotelería y Gastronomía de la Región de Valparaíso Continental
41	Sector Fabricantes, Importadores y Distribuidores de Plaguicidas de Uso Agrícola
44	Pesca Extractiva y Plantas Procesadoras de Productos del Mar, Región de Coquimbo
45	Productores de Leche Bovina de la Región de Los Ríos
47	Sector de Imprentas
48	Prevención y Valorización de Neumáticos Fuera de Uso
50	Productores de Leche Bovina Región de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins
53	Competitividad y Responsabilidad en la Industria Vitivinícola
55	Salmonicultura de Agua Dulce Región de La Araucanía
60	Sector Metalmecánico y Fundiciones de la Región de O'Higgins
62	Sector Industria Alimentaria Región de Valparaíso
63	Sector Productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó
67	Sector Metalmecánico Región de Tarapacá
69	Zona Industrial Puchuncaví – Quintero, Región de Valparaíso
74	Sector Industria de Alimentos Procesados
80	Industria de Conservas de Pescado, Región del Bío-Bío
85	Sector Frutícola de la Región de Coquimbo

### 3. Evaluación ambiental

En este capítulo se muestra el desarrollo de la evaluación ambiental de los APL, incluyendo la metodología utilizada, los resultados obtenidos y un análisis de ellos.

#### 3.1 Metodología: efectividad ambiental

El criterio seleccionado para este eje de la evaluación corresponde a la efectividad ambiental, que busca evaluar tanto el objetivo inicial del acuerdo (evaluación *ex ante*), como los logros obtenidos (*ex post*), puesto que los focos de atención de ambos análisis son diferentes [39].

Como ya se mencionó, se decidió evaluar el desempeño de los acuerdos y el planteamiento y cumplimiento de sus objetivos en base a 4 indicadores: consumo de agua, consumo de energía, gestión de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En primer lugar, se sistematizó la información existente, normalizando cada indicador con una unidad de medida particular, todo en función del tiempo. El consumo de agua se estimó en metros cúbicos  $\left[\frac{m^3}{año}\right]$ , el de energía en kilowatt hora  $\left[\frac{kWh}{año}\right]$ , los residuos en toneladas  $\left[\frac{ton}{año}\right]$  y las emisiones GEI en toneladas de dióxido de carbono equivalentes  $\left[\frac{tCO_{2eq}}{año}\right]$ . Es necesario destacar que algunos acuerdos poseían indicadores relacionados a los utilizados en este análisis, pero se presentaban en unidades incompatibles con las mencionadas, por lo que se descartaron.

Para el caso de la evaluación *ex ante*, se revisaron las metas planteadas, que diferían de acuerdo en acuerdo.

Con respecto de la evaluación *ex post*, se decidió seguir las recomendaciones de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, por su sigla en inglés<sup>17</sup>) para evaluar acuerdos ambientales voluntarios. Según esta institución, el análisis se puede realizar en torno a 3 ejes, por medio de una comparación temporal [48], que corresponden a:

1. Instrumentos adicionales (como impuestos o normativas) que se hubiesen aplicado en lugar del acuerdo.
2. El escenario *business as usual*, donde ningún otro instrumento fue aplicado. A este análisis también se le llama efectividad ambiental.
3. El escenario de referencia anterior al acuerdo, conocido como mejora ambiental.

Lo anterior se ejemplifica en la Figura 6, donde se asume que la polución decrece, pero podría mantenerse constante o aumentar. El término polución se utiliza de forma genérica para representar al indicador ambiental cuyo comportamiento se desea estudiar. El objetivo también se ubicó de forma arbitraria [48]

---

<sup>17</sup> European Environment Agency.

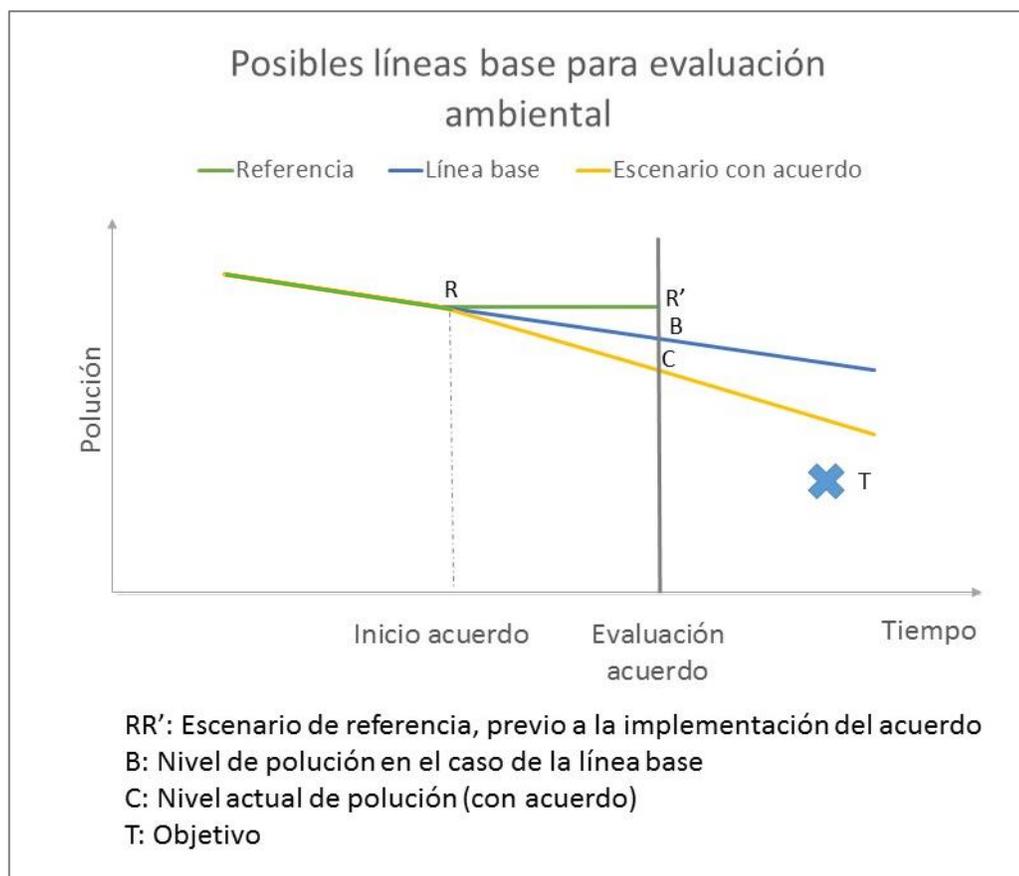


Figura 6. Alternativas de evaluación de acuerdos voluntarios según la EEA [48].

Para el caso de este trabajo, se decidió generar 2 escenarios base: uno en función del crecimiento anual del producto interno bruto nacional (PIB) y otro en función del crecimiento sectorial. En el primero, se busca una forma genérica de estimar el comportamiento de los distintos indicadores. Para poder utilizar este escenario como el comportamiento *business as usual* de las empresas, se supone que la producción es una función lineal, y que tanto ésta como los indicadores a evaluar se comportan análogamente al crecimiento nacional. Se denomina “escenario PIB”.

El segundo escenario se generó en torno al crecimiento anual de cada sector, con el fin de representar al escenario base un poco más segregado (“escenario sector”). Los mismos supuestos anteriores se aplican en este caso, pero en vez de a nivel nacional, se asume que la producción (y los indicadores) de una empresa de cierto sector se comportará de la misma forma que el propio sector. Además, en ambos casos se considera que los consumos independientes a la producción son despreciables, en comparación con los que dependen de ésta.

En ambos escenarios, la comparación se realizará entre un estado antes de APL (AAPL), que corresponde al inicio de éste, y un después de APL (DAPL), con la información a su término. Cabe destacar que el año de inicio para los escenarios, y para los resultados obtenidos, no necesariamente se corresponde con el inicio de la implementación del APL.

Esto se realizó para cada acuerdo, con un gráfico por indicador (sujeto a la disponibilidad de información), análogo a lo mostrado en la Figura 6, pero sin el escenario de referencia<sup>18</sup>. Además, no siempre se contaba con un objetivo particular.

Posteriormente, se calcularon las variaciones porcentuales de cada indicador, en función de un flujo base, tanto para los escenarios base como para el escenario de referencia, que corresponde al punto de inicio (AAPL). En caso de existir un objetivo puntual, también se obtuvo el porcentaje de logro del acuerdo.

Finalmente, se estimó el valor económico de los indicadores, por medio de tarifas o precios sociales. Se debe mencionar que esto sólo fue posible para el consumo de agua y la reducción de emisiones GEI. Para el primer indicador, se estimó el costo evitado para la empresa, por causa de una potencial reducción en el uso de agua, utilizando una propuesta de tarifas sociales [49]. Por otro lado, el ahorro producto de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero se monetizó por medio del precio social del CO<sub>2</sub> propuesto por el Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile [50].

## 3.2 Resultados ambientales

En esta sección se presentan los resultados y discusiones de la evaluación ambiental, separado por indicador, incluyendo a un indicador global (ver Anexo C).

### 3.2.1 Consumo de agua

Para este análisis se consideraron 20 de los 34 APL seleccionados, pues no todos los acuerdos poseían registros de consumo de agua, o bien se entregaban los resultados en unidades no comparables.

En la Figura 7 se muestra la variación porcentual en el consumo de agua de los 20 acuerdos mencionados. Esta variación se expresa tanto para el escenario de referencia (APL), que representa el cambio de consumo entre el inicio (AAPL) y el término (DAPL) del APL, como para los escenarios base (sector y PIB). Para ellos, el porcentaje corresponde a la variación entre el consumo logrado por la implementación de los APL versus lo esperado según los escenarios *business as usual* generados. El porcentaje mostrado se encuentra normalizado en base a un flujo base.

---

<sup>18</sup> Cabe destacar que estos gráficos no se encuentran en unidades de flujo versus tiempo. Es decir, para el consumo de agua, no se muestran los resultados en  $\text{m}^3/\text{año}$  versus año, sino que están en  $\text{m}^3$  versus año.

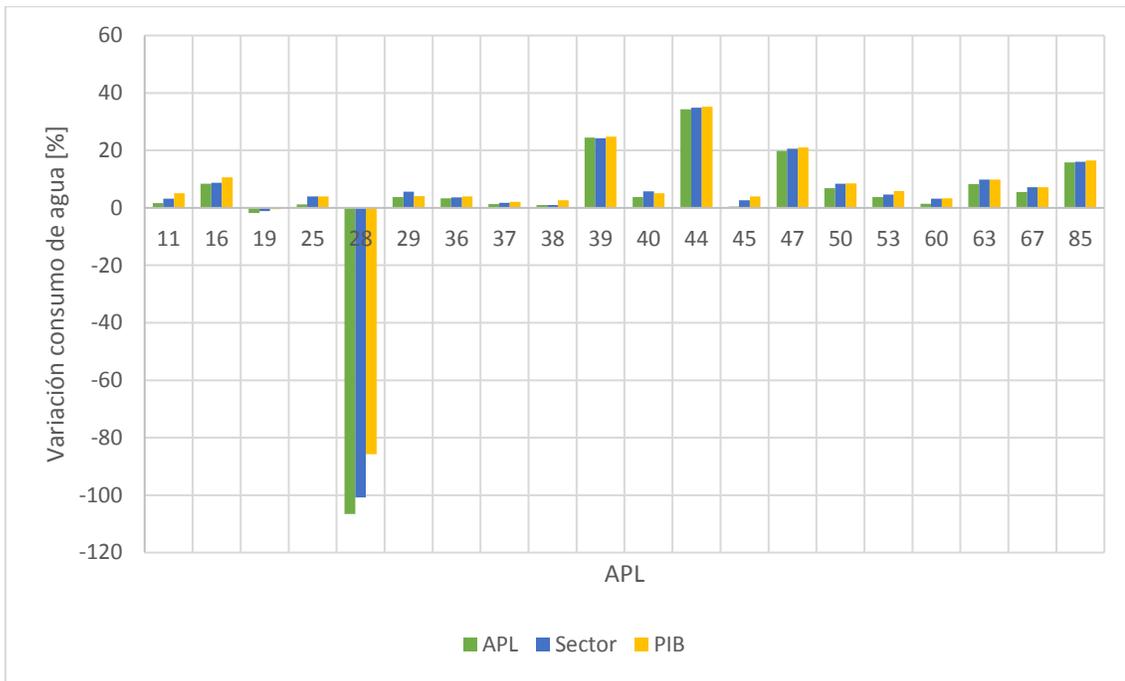


Figura 7. Porcentaje de variación en el consumo de agua para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector y PIB), para 20 APL [elaboración propia].

Debido a la diferencia de magnitud del acuerdo 28 con respecto al resto de los acuerdos, se decidió sustraer de la muestra en la Figura 8, con el fin de apreciar el comportamiento de los otros 19 APL con mayor claridad.

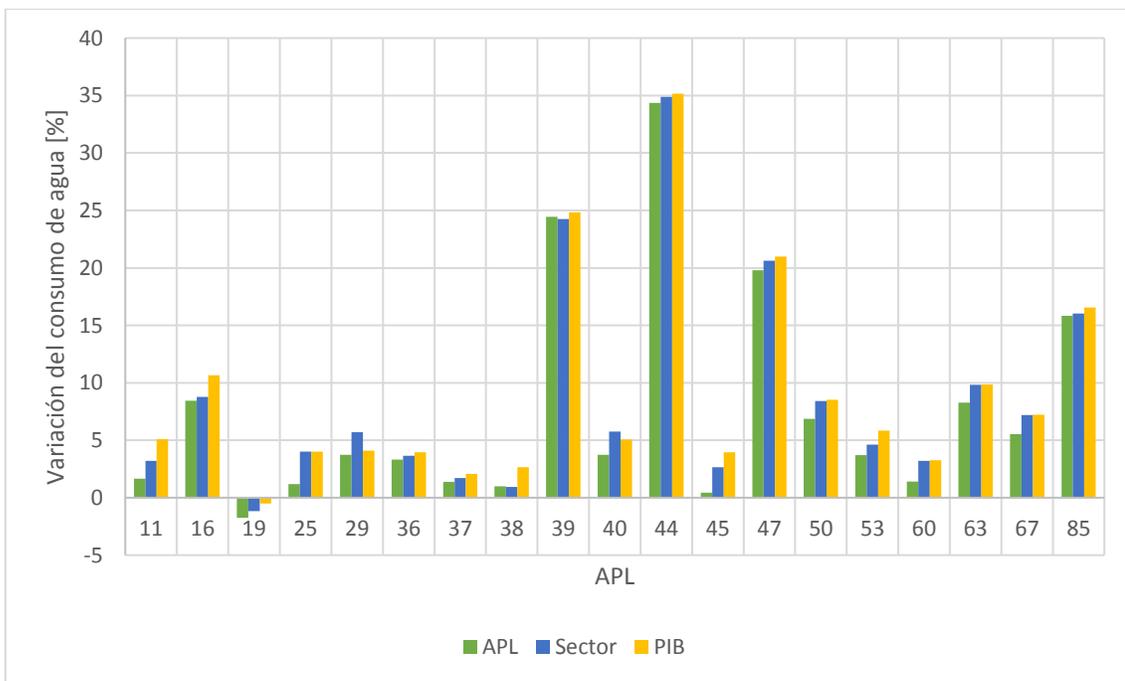


Figura 8. Porcentaje de variación en el consumo de agua para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector y PIB) para 19 APL, excluyendo al acuerdo N°28 [elaboración propia].

Se observa que, para la mayoría de los acuerdos, la variación es similar en los 3 escenarios analizados. Esto no quiere decir que el consumo de agua obtenido por la implementación de los APL haya sido igual a lo predicho por los escenarios base, si no que la diferencia de consumo AAPL y DAPL es porcentualmente similar a la diferencia entre lo obtenido y lo propuesto.

A pesar de las similitudes porcentuales, en general el escenario APL no se comportó como los escenarios base. Esto puede deberse tanto a la efectividad de las acciones presentes en los acuerdos, como a la falla en el cumplimiento de los supuestos planteados para la generación del escenario PIB y el sectorial.

Existieron 2 acuerdos cuyo consumo de agua se incrementó, destacando al APL N°28, con un aumento de casi 6.000.000 [m<sup>3</sup>]. Sin embargo, este valor es inferior a la totalidad de la reducción para los 18 APL restantes. Así, se obtuvo un ahorro global de 3.000.000 [m<sup>3</sup>], lo que equivale a una reducción promedio para los 20 acuerdos de un 16,25%, y de un 1,84%, en términos normalizados. Esto representa un ahorro promedio por acuerdo de 160 [m<sup>3</sup>].

Sobre los escenarios base, se tiene que el consumo al término de los APL fue un 20,95% inferior a la línea sectorial, y un 23,45% menor al escenario PIB, en promedio. En términos normalizados, la variación porcentual promedio por acuerdo fue de un -0,11% para el escenario sectorial y un 4,38% para el escenario PIB. Esto quiere decir que la diferencia con los escenarios base tiende a ser reducida. El valor negativo implica que el consumo de agua fue superior al esperado, lo que se explica por el aporte del APL N°28.

Particularmente, se tiene que el acuerdo número 38 tuvo la reducción más significativa, en términos de metros cúbicos, cercana a los 3.000.000, pero el acuerdo 39 fue el más redujo su consumo entre el inicio y el término del APL, con un 73,31%. Como ya se mencionó, el acuerdo de peor rendimiento fue el número 28, pues aumentó su consumo de agua en un 84,2%.

Con respecto a las metas propuestas, sólo 9 contaban con un indicador específico, que variaba entre una reducción del 5% en consumo, del 10% y en 2 casos, del 20%, entre la situación previa al APL y su término. En la gran mayoría sólo se pedía una reducción, sin indicar un valor en específico. Esto muestra una baja especificidad en el planteamiento de los objetivos, puesto que la ambigüedad en la propuesta permite que las empresas no maximicen sus esfuerzos de reducción, ya que no se exige una reducción particular. Además, en caso de existir el objetivo porcentual, estos tienden a ser poco ambiciosos, subestimando la capacidad de las empresas de cumplir con las metas.

En base a lo anterior, el APL que tuvo mejor rendimiento fue el número 29, que logró una reducción del 18%, cuando su meta era del 5%. En total, 10 acuerdos cumplieron su objetivo, incluyendo aquellos que sólo requerían una reducción.

Se tiene que la reducción en el consumo de agua lograda (3.000.000 [m<sup>3</sup>]) equivale al consumo anual del APL11 en su último año, que pertenece a la industria vitivinícola, e incluyó a cerca de 600 viñedos y 200 bodegas, con una producción de 50.000 [m<sup>3</sup>] de vino anuales. También equivale al consumo de agua de un día de casi el total de la población nacional, puesto que el consumo de agua diario por persona en Chile es de aproximadamente 0,2 [m<sup>3</sup>] [51]. Esto muestra que la reducción lograda es significativa, demostrando la efectividad de los APL para disminuir el uso de agua en las empresas.

Por otro lado, se estimó el costo social que implica el ahorro en el consumo de agua por la implementación de los APL, obteniendo un ahorro total de 71.000 [UF] equivalentes a 3.600 [UF] en promedio por acuerdo (ver Anexo C.2). Este valor corresponde a la facturación anual de una empresa mediana, según el Servicio de Impuestos Internos [52].

### 3.2.2 Consumo de energía

Para este indicador, la muestra consistió en 21 acuerdos. En la Figura 9 se muestra el porcentaje de variación en el consumo de energía para el escenario de referencia y ambas líneas base, para 20 de ellos, ya que el acuerdo N°48 sólo entregada el ahorro total en su consumo, sin detalle por años.

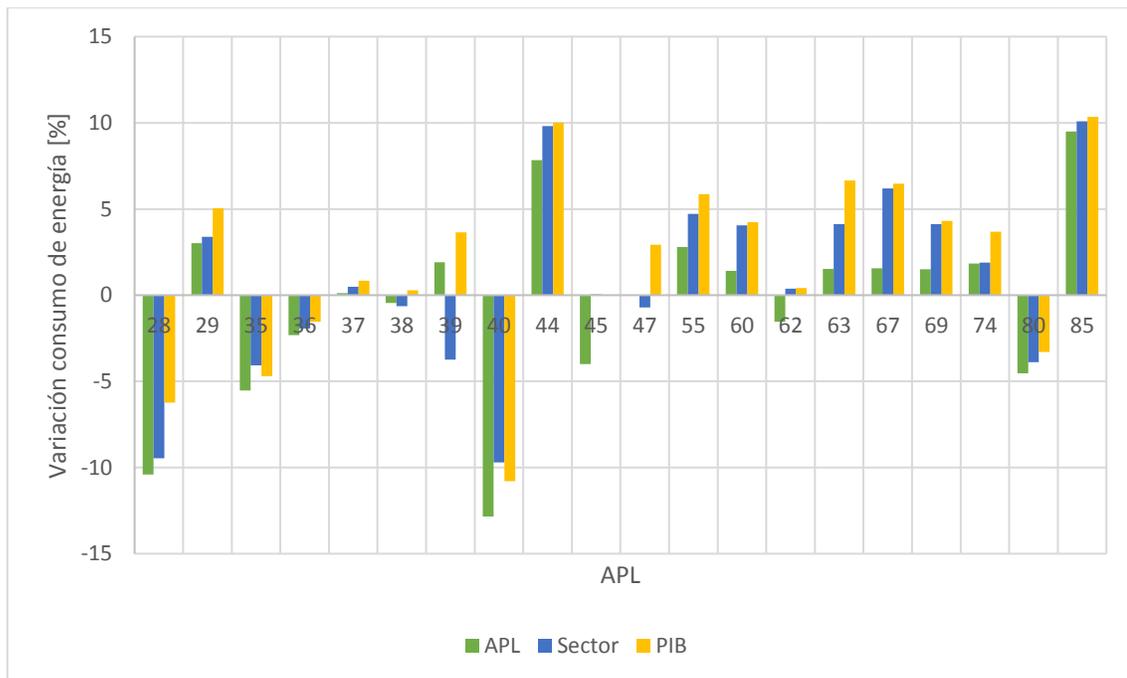


Figura 9. Porcentaje de variación en el consumo de energía para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector y PIB), para 20 APL [elaboración propia].

Se tiene que el consumo de energía aumentó en 8 acuerdos, equivalentes a alrededor de 130.000.000 [kWh], pero debido al notorio decrecimiento en el acuerdo 29, se tiene una disminución en el uso de energía para el conjunto de los APL.

Esta disminución corresponde aproximadamente a 230.000 millones de kilowatts hora, que equivale a una reducción promedio por acuerdo del 1,6% y a un -0,43% normalizado. Como ya se mencionó, el bajo porcentaje se debe al considerable aumento en el consumo de energía de parte de algunos APL.

Con respecto a las líneas base generadas, se observa una mayor diferencia de variación porcentual entre los distintos escenarios, en comparación con el consumo de agua. Esto muestra la mayor variabilidad que se presentó para el consumo de energía entre los distintos APL.

El resultado obtenido en el escenario APL es, en promedio, un 1,98% inferior a lo esperado en el escenario sectorial, y un 6,05% menor en el escenario PIB. En términos normalizados, estos porcentajes son 0,76% y 1,91%, respectivamente. Así, se muestra que en general no hubo una gran diferencia entre lo propuesto en las líneas bases y lo obtenido por la implementación de los APL.

Sobre el rendimiento particular de cada acuerdo, se tiene que la mayor reducción, en términos de kilowatt hora, fue el número 85, mientras que el principal aumento en consumo fue en el acuerdo 38. Por otro lado, en términos porcentuales, serían el acuerdo 29 y el 28, respectivamente.

Sobre las metas propuestas, sólo 4 acuerdos exigían un porcentaje de reducción definido, 5% en 3 casos, y 10% en el restante. Si bien la mayoría de los acuerdos contaba con una meta de eficiencia energética, como indicador de logro sólo se tendía a solicitar una reducción. De estos 4 acuerdos, sólo uno mostró reducción en su consumo, logrando una disminución del 3,68%, versus el 5% deseado (ver Anexo C.3). En total, 7 APL cumplieron sus metas, considerando a aquellos que sólo solicitaban reducción.

Con respecto a la monetización de este indicador, no se encontró información sobre tarifas sociales del consumo de energía a nivel nacional, por lo que no se estimó el ahorro en su costo social. A pesar de esto, se debe considerar que el ahorro de energía genera impactos positivos. Si se analiza el ahorro global obtenido, equivalente a 230.000 [GWh], este valor es más de 10 veces el consumo total del APL 38, durante toda su implementación, siendo el acuerdo más intensivo en uso de energía. También equivale al consumo de energía de 3 años para toda la población de Chile, si se considera que el consumo de energía per cápita anual a 2013 fue de 3.900 [kWh] [53].

### 3.2.3 Gestión de residuos

El análisis de la gestión de residuos se dividió en generación y en tratamiento, que comprende reciclaje y valorización, y sólo se aplica a residuos sólidos. En la variación en la generación de residuos se consideraron 14 acuerdos, mientras que en el tratamiento fueron 11, donde sólo 1 poseía información para ambas variables. Así, se la muestra de este indicador fue de 24 acuerdos. Para el APL 45 sólo se contaba con el número de toneladas variadas, y no con datos temporales, por lo que no incluyó en los gráficos posteriores. Los resultados de la variación porcentual de la generación se muestran en la Figura 10 y del tratamiento en la Figura 11. En ambas figuras se incluye el detalle para el escenario de referencia (APL) y para los escenarios base (sector y PIB).

Debido a la alta ponderación que posee el acuerdo número 11 en comparación con el resto, es que se eliminó de la muestra en la Figura 12, donde se presenta el aporte de los otros 9 acuerdos, con el fin de observar su comportamiento en mayor detalle.

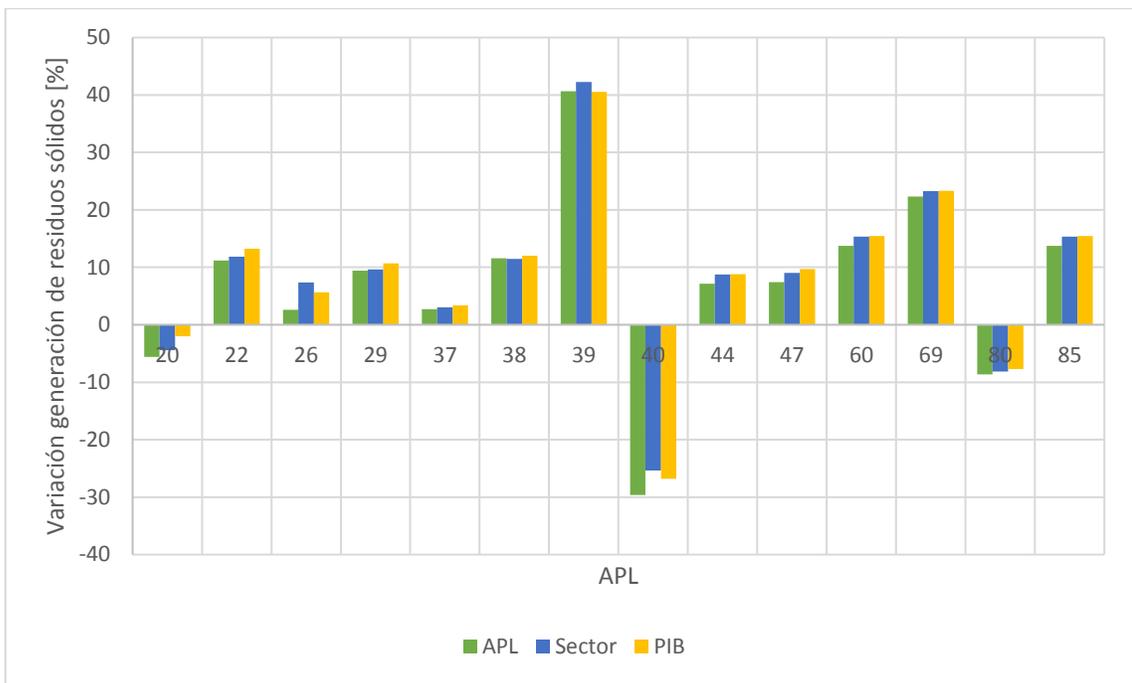


Figura 10. Porcentaje de variación en la generación de residuos para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector, PIB), para 14 APL [elaboración propia].

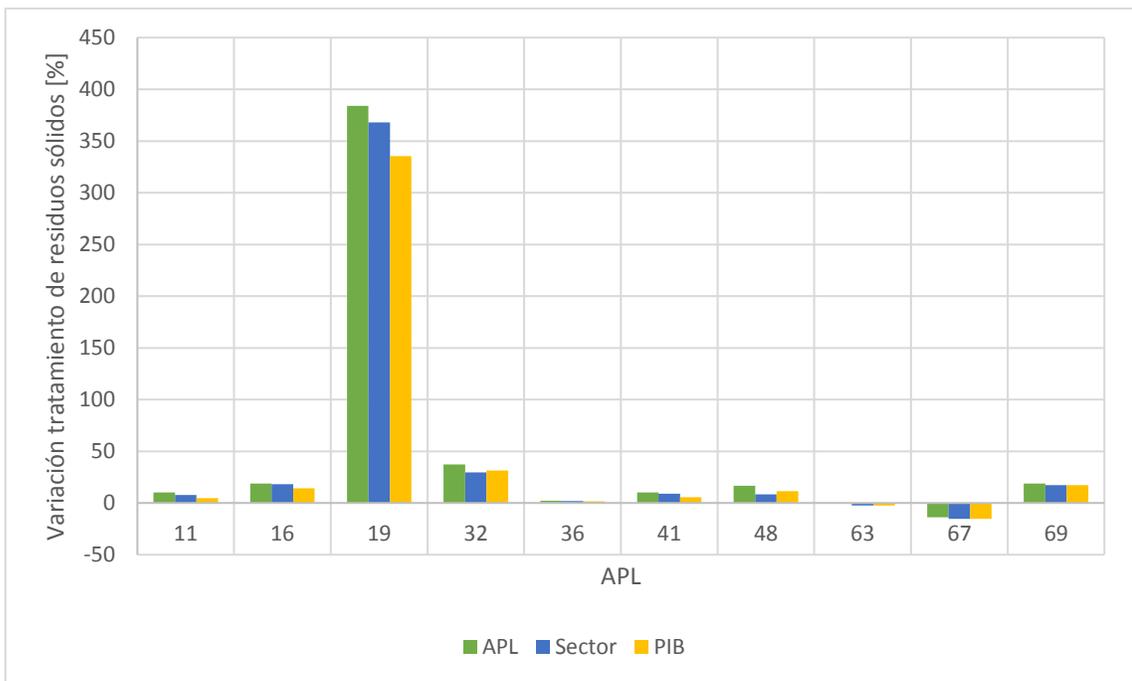


Figura 11. Porcentaje de variación en el tratamiento de residuos sólidos para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector, PIB), para 10 APL [elaboración propia].

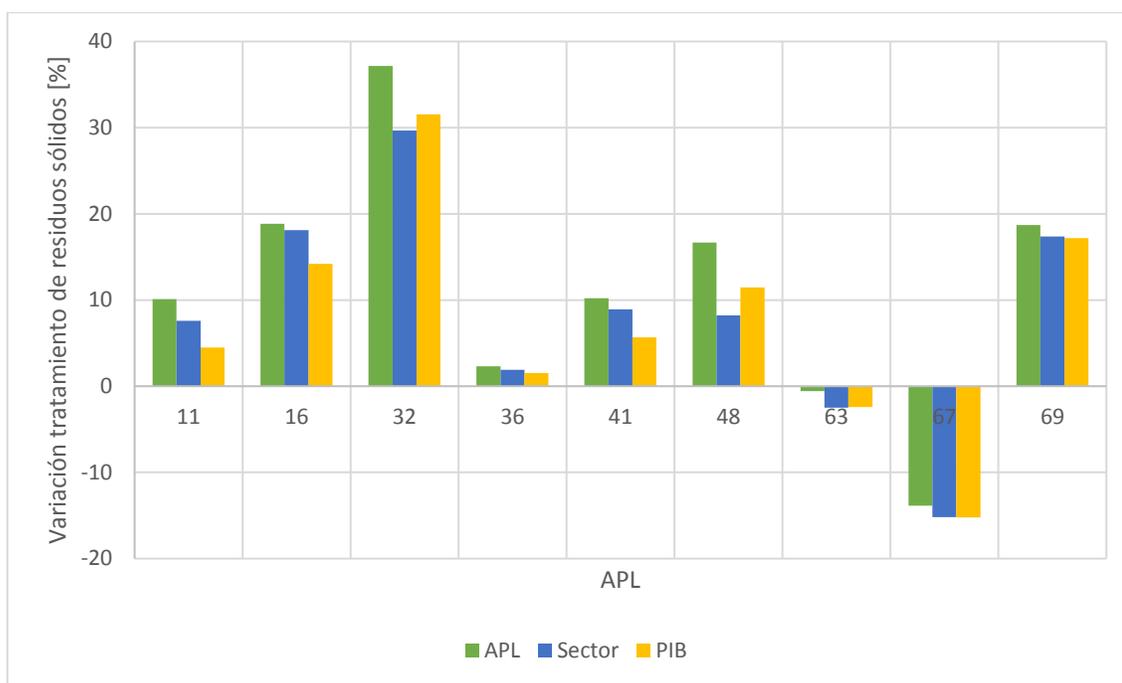


Figura 12. Porcentaje de variación en el tratamiento de residuos sólidos para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector, PIB) para 9 APL, excluyendo al acuerdo N°19 [elaboración propia].

Como ya se mencionó, el acuerdo 11 presenta el mayor aumento en cuando al tratamiento de residuos, con un valor cercano a 5.000.000 [ton], que es prácticamente equivalente a aquel obtenido al considerar los 11 acuerdos. Esto corresponde a un aumento promedio por APL del 200% y un 48,35% normalizado, que se debe a que el APL 19 aumentó 19 veces su tratamiento de residuos.

Sobre la generación de residuos, el acuerdo que muestra una mayor disminución en el número 44, que redujo en 250.000 [ton] su generación de residuos sólidos. Debido a que en algunos acuerdos existió un aumento, la reducción total para los 14 APL es sólo de 120.000 [ton], correspondientes a una disminución promedio por acuerdo del 20,41%, y del 7,04% normalizado.

Al comparar con los escenarios base, para la generación se tiene una disminución promedio normalizada del 8,53% para el escenario sectorial y un 8,70% para el escenario PIB, mientras que, para el tratamiento, los valores son 44,23% y 40,37%, respectivamente. Los altos valores en el caso del tratamiento nuevamente se explican por el APL N°19. Si se elimina dicho acuerdo, los porcentajes disminuyen a un 8,24% y un 7,61% para cada línea base, mostrando consistencia entre ambos escenarios y el escenario de referencia, como ha sido el caso en los indicadores anteriores.

Sobre el desempeño particular de cada acuerdo, para la generación de residuos, la mayor disminución, en términos de toneladas, corresponde al ya mencionado acuerdo número 44, mientras que el mayor ahorro porcentual pertenece al APL 39. Por otro lado, el aumento más significativo se da en el APL 40, tanto porcentualmente, como en toneladas.

Como se explicó anteriormente, en el caso del tratamiento destacan el acuerdo N°11 con el mayor aumento en toneladas, y el acuerdo 19, en porcentaje. Contrariamente, el peor rendimiento corresponde a los APL 63 y 67, con la disminución más significativa en toneladas y porcentual, respectivamente.

Con respecto a las metas, sólo 8 acuerdos tenían un objetivo definido, pues la mayoría sólo pedía una reducción en la generación de residuos o un aumento en su tratamiento, sin un indicador particular. De los 8 acuerdos, 1 meta se refería a residuos líquidos (RILes), por lo que no es aplicable a este análisis, mientras que otros 3 solicitaban el 100% de la valorización de un tipo de residuo en particular (orgánicos, por ejemplo), y para residuos sólidos en general, había metas del 50%, 40% y 10%, ya sea de aumento de tratamiento o de disminución en generación. En este caso las metas eran más ambiciosas, pero seguían siendo un número reducido las que solicitaban un porcentaje particular.

De lo anterior, sólo se pudo cuantificar el rendimiento de 2 acuerdos respecto a su meta, pero ninguno la cumplió a cabalidad. El APL 26 disminuyó en un 16% su generación, y el objetivo era un 40%, mientras que el APL 41 aumentó su manejo en un 38%, y se le solicitaba un 100%. En total, 9 acuerdos cumplieron sus metas (ver Anexo C.4).

No fue posible estimar el costo social de este indicador, por falta de información relacionada. Sobre su rendimiento general, se tiene que el total de residuos sólidos que no fueron dispuestos, corresponde a cerca de 5.000.000 [ton], casi el doble de la generación total de residuos del APL 44 durante su implementación. Este acuerdo manejaba el segundo mayor volumen de residuos sólidos de toda la muestra. También equivale a la generación anual de residuos de cerca de la mitad de la población chilena, pues la generación anual per cápita de residuos, al 2016, fue de 0,456 [ton] [54].

### 3.2.4 Emisiones de gases de efecto invernadero

Para este indicador la muestra se compuso de 21 acuerdos, pero sólo 7 de ellos contaban con información detallada temporal, permitiendo estudiar su variación porcentual en el período de implementación de cada acuerdo. Esta variación se muestra en la Figura 13, tanto para el escenario de referencia (APL), como para los escenarios base (sector y PIB).

Aun así, se estimó el total de emisiones de gases de efecto invernadero reducidas para los 21 acuerdos mencionados, pero no se muestra gráficamente.

Se tiene que sólo para el acuerdo número 35 las emisiones aumentaron, y es posible observar que dicho valor es despreciable en comparación con el resto de los APL. En su totalidad, se evitaron alrededor de 2.000.000 [tCO<sub>2eq</sub>].

Al comparar con los escenarios base, se tiene un valor promedio 45,51% menor que la línea sectorial y 44,50% inferior al escenario PIB. En términos normalizados, estos valores son de un 11,39% y 11,19%, respectivamente. Es posible apreciar la homogeneidad entre los porcentajes, siendo el N°35 el más irregular. Esto se debe a que este acuerdo se realizó en Isla de Pascua, donde existe un alto impacto asociado al cambio de uso de suelo y los tipos de energía disponibles. Es importante mencionar que no fue posible generar líneas base para todos los acuerdos, pues a veces sólo se contaba con el total de emisiones evitadas y no con una comparación entre antes y después del APL.

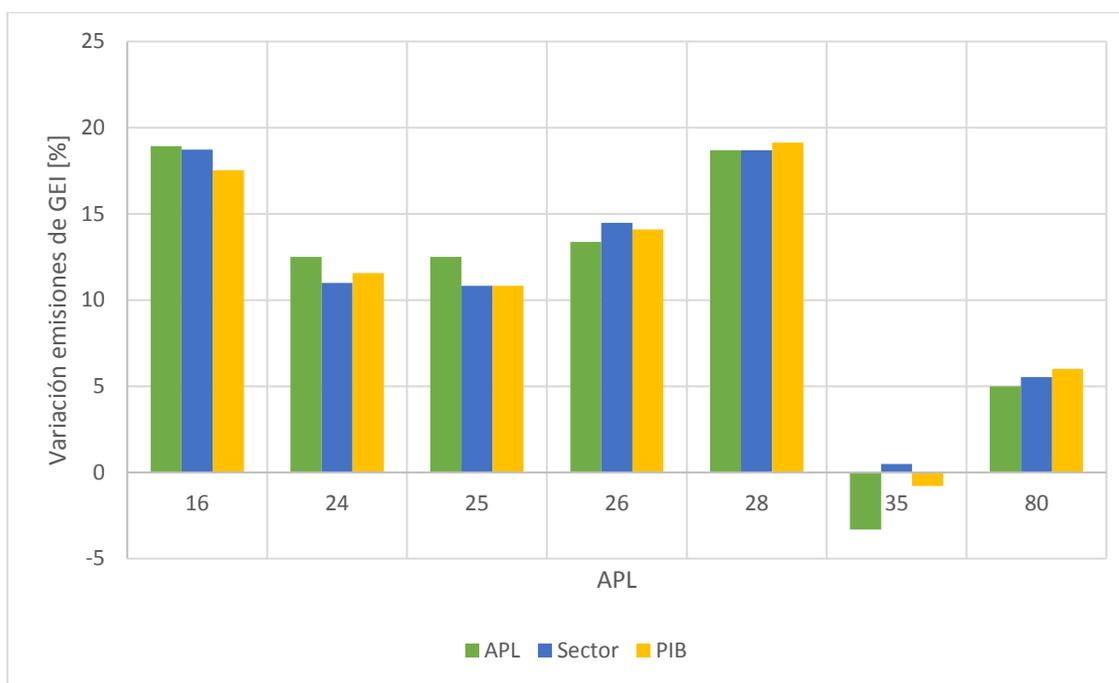


Figura 13. Porcentaje de variación en las emisiones de gases de efecto invernadero para el escenario de referencia (APL) y los escenarios base (sector, PIB), para 7 APL [elaboración propia].

Sobre el rendimiento particular de cada APL, se puede observar que el acuerdo número 80 fue el que más redujo sus emisiones, mientras que el APL 35 corresponde al que menos lo hizo, pues aumentaron, como ya se mencionó. Porcentualmente, el acuerdo con mejor rendimiento fue el número 26, y su contrario, nuevamente el acuerdo 35. Estos porcentajes se refieren al ahorro global y no al normalizado.

Por otro lado, sólo 3 acuerdos contaban con metas relacionadas a este indicador. 2 pedían reducción en las emisiones, pero sólo uno solicitaba un porcentaje definido (5%), y, junto al tercero, se solicitaba la medición de la huella de carbono para estos 3 APL. Lamentablemente, para el único acuerdo con meta particular, no fue posible estimar la reducción, por lo que se desconoce cuántos acuerdos cumplieron sus metas.

Con respecto al valor reducido, de 2 [GtCO<sub>2eq</sub>], éste corresponde a la reducción anual de las emisiones de todos los habitantes de la comuna de La Florida, en la Región Metropolitana, ya que las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> per cápita a 2013 eran de 4,73 tCO<sub>2eq</sub> [53] [55].

Por otro lado, para estimar el costo social asociado a la reducción de las emisiones, se utilizó el precio social del CO<sub>2</sub> propuesto por el Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile, obteniendo un ahorro total de 2.300.000 [UF], equivalente a un ahorro promedio por APL de 110.000 [UF] (ver Anexo C.5). Este último corresponde a la facturación anual de una empresa grande, según el Servicio de Impuestos Internos [52].

### 3.2.5 Rendimiento ambiental

A modo de resumen, se estimaron impactos ambientales de 33 acuerdos de producción limpia, centrados en los indicadores de consumo de agua, de energía, gestión de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero. En la Tabla 3 se muestran los resultados globales y su costo social, en caso de existir.

Tabla 3. Resumen impacto ambiental [elaboración propia].

<b>Indicador</b>	<b>Muestra [N° de acuerdos]</b>	<b>Variación AAPL – DAPL</b>	<b>Unidad</b>	<b>Variación promedio [%]</b>	<b>Costo social [UF]</b>
<b>Consumo de agua</b>	20	3.259.676	[m <sup>3</sup> ]	1,84	69.894
<b>Consumo de energía</b>	21	234.423.899	[kWh]	-0,43	-
<b>Gestión de residuos</b>	24	4.898.248	[ton]	26,86	-
<b>Emisiones GEI</b>	21	2.208.133	[tCO <sub>2eq</sub> ]	11,10	2.310.931
				<b>Total</b>	<b>2.380.825</b>

La variación porcentual corresponde al promedio por APL, en función del tiempo y normalizado en base a un flujo inicial.

Se puede observar que en el consumo de energía se obtiene un valor negativo. Esto se debe a que algunos acuerdos aumentaron su consumo, lo que no implica que no exista reducción, como se mencionó en la sección 3.2.2.

Al comparar los 4 indicadores, se puede observar que la gestión de residuos es el que posee el mayor impacto, en términos de variación porcentual, mientras que la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero presenta el mayor ahorro social.

Se aprecia la necesidad de aumentar las medidas de eficiencia energética con metas fijas para que las empresas disminuyan efectivamente su consumo, y no se presente la situación actual en la que muchas lo aumentan. Cabe destacar que hay procesos intensivos en el uso de energía y que muchas empresas aumentaron su producción de forma considerable durante el transcurso de los APL, por lo que, a pesar de aplicar las medidas del APL, vieron un aumento en su consumo. Es por esto que muchas veces en los APL se mide este indicador en base a la producción:  $\frac{kWh}{ton\ producida}$ , por ejemplo.

En general se observa un rendimiento favorable para los 4 indicadores ambientales, a pesar de lo mencionado sobre el consumo de energía.

Con respecto a la monetización de los indicadores para su comparación, se consideraron costos sociales para su análisis, pues son herramientas de gestión pública, a pesar de su fuerte componente en el sector privado. Se podría haber generado un indicador global que integrara otros aspectos relevantes más allá de lo económico, puesto que el sólo ver esta componente reduce una visión que podría ser más global, no representando de forma fehaciente los impactos ambientales de los APL.

Es necesario destacar que el indicador global no representa estos impactos, pues no considera a los 4 indicadores utilizados y se generó para facilitar su comparación transversal, más que cuantificarlos de forma específica.

Sobre la metodología utilizada para la estimación de los impactos, se consideró tanto la mejora ambiental como la efectividad ambiental, según la EEA. Es posible que esta no fuese la mejor forma de representar y estimar los impactos asociados, pero se considera suficiente para los alcances de este trabajo. Por otro lado, se debe considerar que los escenarios base generados no representan la realidad del comportamiento de las empresas, debido a los supuestos tomados para su conformación, pero debido a la falta de información disponible, no fue posible generar líneas base más exactas.

Finalmente, se debe tener en cuenta que hay fuentes de error asociadas a los cálculos realizados y por el efecto de los supuestos tomados. También es necesario destacar que debido a la falta de datos disponibles estos resultados no representan al 100% el impacto ambiental de los APL estudiados.

Aun así, se considera que los acuerdos de producción limpia son efectivos para mejorar el rendimiento de los indicadores ambientales analizados.

## 4. Evaluación económica

### 4.1 Metodología: Eficiencia económica

Esta variable se refiere a los costos económicos en los que incurren las empresas para cumplir con las metas comprometidas en los acuerdos, no incluyendo los gastos que afectan a otros actores involucrados, como por ejemplo, aportes del Estado [39].

En este ámbito no se generó un escenario base con el cual comparar los resultados obtenidos, si no que se analizó si la inversión realizada afectaba de forma negativa el desempeño económico de las empresas. Lo anterior se llevó a cabo por medio del cálculo del valor actual neto (VAN) de la totalidad de las empresas adscritas a cada APL, donde el horizonte de evaluación correspondía a la duración de cada acuerdo.

Para la elección de la tasa de descuento, se consideró el sector al que pertenecía cada acuerdo, seleccionando una tasa según bibliografía. En caso de no encontrarse, se utilizaron datos de empresas similares, y en último caso, se utilizó un 15% estándar, considerando factores de riesgo.

Al momento de calcular el VAN se consideraron 2 enfoques: Primero se estimaron los flujos de caja de forma simplificada, en base a los ingresos y costos operacionales encontrados en bibliografía y ajustados a las condiciones de cada acuerdo, y los costos y beneficios asociados a la implementación del APL. En caso de no encontrarse información sobre costos operacionales, se asumió la existencia de un 30% de margen de ganancia, sobre el costo de producción.

El segundo enfoque consistió en el cálculo del ahorro privado por causa de las reducciones de los indicadores ambientales, asumiendo que dicho ahorro era equivalente al beneficio neto de los APL.

Para el consumo de agua, se estimó el costo de la variación generada si esta hubiese sido utilizada, en función de tarifas históricas, según el año de inicio del acuerdo y la capital regional de la zona con mayor presencia de empresas adscritas.

Análogamente, para el consumo de energía se utilizaron los precios anuales de electricidad para la industria, según la Agencia Internacional de Energía (IEA<sup>19</sup>, por su sigla en inglés). Debido a lo elevado de estos precios, se realizó además un análisis de sensibilidad sobre dichos valores, generando 3 escenarios para la estimación del VAN: optimista (precios al 50%), neutro (precios según bibliografía) y pesimista (precios al 150%).

Con respecto a la gestión de residuos sólidos, se consideró el costo de disposición de los residuos, específicamente en relleno sanitario, ya que se asumió que la variación en generación no sería tratada, y la variación en tratamiento sería dispuesta.

Por último, para las emisiones GEI reducidas o evitadas por concepto del APL, se utilizó el costo del impuesto incluido en la Ley 20.780 de Reforma tributaria que modifica el sistema de tributación de la renta e introduce diversos ajustes en el sistema tributario, para emisiones de CO<sub>2</sub>.

---

<sup>19</sup> International Energy Agency.

## 4.2 Resultados económicos

Para analizar la eficiencia económica de los APL, se calculó un VAN simplificado para cada acuerdo, con el fin de comprobar que la inversión incurrida por las empresas adscritas no fuera perjudicial para su desempeño económico, en base a 2 enfoques. Se realizó sobre una muestra de 30 acuerdos en cada enfoque, puesto que 3 acuerdos no contaban con datos de inversión y no se pudieron estimar los flujos de caja en 1 acuerdo por enfoque. La inversión total fue de 5.100.374 [UF], con una inversión promedio por APL de 150.011 [UF].

En la se muestran los resultados del primer enfoque, donde el VAN de cada acuerdo se encuentra normalizado por su respectiva inversión.

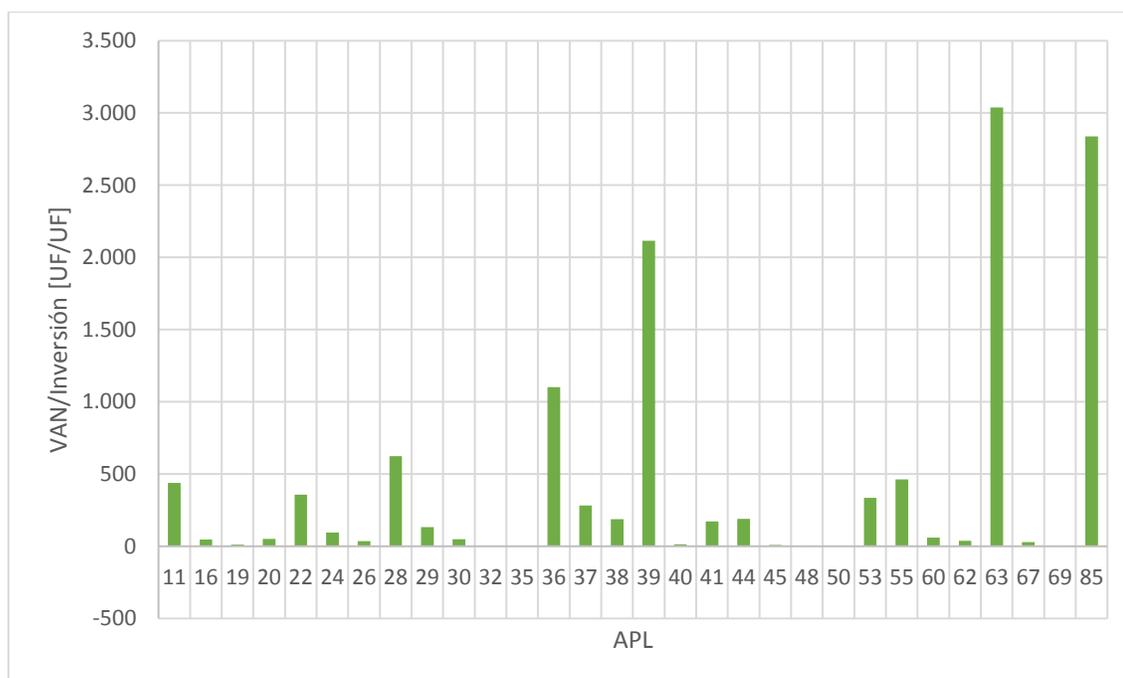


Figura 14. Valor Actual Neto (VAN) sobre inversión para 30 APL, estimado en base a ingresos y costos operacionales [elaboración propia].

En 2 acuerdos se obtuvo un VAN negativo, correspondientes a los APL 48 y 69.

Los otros 28 acuerdos presentaron un VAN positivo, en un rango desde 2.000 [UF] para el acuerdo 32, a 1.000 [MMUF]<sup>20</sup> para el APL 28.

Se decidió presentar al VAN en función de la inversión para mostrar su rendimiento en torno a esta variable, que podría ser la limitante a la hora de adherir a un APL.

En total, sumando para los 30 acuerdos, se obtuvo un VAN de 1.500 [MMUF], con un valor promedio por empresa de 44 [MMUF].

<sup>20</sup> Millones de UF.

Así, se obtiene un VAN total mayor a la inversión realizada, lo que implica que suscribir a los APL no va en detrimento del beneficio económico de las empresas. A pesar de esto, se debe tener en cuenta el alto nivel de supuestos tomados para el cálculo del VAN, ya que no se contaba con suficiente información para realizar un cálculo más exacto. Por tanto, las estimaciones realizadas no representan el real desempeño de los APL.

Con respecto al segundo enfoque, los resultados se dividieron en 2. En la Figura 15 se muestra el VAN sobre la inversión para aquellos acuerdos que no tenían datos de consumo de energía, y por tanto quedaron exentos al análisis de sensibilidad. Mientras que, en la Figura 16, se muestran los resultados para los 3 escenarios generados al variar el precio de la electricidad utilizado.

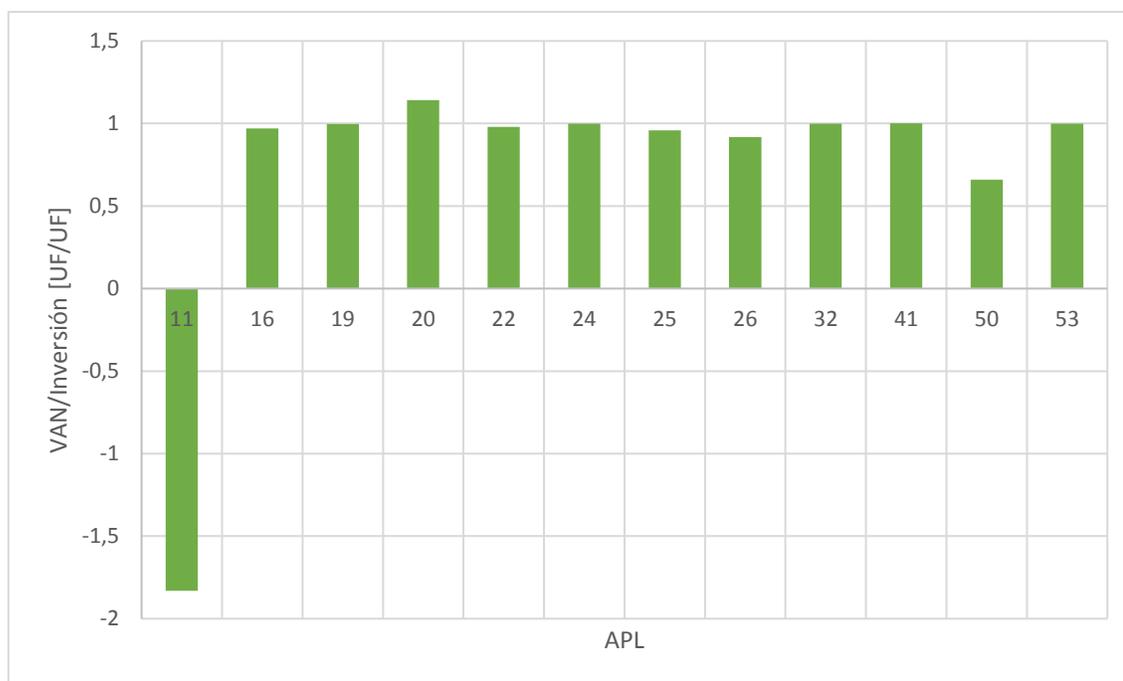


Figura 15. Valor Actual Neto (VAN) sobre la inversión para 12 APL, estimados en base al costo privado de los indicadores ambientales. No poseen datos de consumo de energía [elaboración propia].

Para el análisis de sensibilidad se consideró al escenario pesimista como un 150% del precio de la electricidad usado, y al optimista como un 50% de éste. Dicho análisis se efectuó por causa de los elevados precios de la electricidad en Chile en los años de estudio. Debido a que la mayoría de las empresas tiene contratos fijos con las distribuidoras de electricidad, cabía la posibilidad de estar sobreestimando el costo de la energía [56] [57].

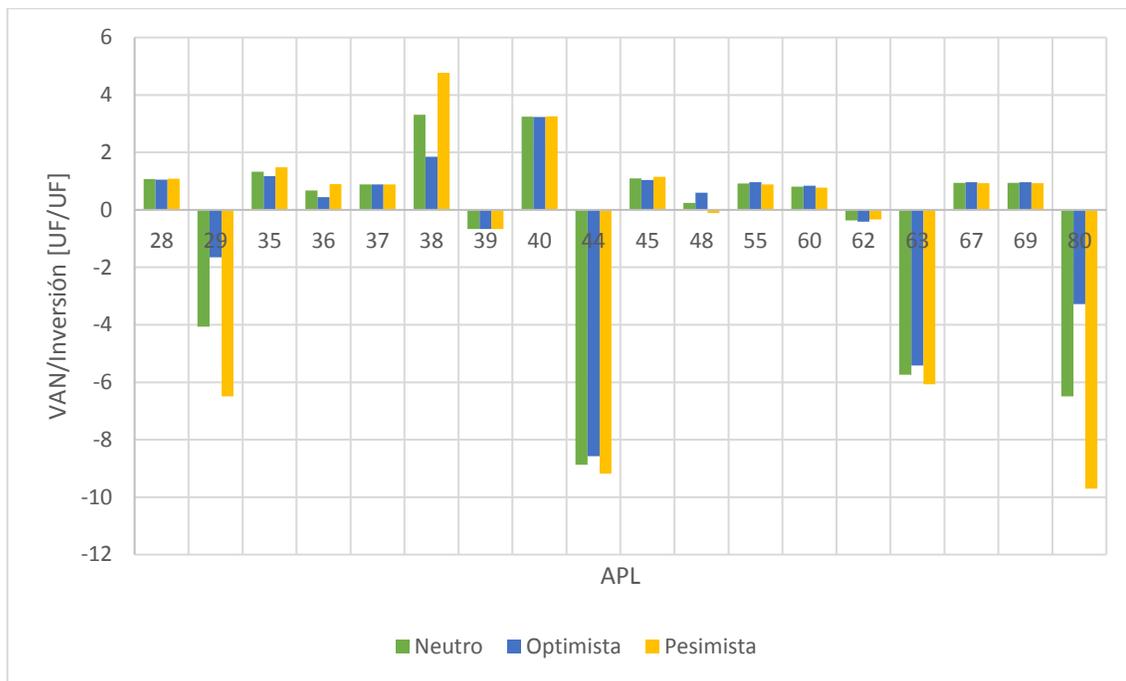


Figura 16. Valor Actual Neto (VAN) sobre inversión para 18 APL, estimados en base al costo privado de los indicadores ambientales. Se incluyen 3 escenarios generados en base a un análisis de sensibilidad sobre el precio de la electricidad [elaboración propia].

Para este enfoque 7 APL presentan un VAN negativo, debido a la alta inversión asociada. A pesar de esto la suma para los 30 acuerdos da positiva y superior a la inversión total. Los valores positivos se encuentran entre 1.700 [UF] y 1.800.000 [UF].

Se obtuvo un VAN total de 3.200.000 [UF], con un VAN promedio por APL de 106.000 [UF] (ver Anexo D). Este último valor equivale a la facturación anual de una empresa grande, según el Servicio de Impuestos Internos [52]. Con respecto a los escenarios pesimista y optimista, se puede observar que no se produce un cambio significativo en los valores obtenidos, a excepción de los APL N°29, 38 y 80, por lo que se considera que el precio de la electricidad industrial no es un factor determinante sobre el valor final del VAN, siendo posible utilizar los valores internacionales sin mayores riesgos de sobre o subestimación.

De lo anterior se tiene que las empresas no ven su desempeño económico mermado por el gasto de inversión para la implementación de los APL. A pesar de esto, es importante mencionar que el supuesto más fuerte en este análisis consideró los ahorros privados de los indicadores ambientales equivalente a los flujos de caja, por lo que puede existir una sobreestimación del VAN al no considerar otros costos asociados.

A pesar de esto, en base a los 2 enfoques propuestos, se considera que los acuerdos son eficientes desde un punto de vista económico. Sobre todo, considerando que sólo se incluyó la inversión efectuada por parte de las empresas adscritas, siendo que existen fondos externos para la implementación de los acuerdos, como aportes de CORFO, por ejemplo.

Estos aportes entran en el criterio de costos de administración y conformidad, que debiese incluirse en un estudio posterior para estimar de forma más certera los impactos económicos de los APL.

## **5. Evaluación social**

### **5.1 Metodología: Efectos de innovación y aprendizaje**

Para este criterio, el concepto de innovación no se refiere solamente a nuevas creaciones o cambios radicales, si no que incluye mejoras incrementales que se den en la cotidianidad, considerando el aprendizaje asociado a la experiencia adquirida por la implementación del acuerdo [39].

Debido a que esta variable representa a la evaluación social de los acuerdos, se decidió que su cuantificación debe estar relacionada con los trabajadores de las empresas adscritas a los APL. Considerando esto y el concepto de aprendizaje e innovación mencionado anteriormente, es que se utilizará como indicador al número de trabajadores capacitados en temáticas relacionadas a la producción limpia. Al tener mayores conocimientos y capacidades, se asume que los trabajadores capacitados serán capaces de ejercer las mejoras incrementales mencionadas, aportando al rendimiento de las empresas.

Al igual que para el ámbito económico, no se generó un escenario base de comparación, puesto que no hay una referencia previa al acuerdo, por lo que se asume que el número de trabajadores capacitados era cero. De haber existido capacitaciones por parte de la empresa, éstas no poseían una relación directa con las metas y acciones de los APL, por lo que sólo se consideraron las capacitaciones realizadas durante la implementación de los acuerdos.

No se realizó una conversión monetaria de este indicador, por la dificultad en su estimación, quedando fuera del alcance del análisis. Se descartó calcular un VAN social, ya que el costo de las capacitaciones se incluyó en la evaluación económica, por lo que el análisis sería redundante.

### **5.2 Resultados sociales**

Para llevar a cabo la evaluación social, se consideraron aquellos acuerdos que contaban con información sobre capacitaciones, obteniendo una muestra de 25 APL. El detalle se muestra en la Figura 17.

Se puede apreciar que el acuerdo con más trabajadores capacitados es el número 28, con cerca de 27 mil personas. En total, se tiene que se capacitaron 71.603 trabajadores, con un promedio de 2.864 por empresa.

Se tiene que, para 17 acuerdos, el total de trabajadores es de 98.614, de los cuales un 67,95% fue capacitado, por lo que es posible extrapolar, y decir que aproximadamente un 70% de los trabajadores pertenecientes a las empresas adscritas a los acuerdos fue capacitado.

Con respecto a las metas, 4 acuerdos pedían que un 100% de los trabajadores fuese capacitado, mientras que un 5° exigía un 25%. El resto de los acuerdos sólo declaraba los temas que se debían incluir en los programas de capacitación.

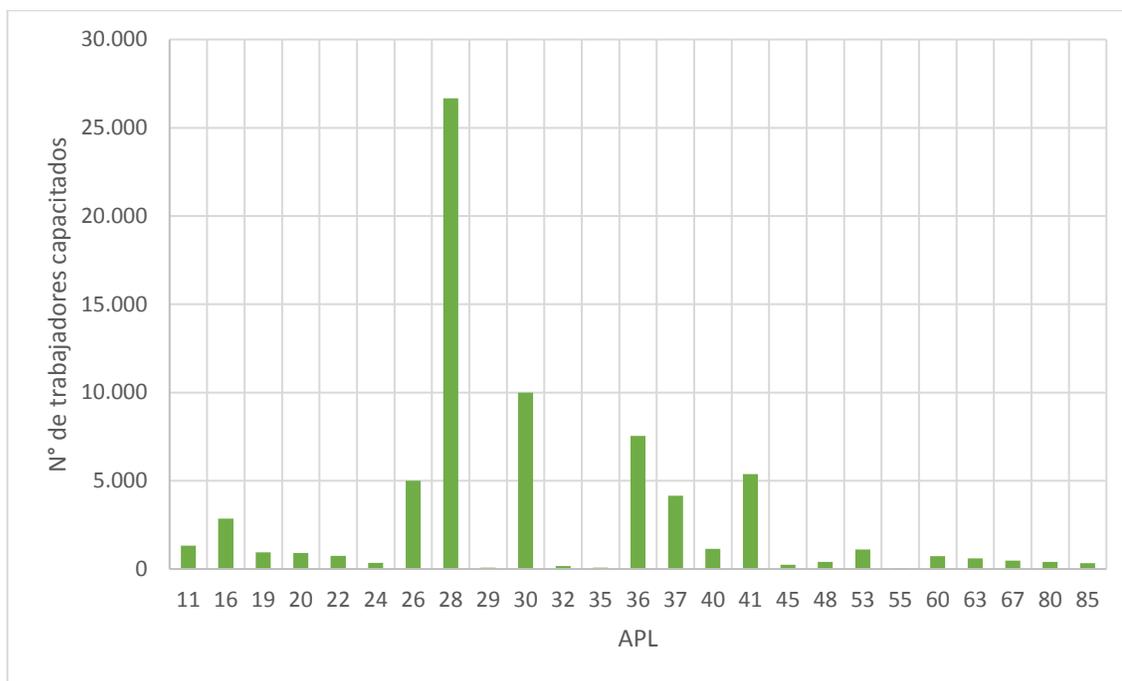


Figura 17. Número de trabajadores capacitados por APL para 25 acuerdos [elaboración propia].

De la muestra analizada, 3 APL lograron el 100%, otro capacitó a un 95%, y al acuerdo que se le pedía un 25%, logró capacitar a un 11% de sus trabajadores (ver Anexo E).

Se considera que la capacitación es un efecto de innovación y aprendizaje efectivo para cuantificar el impacto social de los APL, aunque de forma acotada, pues se corresponde directamente con la mejora en el rendimiento de las empresas [58]. Además, al utilizar nuevas tecnologías es necesario capacitar a los trabajadores en su correcto uso, o pueden incluso ser causa de problemas dentro de los procesos productivos.

En el ámbito de innovación, debido a los altos períodos asociados con el recambio tecnológico, se considera que la inversión en nuevas tecnologías tiene un efecto a largo plazo que escapa al alcance de este trabajo, mientras que los efectos a corto plazo son difíciles de cuantificar.

Con respecto al aprendizaje, se considera que el conocimiento es clave para el desarrollo de las distintas actividades productivas, como se plantea en el concepto de complejidad económica. Éste hace referencia a la importancia del conocimiento dentro de los distintos eslabones de la economía de un país. Mientras más conocimiento se posea y se distribuya de forma efectiva, más desarrollo productivo y económico se presenta [59]. Así, el aumentar el conocimiento de los trabajadores por medio de capacitaciones tiene un impacto positivo sobre el desarrollo nacional.

También se debe considerar el sentido de pertenencia de los trabajadores y su dedicación a la empresa, sumado a la curva de aprendizaje en términos de temáticas relacionadas a la producción limpia. Esto último implica que mejorarán su rendimiento a medida que pase el tiempo.

Por otro lado, estos nuevos conocimientos y aptitudes no sólo se traducen en una mayor eficiencia, sino que también en cambios de comportamiento de los trabajadores, tanto dentro de la empresa como fuera de esta. Al aprender sobre eficiencia energética, por ejemplo, no sólo se reduce el consumo de ésta en las empresas; los trabajadores pueden aplicar esta información en todas las aristas de su vida cotidiana.

Lo anterior se engloba en el criterio de efectos suaves. Si bien no fue posible su cuantificación, se supone que tienen una relación directa con la capacitación, como ya se mencionó, generando cambios a nivel empresa.

Finalmente, se decidió no transformar este indicador a una unidad monetaria, por la complejidad al momento de abordarlo y la poca disponibilidad de información.

## 6. Rendimiento global

Para medir el rendimiento global de los acuerdos, se decidió convertir todos los impactos a unidades monetarias [UF]. Esto no fue posible para el impacto social, y sólo consideró a 2 de los 4 indicadores ambientales, por lo que no es totalmente representativo de los impactos estimados, pero sirve para tener una visión macro del análisis.

En el caso del ámbito económico, se decidió utilizar el costo privado equivalente a la variación de los indicadores ambientales, utilizado para el cálculo del VAN en el segundo enfoque efectuado. Se consideró al escenario neutro para la estimación del consumo de energía.

En la Tabla 4 se muestra el resumen de los ahorros obtenidos, por ámbito de evaluación. Se decidió incluir el monto de la inversión total, para tener un referente de comparación (ver Anexo F).

*Tabla 4. Valores monetarios de los impactos de 34 APL [elaboración propia].*

<b>Ámbito de evaluación</b>	<b>Valor [UF]</b>
<b>Ambiental</b>	2.380.824
<b>Económico</b>	2.311.802
<b>Social</b>	-
<b>Indicador global</b>	4.692.626
<b>Inversión</b>	5.100.374

Así, se puede observar que los impactos de la implementación de los 34 APL considerados equivalen a un ahorro cercano a los 4.700.000 [UF]. Este valor corresponde a un quinto del gasto en I+D<sup>21</sup> a nivel nacional en el año 2014 [53].

Si bien el resultado obtenido es inferior a la inversión, se debe considerar que no están incluidos todos los aspectos evaluados en el indicador, como el aporte social de la energía y la gestión de residuos, por lo que es razonable suponer que este indicador podría haber superado a la inversión de haberse incluido lo antes mencionado. Además, tampoco se consideraron los ahorros declarados explícitamente por las empresas por concepto de la implementación de los APL, para evitar contabilizar 2 veces algunas variables.

También se debe considerar que casi todos los APL presentaron un VAN positivo, por lo que la inversión no presenta problemas sobre el desempeño económico de las empresas, a pesar de poseer un valor mayor al indicador global. Además, conlleva un beneficio ambiental y social.

De manera individual, el acuerdo con mayor ahorro es el número 11. Esto se debe a lo mencionado en el ítem de gestión de residuos, pues en este acuerdo se aumentó considerablemente el tratamiento de residuos, en comparación con el resto de los APL. También se debe mencionar que hay 4 acuerdos que presentan un valor negativo, y corresponden a los APL N° 20, 35, 38 y 40. El detalle de dicho comportamiento ya se señaló en la sección de evaluación ambiental, pero se debe, a grandes rasgos, a que estas empresas aumentaron su generación de residuos y/o consumo de energía, y en el caso del acuerdo 35, además hay un alza en las emisiones GEI.

---

<sup>21</sup> Investigación y desarrollo.

Por otro lado, se realizó una comparación por sector, que se muestra en la Tabla 5.

*Tabla 5. Rendimiento sectorial de los 34 acuerdos seleccionados [elaboración propia].*

<b>Sector</b>	<b>N° de acuerdos</b>	<b>Ahorro global [UF]</b>	<b>Aporte al total [%]</b>
<b>Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca</b>	8	118.739,40	2,53
<b>Industrias manufactureras</b>	19	4.433.601,78	94,48
<b>Construcción</b>	1	8.090,61	0,17
<b>Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas</b>	2	168.799,38	3,60
<b>Actividades de alojamiento y de servicio de comidas</b>	4	-36.605,07	-0,78

El sector con mayor número de acuerdos posee a su vez el mayor ahorro, lo que puede parecer lógico a primera vista. Ahora bien, si se observa en orden decreciente al número de acuerdos, se tiene que la relación anterior no se cumple. Aún más, en el sector de actividades de alojamiento y de servicio de comidas se presenta un gasto en vez de un ahorro. Esto puede deberse a las diferencias intrínsecas de cada sector, variando la intensidad del uso de energía y agua, por ejemplo, o el nivel de flujos monetarios que se manejan.

También se comparó en función del tamaño de las empresas, como se muestra en la Tabla 6. Este tamaño se definió en base al tamaño de empresa que tenía mayor preponderancia en cada APL.

*Tabla 6. Rendimiento por tamaño de los 34 acuerdos seleccionados [elaboración propia].*

<b>Tamaño</b>	<b>N° de acuerdos</b>	<b>Ahorro global [UF]</b>	<b>Aporte al total [%]</b>
<b>P</b>	10	2.185.884,86	46,58
<b>M</b>	9	165.426,91	3,53
<b>G</b>	15	2.341.314,34	49,89

Si bien las empresas grandes muestran un ahorro superior, lo que se esperaba, pues poseen más acuerdos y mayores niveles de producción, las empresas medianas presentan un ahorro bastante menor, siendo superadas por las empresas pequeñas. No se puede argumentar en base al número de acuerdos, pues sólo tienen 1 de diferencia. Es posible que los APL con preponderancia de empresas pequeñas tuviesen un mayor número de adscritos. Por otro lado, puede que sean más flexibles al cambio, donde una pequeña modificación presente de gran impacto.

Por último, se realizó este análisis en función del año en que se firmó el acuerdo, mostrado en la Tabla 7.

Tabla 7. Rendimiento anual de los 34 acuerdos seleccionados [elaboración propia].

<b>Año</b>	<b>Nº de acuerdos</b>	<b>Ahorro global [UF]</b>	<b>Aporte al total [%]</b>
<b>2003</b>	1	2.027.111,46	43,20
<b>2004</b>	3	-23.847,65	-0,51
<b>2005</b>	5	-267.100,48	-5,69
<b>2006</b>	4	881.255,70	18,78
<b>2007</b>	6	-90.632,39	-1,93
<b>2008</b>	2	59.921,70	1,28
<b>2009</b>	4	204.215,20	4,35
<b>2010</b>	3	420.784,95	8,97
<b>2011</b>	3	292.058,44	6,22
<b>2012</b>	1	485.809,01	10,35
<b>2013</b>	2	703.050,16	14,98

En este caso tampoco se ve una relación directa, ni entre años, ni con respecto al número de acuerdos. Se pensó que podría existir una componente temporal en el comportamiento de los acuerdos, pues con el paso de los años han surgido nuevas tecnologías y ha aumentado la capacidad de las industrias de tratar con sus problemas ambientales, pero no parece haber una influencia directa de estos factores.

## 6.1 Cumplimiento de metas

En esta sección se busca analizar si se han cumplido las metas propuestas en las políticas nacionales de producción limpia.

La única política ya finalizada que poseía metas cuantificables corresponde a la del período 2006 – 2010, que se solapa con 19 de los APL seleccionados para la evaluación.

Los principales objetivos planteados en la política corresponden a [16]:

1. Comprometer 2.000 nuevas empresas, principalmente PyMEs.
2. 600 PyME certificadas.

Sólo analizando los 19 acuerdos mencionados, se tiene que suscribieron 1.135 nuevas empresas, 88% de las cuales corresponden a miPyMEs<sup>22</sup>. Considerando que entre 2006 y 2010 se firmaron 34 acuerdos, parece ser factible que por lo menos 2.000 empresas hayan adherido a algún APL.

Sobre la segunda meta, se tiene que 757 empresas fueron certificadas, de las cuales 618 son miPyMEs. Considerando que esta muestra corresponde a sólo un 56% de los acuerdos firmados en el período, se tiene que este objetivo fue superado con creces (ver Anexo B) [46].

<sup>22</sup> Micro, pequeña y mediana empresa.

Sobre el desempeño de la política de producción limpia 2006 – 2010, se tiene que las metas planteadas que fueron posibles de cuantificar en este estudio, fueron cumplidas.

Esto implica que es posible poner objetivos más ambiciosos a las políticas futuras, sobre todo considerando que la institucionalidad de los APL está cada vez más estable, y la población chilena está siendo más consciente sobre temáticas de sustentabilidad [60].

Siguiendo en la línea de los objetivos, pero para los acuerdos, se dieron casos en que los indicadores no eran cuantificables, o eran poco claros con respecto a la meta buscada. Una de las principales recomendaciones a nivel internacional es fijar objetivos claros y cuantificables [39]. En el caso de los APL, hay espacio para plantear objetivos más ambiciosos, pues se observó el buen desempeño que se ha tenido hasta el momento.

En términos generales, se observa que los APL representan un impacto positivo en todos los ámbitos de evaluación. Esto significa que son una herramienta eficiente para la aplicación de la política de producción limpia a nivel país. Además, cada vez está más establecida la institucionalidad de los acuerdos, y logran el objetivo de articular al sector público con el privado.

Aun así, se debe tener en cuenta que este análisis no es 100% representativo de los impactos de los APL. En primer lugar, la muestra corresponde a cerca de un 30% del total de acuerdos firmados. Si bien en un número mayor de acuerdos en comparación con otros estudios, y se considera como una muestra significativa, no representa el impacto de todos los acuerdos. Además, se utilizó un elevado número de supuestos para realizar los análisis, principalmente por la falta de datos.

Finalmente, es importante mencionar que una de las principales dificultades para evaluar los APL es la amplia variedad de temas que tocan. En este análisis se acotaron los indicadores, y se acotó la muestra, y aun así que debió manejar un volumen considerable de información, por lo que sería interesante generar APL enfocados a ciertos indicadores en particular, permitiendo a las empresas mejorar su rendimiento en ese aspecto, y asistiendo a la posibilidad de que la evaluación sea más certera.

## 7. Conclusiones

En primer lugar, tanto a nivel ambiental, económico y social, el uso de acuerdos de producción limpia genera un beneficio para las empresas que los implementan.

Al analizar el rendimiento de 34 acuerdos, de 5 sectores productivos, y firmados a lo largo de una década, comparando los escenarios antes y después de APL, se obtuvo un ahorro global de 4.700 [UF], con VAN de 1.500.000.000 [UF] y 3.200.000 [UF], dependiendo del enfoque utilizado, para una inversión total de 5.100 [UF].

En particular, existió una mejora de todos los indicadores ambientales, obteniendo una reducción en el consumo de agua de 3.000.000 [m<sup>3</sup>], en el consumo de energía de 200.000 [MWh] y en la generación de residuos sólidos de 120.000 [ton], además de un aumento en el tratamiento de residuos cercano a 5.000.000 [ton]. También se evitó la emisión de gases de efecto invernadero de alrededor de 2.000.000 [tCO<sub>2eq</sub>]. Esto corresponde a una variación porcentual promedio por APL del 1,84% para el consumo de agua, -0,43% para el consumo de energía, 26,86% para la gestión de residuos y 11,10% para las emisiones GEI. Estas variaciones se encuentran normalizadas por un flujo inicial relativo a cada indicador.

Por otro lado, en el ámbito social se capacitó al 70% de los trabajadores. Con respecto al análisis sectorial, temporal, y de tamaño, es posible aseverar que no hay una relación directa entre los impactos de un APL y el sector al que pertenece, el año en que se firma, o el tamaño de las empresas que lo componen, por lo menos en base al análisis realizado, por lo que no es posible proponer alternativas de mejora para los acuerdos en torno a estos criterios.

Sobre la política de producción limpia 2006 – 2010, se tiene que cumplió con las metas propuestas, y que esto abre espacios para plantear objetivos más ambiciosos a futuro.

Los resultados positivos obtenidos dan cuenta de la efectividad de los acuerdos de producción limpia como herramienta de aplicación de la estrategia de producción limpia, y su efecto articulador de los sectores público y privado, que es uno de los objetivos más reiterado en las políticas.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que estos valores no representan con certeza el real impacto de los APL, y estudios más detallados y con una muestra más grande deben llevarse a cabo. Esto se debe a que los resultados dependen de la metodología de cálculo, la muestra utilizada y la información disponible, que era más bien acotada.

A pesar de lo anterior, se debe destacar el impacto de los APL, sea estimado de forma certera o no, pues generan un vínculo entre las políticas ambientales y el desarrollo productivo del país. Lo importante es continuar impulsando políticas que protejan al medio ambiente, en conjunto con las industrias y trabajadores de Chile.

## 8. Recomendaciones

En base al análisis realizado, se recomienda:

1. Solicitar registros detallados al momento de realizar las auditorías de los acuerdos. Así, se podrán cuantificar sus efectos de forma más minuciosa y precisa.
2. Definir objetivos más concretos. El pedir sólo una reducción de consumo de cierto indicador genera menos incentivo que solicitar, por ejemplo, la disminución del 20% o el 50%.
3. Por lo mismo, los objetivos también pueden ser más ambiciosos. No necesariamente tiene que ser un 50%, pero tampoco un 5%. En especial si se considera que el indicador cuantifica el resultado en función de la producción, por lo que la rentabilidad de las empresas no debería verse perjudicada.
4. Potenciar metas de eficiencia energética, pues es el indicador menos eficiente dentro de los analizados, pero pequeñas variaciones porcentuales implican cambios significativos en términos de ahorro económico.
5. Considerar realizar acuerdos que traten menos temas, pero con un enfoque más profundo en ellos.
6. Realizar un análisis más elaborado, incluyendo más criterios que en este estudio no se consideraron, pero que son influyentes para el análisis, como los costos de administración y conformidad.

## 9. Glosario

**(mi)PyME:** (Micro) Pequeña y Mediana Empresa.

**AAPL:** Antes de APL. Se refiere al dato o escenario correspondiente al comienzo de la implementación del acuerdo.

**APL:** Acuerdo de Producción Limpia. Es un convenio celebrado entre un sector empresarial, empresa(s) y el (los) organismo(s) público(s) con competencia en las materias del acuerdo, cuyo objetivo es aplicar la producción limpia a través de metas y acciones específicas [61].

**CIU:** Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas. Es la clasificación internacional de referencia de las actividades productivas, generado por las Naciones Unidas [47].

**CPL:** Consejo Nacional de Producción Limpia. Es un comité público-privado cuya finalidad es impulsar, desarrollar y ejecutar la política de producción limpia, y es responsable de validar y coordinar el desarrollo de los APL [61].

**DAPL:** Después de APL. Se refiere al dato o escenario correspondiente al término de la implementación del acuerdo.

**EEA:** European Environment Agency. Agencia de Medio Ambiente Europea en español. Es una organización de la Unión Europea que busca entregar información independiente y certera sobre medio ambiente [62].

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero. Corresponden a gases capaces de absorber radiación infrarroja, por lo que atrapan calor en la atmósfera, siendo responsables del efecto invernadero y, por tanto, del calentamiento global [63].

**NAMA:** National Appropriate Mitigation Action. Acción Nacional Apropiada de Mitigación en español. Se refiere a cualquier acción que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en países en desarrollo y son parte de una política nacional de Gobierno [32].

**OECD:** Organization for Economic Co-operation and Development. En español es la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Es una organización internacional que promueve políticas para mejorar el rendimiento económico y bienestar social de la población. En la actualidad agrupa a 35 países, incluyendo a Chile [64].

**PIB:** Producto Interno Bruto. Es el valor total de los bienes y servicios producidos en el territorio de un país en un periodo determinado, libre de duplicaciones [65].

**PL:** Producción limpia. Es una estrategia de gestión ambiental preventiva aplicada a las actividades productivas, con el objeto de incrementar la eficiencia, la productividad, reducir los riesgos y minimizar los impactos para el ser humano y el medio ambiente [61].

**VAN:** Valor Actual Neto. Indicador económico que calcula el valor presente de flujos futuros [66].

## 10. Bibliografía

- [1] CHAPMAN, Peter M. 2007. Determining when contamination is pollution — Weight of evidence determinations for sediments and effluents. *Environment International* 33(4): 492–501 [en línea] <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016041200600136X>>. [consulta: 3 enero 2017].
- [2] BRADFORD, Alina. 2015. Pollution Facts & Types of Pollution. *Live Science* [en línea]. <<http://www.livescience.com/22728-pollution-facts.html>> [consulta: 3 enero 2017].
- [3] UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION - ENVIRONMENT STATISTICS. Environment Glossary - Waste [en línea]. <<http://unstats.un.org/unsd/environmentgl/gesform.asp?getitem=1178>> [consulta: 6 enero 2017].
- [4] Solid Waste Management. United Nations Environment Programme [en línea]. <<http://www.unep.org/resourceefficiency/Policy/ResourceEfficientCities/FocusAreas/SolidWasteManagement/tabid/101668/Default.aspx>> [consulta: 9 enero 2017].
- [5] CALRECOVERY INC. Solid Waste Management (Volume I). 2005. United Nations Environment Programme
- [6] UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, People's Republic of China Version. 1998. PRINCIPLES OF POLLUTION PREVENTION AND CLEANER PRODUCTION - AN INTERNATIONAL TRAINING COURSE [en línea]. <<http://infohouse.p2ric.org/ref/02/01993.pdf>> [consulta: 9 enero 2017].
- [7] BAAS, Leo. 2005. Cleaner Production and Industrial Ecology. Delft. Eburon Academic Publishers. 25 p. [en línea] <[https://books.google.cl/books?id=QAVFuUi-uXUC&lpg=PA17&dq=Prevention in Action%253B Evidence in Examination&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cl/books?id=QAVFuUi-uXUC&lpg=PA17&dq=Prevention+in+Action%253B+Evidence+in+Examination&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false)> [consulta: 9 enero 2017].
- [8] AYRES, Robert y AYRES, Leslie. 2002. A Handbook of Industrial Ecology. Cheltenham. Edward Elgar Publishing Limited. 37-41 p. [en línea] <[http://dliia.ir/Scientific/e\\_book/Technology/Manufactures/TS\\_155\\_194\\_Production\\_Management\\_Operations\\_Management\\_/024629.pdf](http://dliia.ir/Scientific/e_book/Technology/Manufactures/TS_155_194_Production_Management_Operations_Management_/024629.pdf)> [consulta: 9 enero 2017].
- [9] ALHILALI, Smail. 2008. The UNIDO – UNEP Cleaner Production Programme. En: Conference on Resource Efficiency p. 2–3. [en línea]. <<https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/Alhilali.pdf>> [consulta: 24 agosto 2016].
- [10] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, . Resource Efficient & Cleaner Production [en línea]. <<http://www.unep.org/recp/>> [consulta: 24 agosto 2016].
- [11] UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Agenda 21. 1992.
- [12] HAGLER BAILY SERVICES INC. 1998. Final Report. Environmental Pollution Prevention Project (Draft) [en línea]. <[http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pdacw506.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pdacw506.pdf)> [consulta: 9 enero 2017].

- [13] Pollution Prevention in Chile: Lessons Learned [en línea]. <[http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pdacf161.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pdacf161.pdf)> [consulta: 9 enero 2017].
- [14] MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN. 1998. Política de fomento a la producción limpia.
- [15] CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA. 2001. Política nacional de fomento a la producción limpia 2001-2005.
- [16] CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA. 2006. Política de Producción Limpia al 2010.
- [17] Ley 20.416. Fija normas especiales para las empresas de menor tamaño 2010. [en línea]. <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1010668>> [consulta: 9 enero 2017].
- [18] CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA. 2011. Agenda de Producción Limpia hacia el 2020: Tendencias y caminos hacia la sustentabilidad y la competitividad nacional.
- [19] CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA. 2014. Agenda de producción limpia 2014 - 2018: Lineamientos para una Política Nacional.
- [20] CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA. 2005. La Experiencia de los Acuerdos de Producción Limpia.
- [21] Quiénes Somos. Consejo Nacional de Producción Limpia [en línea]. <<http://www.cpl.cl/QuienesSomos/>> [consulta: 2 abril 2016].
- [22] COMITÉ PÚBLICO-PRIVADO DE PRODUCCIÓN LIMPIA. 1998. Documento Marco “Acuerdos de Producción Limpia: Conceptos y Alcances”.
- [23] CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA. 2003. Documento de política: Acuerdos de Producción Limpia y nuevos criterios de fiscalización.
- [24] LEY NÚM. 20.920 ESTABLECE MARCO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS, LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR Y FOMENTO AL RECICLAJE 2016. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. [en línea]. <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1090894>> [consulta: 9 enero 2017].
- [25] Acuerdos de Producción Limpia. Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático [en línea]. <<http://www.agenciasustentabilidad.cl/pagina/apl>> [consulta: 10 junio 2017].
- [26] INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 2009. Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Especificaciones.
- [27] INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 2009. Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Seguimiento y control , evaluación de la conformidad y certificación.
- [28] CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA. 2008. Documento Marco para el Desarrollo e Implementación de los Acuerdos de Producción Limpia: Rol de los Servicios Públicos.
- [29] DEPARTMENT OF PUBLIC INFORMATION - UN. 1997. Earth Summit [en línea]. <<http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>> [consulta: 1 agosto 2016].

- [30] UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. 2014. First steps to a safer future: Introducing The United Nations Framework Convention on Climate Change [en línea]. <[http://unfccc.int/essential\\_background/convention/items/6036.php](http://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php)> [consulta: 3 agosto 2016].
- [31] UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. 2014. Search Decisions of the COP and the CMP [en línea]. <<http://unfccc.int/documentation/decisions/items/3597.php>> [consulta: 4 agosto 2016].
- [32] UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. 2014. FOCUS: Mitigation - NAMAs, Nationally Appropriate Mitigation Actions [en línea]. <<http://unfccc.int/focus/mitigation/items/7172.php>> [consulta: 4 agosto 2016].
- [33] MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Acciones nacionales de mitigación apropiadas (NAMAs) [en línea]. <<http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-54752.html>> [consulta: 4 agosto 2016].
- [34] UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. 2014. Pre-2020 action by countries [en línea]. <[http://unfccc.int/focus/mitigation/pre\\_2020\\_ambition/items/8167.php](http://unfccc.int/focus/mitigation/pre_2020_ambition/items/8167.php)> [consulta: 4 agosto 2016].
- [35] MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2014. PRIMER INFORME BIENAL DE ACTUALIZACIÓN DE CHILE Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [en línea]. <<http://unfccc.int/resource/docs/natc/chlbur1es.pdf>> [consulta: 4 agosto 2016].
- [36] GREEN SOLUTIONS y CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA. 2010. Estudio para el Cálculo de las Emisiones de Carbono Equivalente derivadas de la implementación de los Acuerdos de Producción Limpia realizados en Chile.
- [37] CENTRO DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO - UNIVERSIDAD CENTRAL. 2010. Estudio de Evaluación Económica-Social de 19 Acuerdos de Producción Limpia.
- [38] CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA. 2016. EN MARRUECOS: CHILE MATERIALIZA SU COMPROMISO INTERNACIONAL DE REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y CREA AGENCIA DE CAMBIO CLIMÁTICO Y SUSTENTABILIDAD [en línea]. <<http://www.cpl.cl/Noticias/noticia.php?id=1010>> [consulta: 27 noviembre 2016].
- [39] 2000. Voluntary Approaches for Environmental Policy: an Assessment. OECD Publishing [en línea]. <[http://www.oecd-ilibrary.org/environment/voluntary-approaches-for-environmental-policy\\_9789264180260-en](http://www.oecd-ilibrary.org/environment/voluntary-approaches-for-environmental-policy_9789264180260-en)> [consulta: 27 noviembre 2016].
- [40] OECD. 2003. Voluntary Approaches for Environmental Policy: Effectiveness, efficiency and usage in policy mixes. OECD Publishing. [en línea]. <[http://www.oecd-ilibrary.org/environment/voluntary-approaches-for-environmental-policy\\_9789264101784-en](http://www.oecd-ilibrary.org/environment/voluntary-approaches-for-environmental-policy_9789264101784-en)> [consulta: 27 noviembre 2016].

- [41] MAZUREK, Janice. 2003. Working Party on National Environmental Policy VOLUNTARY APPROACHES: TWO UNITED STATES CASES The Experience of Intel Corporation and Merck Pharmaceuticals in Project XL [en línea]. <[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&co te=env/epoc/wpnep\(2002\)11/final](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&co te=env/epoc/wpnep(2002)11/final)> [consulta: 27 noviembre 2016].
- [42] MIDDELKOOP, Mary et al. 2003. Working Party on National Environmental Policy VOLUNTARY APPROACHES: TWO CANADIAN CASES The ARET programme and the environmental management agreement between Environment Canada, the Ontario Ministry of the Environment and the steel company Dofasco Inc. [en línea]. <[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&co te=env/epoc/wpnep\(2002\)10/final](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&co te=env/epoc/wpnep(2002)10/final)> [consulta: 28 noviembre 2016].
- [43] CROCI, Edoardo. 2005. The handbook of environmental voluntary agreements : design, implementation and evaluation issues. Springer. 391 p.
- [44] PATON, Bruce. 2000. Voluntary environmental initiatives and sustainable industry. Business Strategy and the Environment 9(5): 328–338 [en línea]. <<http://doi.wiley.com/10.1002/1099-0836%2528200009/10%25299%253A5%253C328%253A%253AAID-BSE259%253E3.0.CO%253B2-Z>>[consulta: 27 noviembre 2016].
- [45] JIMÉNEZ, Orlando. 2007. Voluntary agreements in environmental policy: an empirical evaluation for the Chilean case. Journal of Cleaner Production 15(7): 620–637. [en línea]. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965260500257X>> [consulta: 27 noviembre 2016].
- [46] Maestro SAPL 2017 para Stakeholders. Consejo Nacional de Producción Limpia [en línea]. <[https://docs.google.com/spreadsheets/d/12sVLUFi6HSw7biU2T-ycF\\_fXELyxY98QXUxG9-XaiRs/edit#gid=1332955962](https://docs.google.com/spreadsheets/d/12sVLUFi6HSw7biU2T-ycF_fXELyxY98QXUxG9-XaiRs/edit#gid=1332955962)> [consulta: 27 noviembre 2016].
- [47] Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) - Revisión 4 . 2009. [en línea]. <[https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesM/seriesm\\_4rev4s.pdf](https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesM/seriesm_4rev4s.pdf)> [consulta: 2 marzo 2017].
- [48] EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. 1997. Environmental Agreements - Environmental Effectiveness [en línea]. <<http://www.eea.europa.eu/publications/92-9167-052-9>> [consulta: 2 marzo 2017].
- [49] ACEVEDO ANTIMIL, Maritza et al. 2011. Tarifas sociales para el servicio de agua potable en Arica, Chile y su impacto teórico en la distribución del ingreso de los usuarios. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería 19(1): 132–145. [en línea]. <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052011000100013](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052011000100013)> [consulta: 20 junio 2017].
- [50] Precios Sociales 2017. 2017. [en línea]. <<http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/precios-sociales-vigentes-2017/?wpdmdl=2392>> [consulta: 1 mayo 2017].
- [51] Cuidemos el agua: Cifras y recomendaciones. 2015. Gobierno de Chile [en línea]. <<http://www.gob.cl/cuidemos-el-agua/>> [consulta: 3 mayo 2017].

- [52] Clasificación Pyme. 2015. SOFOFA [en línea]. <<http://www.sofofa.cl/sofofa/index.aspx?channel=4301>> [consulta: 22 junio 2017].
- [53] Chile | Data. Banco Mundial. 2017. [en línea]. <<http://datos.bancomundial.org/pais/chile>> [consulta: 2 enero 2017].
- [54] EFE. 2016. Chile lidera generación de basura per cápita en Sudamérica. La Tercera [en línea]. <<http://www.latercera.com/noticia/chile-lidera-generacion-basura-per-capita-sudamerica/>> [consulta: 3 mayo 2017].
- [55] RIVAS, Francisca. 2016. Las comunas con más y menos habitantes en 2016. BioBioChile [en línea]. <<http://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/chile/2016/08/22/las-comunas-con-mas-y-menos-habitantes-en-2016.shtml>> [consulta: 27 junio 2017].
- [56] Comparación de Precios de Electricidad en Chile y países de la OCDE y América Latina. 2012.
- [57] DOWLING, Julian. 2007. El Impacto de los Precios de la Electricidad en Chile. Business Chile [en línea]. <<http://www.amchamchile.cl/2007/09/el-impacto-de-los-precios-de-la-electricidad-en-chile/>> [consulta: 20 junio 2017].
- [58] Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas. 2015.
- [59] HAUSMANN, Ricardo et al. 2011. The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity. Puritan Press. 12-16 p. [en línea]. <[http://atlas.cid.harvard.edu/media/atlas/pdf/HarvardMIT\\_AtlasOfEconomicComplexity\\_Part\\_I.pdf](http://atlas.cid.harvard.edu/media/atlas/pdf/HarvardMIT_AtlasOfEconomicComplexity_Part_I.pdf)> [consulta: 20 junio 2017].
- [60] FIGUEROA, Natalia. 2017. Contaminación del aire es la primera preocupación ambiental de los chilenos. Diario Uchile [en línea]. <<http://radio.uchile.cl/2017/04/10/contaminacion-del-aire-es-la-primera-preocupacion-de-los-chilenos-en-materia-ambiental/>> [consulta: 1 mayo 2017].
- [61] INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 2003. Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Vocabulario.
- [62] Who we are. 2017. European Environment Agency [en línea]. <<https://www.eea.europa.eu/about-us>> [consulta: 27 junio 2017].
- [63] LALLANILLA, Marc. 2015. Greenhouse Gas Emissions: Causes & Sources. Live Science [en línea]. <<https://www.livescience.com/37821-greenhouse-gases.html>> [consulta: 27 junio 2017].
- [64] About the OECD. 2017. OECD [en línea]. <<http://www.oecd.org/about/>> [consulta: 27 junio 2017].
- [65] PIB. Ministerio de Hacienda [en línea]. <<http://www.hacienda.cl/glosario/pib.html>> [consulta: 27 junio 2017].
- [66] ALLEN, Franklin et al. 2017. Principios de Finanzas Corporativas. 9a ed. México DF. MCGraw Hill. 35 p. [en línea]. <[https://www.u-cursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi\\_blog/r/Principios\\_de\\_Finanzas\\_Corporativas\\_9Ed\\_\\_Myers.pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Principios_de_Finanzas_Corporativas_9Ed__Myers.pdf)> [consulta: 3 mayo 2017].

- [67] IMURA, Hidefumi y WATANABE, Ria. 2003. Working Party on National Environmental Policy VOLUNTARY APPROACHES: TWO JAPANESE CASES Pollution Control Agreements in Yokohama City and Kitakyushu City [en línea]. <[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&co te=env/epoc/wpnep\(2002\)12/final](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&co te=env/epoc/wpnep(2002)12/final)> [consulta: 27 noviembre 2016].
- [68] KRARUP, Signe. 2003. Working Party on National Environmental Policy VOLUNTARY APPROACHES: TWO DANISH CASES The Danish agreement on industrial energy efficiency, with examples from the paper sector and the milk condensing sector [en línea]. <[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&co te=env/epoc/wpnep\(2002\)13/final](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&co te=env/epoc/wpnep(2002)13/final)> [consulta: 28 noviembre 2016].
- [69] PRICE, Lynn. 2005. Voluntary Agreements for Energy Efficiency or GHG Emissions Reduction in Industry: An Assessment of Programs Around the World. Lawrence Berkeley National Laboratory [en línea]. <<https://escholarship.org/uc/item/67c4x06h>> [consulta: 28 noviembre 2016].
- [70] BLACKMAN, Allen et al. 2012. Voluntary Environmental Agreements in Developing Countries Voluntary Environmental Agreements in Developing Countries: The Colombian Experience [en línea]. <<http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-DP-12-06.pdf>> [consulta: 28 noviembre 2016].
- [71] CABUGUEIRA, Manuel F.M. 2001. Voluntary Agreements as an environmental policy instrument — evaluation criteria. *Journal of Cleaner Production* 9(2): 121–133. [en línea]. <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652600000640>> [consulta: 28 noviembre 2016].
- [72] RENNINGS, Klaus et al. 1997. Voluntary agreements in environmental protection: experiences in Germany and future perspectives. *Business Strategy and the Environment* 6(5): 245–263. [en línea] <<http://doi.wiley.com/10.1002/%2528SICI%25291099-0836%2528199711%25296%253A5%253C245%253A%253AAID-BSE104%253E3.0.CO%253B2-F>> [consulta: 28 noviembre 2016].
- [73] COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT. 2013. Impact Assesment Accompanying the document REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL on the voluntary ecodesign scheme for imaging equipment [en línea]. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SWD:2013:0015:FIN:EN:PDF>> [consulta: 28 noviembre 2016].
- [74] MINISTERRÅDET, Nordiska. 2011. Voluntary Agreements and Environmental Labelling in the Nordic Countries [en línea]. Nordiska ministerrådets förlag. 169 p. <[https://books.google.cl/books?id=vifIkqcEke8C&dq=voluntary+agreements+environmen t+impact&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.cl/books?id=vifIkqcEke8C&dq=voluntary+agreements+environmen t+impact&source=gbs_navlinks_s)> [consulta: 28 noviembre 2016].
- [75] ANNANDALE, David et al. 2004. THE IMPACT OF VOLUNTARY ENVIRONMENTAL PROTECTION INSTRUMENTS ON COMPANY ENVIRONMENTAL PERFORMANCE. *Business Strategy and the Environment* (13): 1–12. [en línea]. <<http://people.plan.aau.dk/~tpk/RM05/assignments/fulltextAnnandale.pdf>> [consulta: 28 noviembre 2016].
- [76] ALBERINI, Anna y SEGERSON, Kathleen. 2002. Assessing Voluntary Programs to

- Improve Environmental Quality. *Environmental and Resource Economics* 22(1/2): 157–184 [en línea]. <<http://link.springer.com/10.1023/A:1015519116167>> [consulta: 28 noviembre 2016].
- [77] SEGERSON, Kathleen y MICELI, Thomas J. 1998. Voluntary Environmental Agreements: Good or Bad News for Environmental Protection *Journal of Environmental Economics and Management* 36(2): 109–130.
- [78] MORGENSTERN, Richard D. y PIZER, William A. 2007. Reality check : the nature and performance of voluntary environmental programs in the United States, Europe, and Japan. *Resources for the Future*. 189 p. [en línea] <[https://books.google.cl/books?id=7-fnStd8QcgC&dq=voluntary+environmental+agreements+evaluation&lr=&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.cl/books?id=7-fnStd8QcgC&dq=voluntary+environmental+agreements+evaluation&lr=&source=gbs_navlinks_s)> [consulta: 28 noviembre 2016].
- [79] CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA, . 2015-12-01 APL seleccionados y enlaces a documentos - Google Sheets [en línea]. <[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1\\_R0hcOIyxpYDOONbdADEJ\\_wpGgNte9Ezr\\_hUD6mHe0Y/edit#gid=683826159](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1_R0hcOIyxpYDOONbdADEJ_wpGgNte9Ezr_hUD6mHe0Y/edit#gid=683826159)> 2016 [consulta: 27 noviembre 2016].
- [80] Estadísticas de empresas por tamaño según ventas. 2016. Servicio de Impuestos Internos [en línea]. <[http://www.sii.cl/estadisticas/empresas\\_tamano\\_ventas.htm](http://www.sii.cl/estadisticas/empresas_tamano_ventas.htm)> [consulta: 30 abril 2017].
- [81] HURTADO, Javier. 2014. PROYECCIONES 2015 SECTOR CONSTRUCCIÓN. Cámara Chilena de la Construcción. [en línea] <[https://www.ccs.cl/eventos/2014/doc/Proyecciones\\_CCS\\_javier\\_Hurtado\\_\(CCHC\).pdf](https://www.ccs.cl/eventos/2014/doc/Proyecciones_CCS_javier_Hurtado_(CCHC).pdf)> [consulta: 26 abril 2017].
- [82] AGUIRRE PASCAL, Bernardita. 2014. Hasta cinco veces más que en Santiago se paga por el agua potable en el norte. *El Mercurio* [en línea]. <<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2014/01/13/hasta-cinco-veces-mas-que-en-santiago-se-paga-por-el-agua-potable-en-el-norte/>> [consulta: 26 junio 2017].
- [83] Tarifas históricas. 2017. Superintendencia de Servicios Sanitarios - Gobierno de Chile [en línea]. <<http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3514.html>> [consulta: 24 abril 2017].
- [84] U. F. 2017. Servicio de Impuestos Internos [en línea]. <<http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2017.htm>> [consulta: 26 junio 2017].
- [85] Inflación histórica Chile – inflación IPC. *inflation.eu - Worldwide Inflation Data* [en línea]. <<http://es.inflation.eu/tasas-de-inflacion/chile/inflacion-historica/ipc-inflacion-chile.aspx>> [consulta: 29 marzo 2017].
- [86] FARRIS, Paul W et al. 2010. *Marketing Metrics: The Definitive Guide to Measuring Marketing Performance*. 2a ed. New Jersey. Pearson Education, Inc. 69-71 p. [en línea]. <[http://marketing.iraninsurance.ir/documents/10623/27590/Marketing\\_Metrics.pdf](http://marketing.iraninsurance.ir/documents/10623/27590/Marketing_Metrics.pdf)> [consulta: 29 abril 2017].
- [87] MELO, O et al. 2005. Determinantes del Precio del Vino en el Mercado Chileno: Un Estudio de Precios Hedónicos. *Revista Economía Agraria* 9: 58–73. [en línea]. <[http://www.aeachile.cl/docs/r09/Melo et al.pdf](http://www.aeachile.cl/docs/r09/Melo%20et%20al.pdf)> [consulta: 13 marzo 2017].
- [88] TRONCOSO, Javier L. 2009. INGRESOS, COSTOS Y RENTABILIDAD DEL VIÑEDO CHILENO DE CASABLANCA: ESTUDIO DE UN CASO [en línea].

- <[http://www.winecoreports.com/upload/internet/TRONCOSO\\_Ingresos\\_costos\\_rentabilidad\\_del\\_viñedo\\_chileno\\_de\\_Casablanca.pdf](http://www.winecoreports.com/upload/internet/TRONCOSO_Ingresos_costos_rentabilidad_del_viñedo_chileno_de_Casablanca.pdf)> [consulta: 20 marzo 2017].
- [89] MORÁN V, Pablo. 2007. Costo de Capital para el Sector Vitivinícola Chileno: Una Propuesta Desde el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM). *Agricultura Técnica* 67(3): 309–319.
- [90] ARANEDA GALLEGOS, Ricardo del Rosario. 2006. Plantación de un parronal de uva pisquera Universidad de Chile. 32-33 p. [en línea]. <[http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/araneda\\_r/sources/araneda\\_r.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/araneda_r/sources/araneda_r.pdf)> [consulta: 20 marzo 2017].
- [91] HERRERA VÁSQUEZ, Víctor Manuel. 2015. VALORACIÓN COMPAÑÍA CERVECERÍAS UNIDAS S.A. Mediante Método de Flujo de Caja Libre Universidad de Chile. 26-27 p. [en línea]. <[http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137085/Valoración Compañía Cervecerías Unidas S.A. mediante método de flujo de caja libre.pdf?sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137085/Valoración%20Compañía%20Cervecerías%20Unidas%20S.A.%20mediante%20método%20de%20flujo%20de%20caja%20libre.pdf?sequence=1)> [consulta: 4 abril 2017].
- [92] Indicadores económicos - Región de Valparaíso. 2003. Banco Central [en línea]. <[http://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region5/indica\\_eco.htm](http://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region5/indica_eco.htm)> [consulta: 29 abril 2017].
- [93] ALONSO, Carla. 2011. Los negocios de los empresarios argentinos dueños de Kentucky Fried Chicken en Chile. *La Tercera*. p 11–15. [en línea]. <<http://diario.latercera.com/2011/05/29/01/contenido/negocios/27-70759-9-los-negocios-de-los-empresarios-argentinos-duenos-de-kentucky-fried-chicken-en.shtml>> [consulta: 29 abril 2017].
- [94] MAGGI VIDAURRE, Nicolás Santiago. 2007. Plan de negocio para una empresa productora, procesadora y comercializadora de almendras. Universidad de Chile. 51-60 p. [en línea]. <[http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/maggi\\_nv/sources/maggi\\_nv.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/maggi_nv/sources/maggi_nv.pdf)> [consulta: 11 abril 2017].
- [95] Base de datos estadísticos - Precio de la celulosa NBSK. Banco Central de Chile [en línea]. <<http://si3.bcentral.cl/Boletin/secure/boletin.aspx?idCanasta=TNJ8Q2067>> [consulta: 30 abril 2017].
- [96] 2006. La Industria de la Celulosa en Chile. *Business Chile* [en línea]. <<http://www.amchamchile.cl/2006/12/la-industria-de-la-celulosa-en-chile/>> [consulta: 1 mayo 2017].
- [97] MUÑOZ ARANDA, Leslie. 2014. Valoración de Empresas CMPC S.A. Universidad de Chile. 40-43 p. [en línea]. <[http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117339/Muñoz Aranda Leslie.pdf?sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117339/Muñoz%20Aranda%20Leslie.pdf?sequence=1)> [consulta: 29 abril 2017].
- [98] Anuario de Turismo 2015. 2016. [en línea]. <<http://www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/sites/18/2015/10/20160804-ANUARIO-TURISMO-2015.pdf>> [consulta: 30 abril 2017].
- [99] COVACEVIC CAFFARENA, Gustavo y ESNAOLA LEWIS, Víctor. 2008. Producción de huevos (Situación actual y perspectivas) [en línea]. <<http://www.odepa.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2109.pdf>> [consulta: 12 abril 2017].

- [100] MOSQUEIRA, Claudio et al. 2005. Avícola Orgánica Universidad de Chile. 21 p. [en línea]. <[http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139812/Avicola\\_organica.pdf?sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139812/Avicola_organica.pdf?sequence=1)> [consulta: 12 abril 2017].
- [101] 2006. La Industria de los Tableros de Madera en Chile. Revista Celulosa y Papel - ATPC. p23-24. [en línea]. <<http://www.atcp.cl/revistas/200603TablerosdeMadera.PDF>> [consulta: 1 mayo 2017].
- [102] CÁRCAMO ROJAS, Leonardo. 2015. Plan de negocio de una empresa de arriendo de maquinaria para movimiento de tierras en el rubro de la construcción. Universidad de Chile. 63-75 p. [en línea] <<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132849/Plan-de-negocio-de-una-empresa-de-arriendo-de-maquinaria-para.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [consulta: 12 abril 2017].
- [103] YEFI BARRÍA, Roxana Isabel y ULLOA OBANDO, Rodrigo Andrés. 2010. Plan de negocio. Tour operador de turismo. Universidad Austral de Chile. 69-70 p. [en línea]. <<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bpmfey.7p/doc/bpmfey.7p.pdf>> [consulta: 12 abril 2017].
- [104] SANTA CRUZ, Francisco. 2016. Valoración de pesquera Azul Profundo mediante método de flujo de caja descontado. Universidad de Chile. 40-56 p. [en línea]. <[http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140137/Santa\\_Cruz\\_Castro\\_Francisco.pdf?sequence=2](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140137/Santa_Cruz_Castro_Francisco.pdf?sequence=2)> [consulta: 12 abril 2017].
- [105] GONZÁLEZ JOFRE, Alejandro Alfonso. 1997. Evaluación técnico económica de dos alternativas de inversión en un predio lechero de la X Región Universidad Austral de Chile. 12-18 p. [en línea]. <<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/1997/fvg643e/doc/fvg643e.pdf>> [consulta: 12 abril 2017].
- [106] Dólar observado. 2017. Servicio de Impuestos Internos [en línea]. <[http://www.sii.cl/valores\\_y\\_fechas/dolar/dolar2017.htm](http://www.sii.cl/valores_y_fechas/dolar/dolar2017.htm)> [consulta: 20 febrero 2017].
- [107] TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS. 2001. [en línea]. <[http://www.sinia.cl/1292/articles-31698\\_recurso\\_5.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-31698_recurso_5.pdf)> [consulta: 29 abril 2017].
- [108] LEY N° 20.780 REFORMA TRIBUTARIA QUE MODIFICA EL SISTEMA DE TRIBUTACIÓN DE LA RENTA E INTRODUCE DIVERSOS AJUSTES EN EL SISTEMA TRIBUTARIO Santiago. Biblioteca del Congreso Nacional. 2016 [en línea]. <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1067194>> [consulta: 26 abril 2017].
- [109] WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.
- [110] SUSTAINABLE DEVELOPMENT COMISSION. What is sustainable development [en línea]. <<http://www.sd-commission.org.uk/pages/what-is-sustainable-development.html>> [consulta: 1 agosto 2016].
- [111] ¿Quiénes somos? Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático [en línea]. <[http://www.agenciasustentabilidad.cl/pagina/quienes\\_somos\\_1](http://www.agenciasustentabilidad.cl/pagina/quienes_somos_1)> [consulta: 22 junio 2017].

## 11. Anexos

### Anexo A. Detalle selección de variables

Tabla 8. Criterios presentes en cada fuente bibliográfica. El 1 indica que el criterio se utiliza, y el 0 que no.

Estudio	Efectividad ambiental	Eficiencia económica	Costos de administración y conformidad	Implicancias de competitividad	Efectos suaves	Efectos de innovación y aprendizaje	Viabilidad y factibilidad
<b>Internacional</b>							
Voluntary approaches: Two United States Cases (OECD, 2003) [41].	1	0	0	0	0	0	1
Voluntary approaches: Two Japanese Cases (OECD, 2003) [67].	1	1	0	1	0	0	1
Voluntary approaches: Two Canadian Cases (OECD, 2003) [42].	1	1	0	0	0	0	0
Voluntary approaches: Two Danish Cases (OECD, 2003) [68].	1	0	1	0	0	0	1
Voluntary Agreements for Energy Efficiency or GHG Emissions Reduction in Industry: An Assessment of Programs Around the World (2005) [69].	1	0	0	0	1	1	0
On the assessment of environmental voluntary agreements in Europe: lessons learned from comparative case study analysis (M. de Clercq y R. Bracke, CEEM – Ghent University) [43].	1	1	0	0	0	0	1

<b>Estudio</b>	<b>Efectividad ambiental</b>	<b>Eficiencia económica</b>	<b>Costos de administración y conformidad</b>	<b>Implicancias de competitividad</b>	<b>Efectos suaves</b>	<b>Efectos de innovación y aprendizaje</b>	<b>Viabilidad y factibilidad</b>
Environmental voluntary agreements in the dutch context (H. Bressers y T. de Bruijn, University of Twente) [43].	1	1	0	0	1	1	1
Analysing the effectiveness of an environmental voluntary agreement: the case of the Australian national packing covenant (R.L. Burrit, Australian National University; H. Lewis y K. James, RMIT University) [43].	1	0	0	0	0	0	0
Towards an integrated performance indicator for (energy) benchmarking covenants with industry (J. Couder y A. Verbruggen, University of Antwerp) [43].	1	0	0	0	0	0	0
Voluntary Environmental Agreements in Developing Countries: The Colombian Experience (2012) [70].	1	0	0	0	0	0	0
Voluntary Agreements as an environmental policy instrument - evaluation criteria (2001) [71].	1	1	0	0	0	0	1
Voluntary agreements in environmental protection: experiences in Germany and future perspectives (1997) [72].	1	1	1	0	0	0	1

<b>Estudio</b>	<b>Efectividad ambiental</b>	<b>Eficiencia económica</b>	<b>Costos de administración y conformidad</b>	<b>Implicancias de competitividad</b>	<b>Efectos suaves</b>	<b>Efectos de innovación y aprendizaje</b>	<b>Viabilidad y factibilidad</b>
Impact assesment on the voluntary ecodesign scheme for imaging equipment (2013) [73].	1	1	0	1	0	1	1
Voluntary Agreements and Environmental Labelling in the Nordic Countries (2011) [74].	1	1	0	1	0	0	1
The impact of voluntary environmental protection instruments on company environmental performance (2004) [75].	1	1	0	0	1	1	0
Assessing Voluntary Programs to Improve Environmental Quality (2002) [76].	1	1	1	1	1	1	1
Voluntary environmental initiatives and sustainable industry (2000) [44].	1	1	0	1	1	0	1
Environmental Agreements: Environmental Effectiveness (EEA, 1997) [48].	1	1	1	0	0	1	0
Voluntary Environmental Agreements: Good or Bad News for Environmental Protection? (1998) [77].	0	1	0	0	0	0	1
Reality Check: The Nature and Performance of Voluntary Environmental Programs in the United States, Europe, and Japan (2007) [78].	1	0	1	0	1	1	0
<b>Total:</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>12</b>

<b>Estudio</b>	<b>Efectividad ambiental</b>	<b>Eficiencia económica</b>	<b>Costos de administración y conformidad</b>	<b>Implicancias de competitividad</b>	<b>Efectos suaves</b>	<b>Efectos de innovación y aprendizaje</b>	<b>Viabilidad y factibilidad</b>
<b>Nacional</b>							
Voluntary agreements in environmental policy: an empirical evaluation for the Chilean case (2007) [45].	1	1	0	0	1	0	1
La Experiencia de los Acuerdos de Producción Limpia (2005) [20].	1	1	0	0	1	0	1
Estudio de Evaluación Económica-Social de 19 Acuerdos de Producción Limpia (2010) [37].	1	1	0	0	0	0	0
Estudio para el Cálculo de las Emisiones de Carbono Equivalente derivadas de la implementación de los Acuerdos de Producción Limpia realizados en Chile (2010) [36].	1	1	0	0	0	0	0
<b>Total:</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

Las fuentes para determinar los indicadores ambientales son análogas, por lo que no se incluirá el detalle de su distribución

## Anexo B. Clasificación de los APL seleccionados

Tabla 9. Acuerdos a evaluar, según clasificación CIIUv4 [46] [47].

N° APL	Nombre	CIIU	Sector (sección)	Rubro (división)	Grupo	Clase
11	Industria Vitivinícola	C1102	Industrias manufactureras	Elaboración de bebidas	Elaboración de vinos	Elaboración de vinos
16	Productores de Pisco y Procesadores de Uva Pisquera III y IV Región	C1101	Industrias manufactureras	Elaboración de bebidas	Elaboración de bebidas	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas
19	Sector Talleres de Redes	A0321	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Pesca y acuicultura	Acuicultura	Acuicultura marina
20	Fundiciones Sector Metalúrgico y Metalmecánico II	C2431	Industrias manufactureras	Fabricación de metales comunes	Fundición de metales	Fundición de hierro y acero
22	Empresas Químicas de la Región de Valparaíso	C2029	Industrias manufactureras	Fabricación de sustancias y productos químicos	Fabricación de otros productos químicos	Fabricación de otros productos químicos n.c.p.
24	Rubro Elaboración de Comidas de Servicio Rápido	I5610	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	Actividades de servicio de comidas y bebidas	Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas	Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas
25	Implementación de Buenas Prácticas Agropecuarias en el Sector de Producción Porcino Intensiva	A0145	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas	Ganadería	Cría de cerdos

<b>N° APL</b>	<b>Nombre</b>	<b>CIIU</b>	<b>Sector (sección)</b>	<b>Rubro (división)</b>	<b>Grupo</b>	<b>Clase</b>
<b>26</b>	Manejo de Residuos Industriales Sólidos en el Territorio de San Bernardo	G4669	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por mayor, excepto el de vehículos automotores y motocicletas	Otras actividades de venta al por mayor especializada	Venta al por mayor de desperdicios, desechos, chatarra y otros productos n.c.p.
<b>28</b>	Industria Procesadora de Frutas y Hortalizas	C1030	Industrias manufactureras	Elaboración de productos alimenticios	Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas
<b>29</b>	Sector Industria del Papel Región del Bío-Bío	C1701	Industrias manufactureras	Fabricación de papel y de productos de papel	Fabricación de pasta de madera, papel y cartón	Fabricación de pasta de madera, papel y cartón
<b>30</b>	Sector Industria Productores de Cecinas	C1010	Industrias manufactureras	Elaboración de productos alimenticios	Elaboración y conservación de carne	Elaboración y conservación de carne
<b>32</b>	Sector Gastronómico Comuna de Concón	I5610	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	Actividades de servicio de comidas y bebidas	Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas	Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas
<b>35</b>	Sector Alojamiento Turístico y Gastronómico Isla de Pascua	I5610	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	Actividades de servicio de comidas y bebidas	Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas	Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas
<b>36</b>	Implementación de Buenas Prácticas Agropecuarias en el Sector de Producción de Huevos	A0146	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas	Ganadería	Cría de aves de corral

<b>N° APL</b>	<b>Nombre</b>	<b>CIIU</b>	<b>Sector (sección)</b>	<b>Rubro (división)</b>	<b>Grupo</b>	<b>Clase</b>
<b>37</b>	Sector Productores de Ave de Carne	A0146	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas	Ganadería	Cría de aves de corral
<b>38</b>	Industria de Tableros y Chapas Regiones del Bío-Bío y de Los Ríos	C1621	Industrias manufactureras	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables	Fabricación de productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables	Fabricación de hojas de madera para enchapado y tableros a base de madera
<b>39</b>	Sector Construcción Región del Bío-Bío	F4100	Construcción	Construcción de edificios	Construcción de edificios	Construcción de edificios
<b>40</b>	Sector Hotelería y Gastronomía de la Región de Valparaíso Continental	I5610	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	Actividades de servicio de comidas y bebidas	Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas	Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas
<b>41</b>	Sector Fabricantes, Importadores y Distribuidores de Plaguicidas de Uso Agrícola	C2021	Industrias manufactureras	Fabricación de sustancias y productos químicos	Fabricación de otros productos químicos	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario
<b>44</b>	Pesca Extractiva y Plantas Procesadoras de Productos del Mar, Región de Coquimbo	C1020	Industrias manufactureras	Elaboración de productos alimenticios	Elaboración y conservación de pescado, crustáceos y moluscos	Elaboración y conservación de pescado, crustáceos y moluscos
<b>45</b>	Productores de Leche Bovina de la Región de Los Ríos	A0141	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas	Ganadería	Cría de ganado bovino y búfalos

<b>N° APL</b>	<b>Nombre</b>	<b>CIIU</b>	<b>Sector (sección)</b>	<b>Rubro (división)</b>	<b>Grupo</b>	<b>Clase</b>
<b>47</b>	Sector de Imprentas	C1811	Industrias manufactureras	Impresión y reproducción de grabaciones	Impresión y actividades de servicios relacionadas con la impresión	Impresión
<b>48</b>	Prevención y Valorización de Neumáticos Fuera de Uso	G4540	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por mayor y al por menor y reparación de vehículos automotores y motocicletas	Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y sus partes, piezas y accesorios	Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y sus partes, piezas y accesorios
<b>50</b>	Productores de Leche Bovina Región de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins	A0141	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas	Ganadería	Cría de ganado bovino y búfalos
<b>53</b>	Competitividad y Responsabilidad en la Industria Vitivinícola	C1102	Industrias manufactureras	Elaboración de bebidas	Elaboración de vinos	Elaboración de vinos
<b>55</b>	Salmonicultura de Agua Dulce Región de La Araucanía	A0321	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Pesca y acuicultura	Acuicultura	Acuicultura marina
<b>60</b>	Sector Metalmecánico y Fundiciones de la Región de O'Higgins	C2511	Industrias manufactureras	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos, recipientes de metal y generadores de vapor	Fabricación de productos metálicos para uso estructural

<b>N° APL</b>	<b>Nombre</b>	<b>CIU</b>	<b>Sector (sección)</b>	<b>Rubro (división)</b>	<b>Grupo</b>	<b>Clase</b>
<b>62</b>	Sector Industria Alimentaria Región de Valparaíso	C1079	Industrias manufactureras	Elaboración de productos alimenticios	Elaboración de otros productos alimenticios	Elaboración de otros productos alimenticios n.c.p.
<b>63</b>	Sector Productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó	C1040	Industrias manufactureras	Elaboración de productos alimenticios	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal
<b>67</b>	Sector Metalmecánico Región de Tarapacá	C2599	Industrias manufactureras	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	Fabricación de otros productos elaborados de metal; actividades de servicios de trabajo de metales	Fabricación de otros productos elaborados de metal n.c.p.
<b>69</b>	Zona Industrial Puchuncaví – Quintero, Región de Valparaíso	C2399	Industrias manufactureras	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p.	Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p.
<b>74</b>	Sector Industria de Alimentos Procesados	C1030	Industrias manufactureras	Elaboración de productos alimenticios	Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas
<b>80</b>	Industria de Conservas de Pescado, Región del Bío-Bío	C1020	Industrias manufactureras	Elaboración de productos alimenticios	Elaboración y conservación de pescado, crustáceos y moluscos	Elaboración y conservación de pescado, crustáceos y moluscos
<b>85</b>	Sector Frutícola de la Región de Coquimbo	A0124	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas	Cultivo de plantas perennes	Cultivo de frutas de pepita y de hueso

Tabla 10. APL seleccionados según año, n° de empresas, n° de instalaciones y tamaño. (G: Empresa grande, M: mediana, P: pequeña y m: micro).

<b>N° APL</b>	<b>Nombre</b>	<b>Año firma</b>	<b>Año inicio</b>	<b>Año término</b>	<b>N° emp inicio</b>	<b>N° inst inicio</b>	<b>N° emp término</b>	<b>N° inst término</b>	<b>G</b>	<b>M</b>	<b>P</b>	<b>m</b>	<b>Tamaño</b>
<b>11</b>	Industria Vitivinícola	2003	2004	2007	568	961	203	368	42	55	75	31	P
<b>16</b>	Productores de Pisco y Procesadores de Uva Pisquera III y IV Región	2004	2005	2008	9	21	9	20	2	7	0	0	M
<b>19</b>	Sector Talleres de Redes	2004	2005	2009	21	26	19	23	2	9	8	0	M
<b>20</b>	Fundiciones Sector Metalúrgico y Metalmecánico II	2004	2004	2008	14	15	14	15	7	6	1	0	G
<b>22</b>	Empresas Químicas de la Región de Valparaíso	2005	2005	2006	7	7	7	7	7	0	0	0	G
<b>24</b>	Rubro Elaboración de Comidas de Servicio Rápido	2005	2006	2009	4	59	4	58	4	0	0	0	G
<b>25</b>	Implementación de Buenas Prácticas Agropecuarias en el Sector de Producción Porcino Intensiva	2005	2005	2008	46	181	24	118	9	15	0	0	M
<b>26</b>	Manejo de Residuos Industriales Sólidos en el Territorio de San Bernardo	2005	2006	2008	21	22	18	19	10	8	0	0	G
<b>28</b>	Industria Procesadora de Frutas y Hortalizas	2005	2006	2008	20	29	15	20	13	2	0	0	G

<b>N° APL</b>	<b>Nombre</b>	<b>Año firma</b>	<b>Año inicio</b>	<b>Año término</b>	<b>N° emp inicio</b>	<b>N° inst inicio</b>	<b>N° emp término</b>	<b>N° inst término</b>	<b>G</b>	<b>M</b>	<b>P</b>	<b>m</b>	<b>Tamaño</b>
<b>29</b>	Sector Industria del Papel Región del Bío-Bío	2006	2006	2008	3	3	2	2	2	0	0	0	G
<b>30</b>	Sector Industria Productores de Cecinas	2006	2006	2009	19	23	13	9	7	6	0	0	G
<b>32</b>	Sector Gastronómico Comuna de Concón	2006	2006	2008	21	22	11	11	0	0	11	0	P
<b>35</b>	Sector Alojamiento Turístico y Gastronómico Isla de Pascua	2006	2007	2009	47	47	5	5	2	0	3	0	P
<b>36</b>	Implementación de Buenas Prácticas Agropecuarias en el Sector de Producción de Huevos	2007	2007	2009	57	95	46	71	16	20	10	0	M
<b>37</b>	Sector Productores de Ave de Carne	2007	2007	2009	9	480	8	420	5	3	0	0	G
<b>38</b>	Industria de Tableros y Chapas Regiones del Bío-Bío y de Los Ríos	2007	2007	2009	9	15	7	11	6	1	0	0	G
<b>39</b>	Sector Construcción Región del Bío-Bío	2007	2007	2010	17	17	7	7	2	4	1	0	M
<b>40</b>	Sector Hotelería y Gastronomía de la Región de Valparaíso Continental	2007	2007	2010	169	191	54	56	1	9	33	11	P

<b>N° APL</b>	<b>Nombre</b>	<b>Año firma</b>	<b>Año inicio</b>	<b>Año término</b>	<b>N° emp inicio</b>	<b>N° inst inicio</b>	<b>N° emp término</b>	<b>N° inst término</b>	<b>G</b>	<b>M</b>	<b>P</b>	<b>m</b>	<b>Tamaño</b>
<b>41</b>	Sector Fabricantes, Importadores y Distribuidores de Plaguicidas de Uso Agrícola	2007	2008	2011	45	175	26	113	21	4	1	0	G
<b>44</b>	Pesca Extractiva y Plantas Procesadoras de Productos del Mar, Región de Coquimbo	2008	2010	2014	16	21	16	21	1	9	0	0	M
<b>45</b>	Productores de Leche Bovina de la Región de Los Ríos	2008	2009	2012	51	51	-	-	0	18	33	0	P
<b>47</b>	Sector de Imprentas	2009	2009	2013	48	48	47	-	10	22	15	0	M
<b>48</b>	Prevención y Valorización de Neumáticos Fuera de Uso	2009	2010	2012	49	114	42	-	12	10	18	2	P
<b>50</b>	Productores de Leche Bovina Región de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins	2009	2010	2013	76	76	25	25	3	7	15	0	P
<b>53</b>	Competitividad y Responsabilidad en la Industria Vitivinícola	2009	2010	2012	441	665	422	-	40	76	306	0	P
<b>55</b>	Salmonicultura de Agua Dulce Región de La Araucanía	2010	2010	2014	14	24	8	15	8	0	0	0	G
<b>60</b>	Sector Metalmecánico y Fundiciones de la Región de O'Higgins	2010	2011	2014	32	33	12	12	0	5	6	1	P

<b>N° APL</b>	<b>Nombre</b>	<b>Año firma</b>	<b>Año inicio</b>	<b>Año término</b>	<b>N° emp inicio</b>	<b>N° inst inicio</b>	<b>N° emp término</b>	<b>N° inst término</b>	<b>G</b>	<b>M</b>	<b>P</b>	<b>m</b>	<b>Tamaño</b>
<b>62</b>	Sector Industria Alimentaria Región de Valparaíso	2010	2011	2014	12	12	6	6	3	1	2	0	G
<b>63</b>	Sector Productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó	2011	2011	2014	29	50	14	22	3	5	2	4	M
<b>67</b>	Sector Metalmecánico Región de Tarapacá	2011	2012	2014	18	23	6	6	0	5	1	0	M
<b>69</b>	Zona Industrial Puchuncaví – Quintero, Región de Valparaíso	2011	2011	2014	10	10	-	-	10	0	0	0	G
<b>74</b>	Sector Industria de Alimentos Procesados	2012	2012	2015	24	39	21	35	19	2	0	0	G
<b>80</b>	Industria de Conservas de Pescado, Región del Bío-Bío	2013	2013	2015	3	4	1	1	1	0	0	0	G
<b>85</b>	Sector Frutícola de la Región de Coquimbo	2013	2013	2015	36	48	13	22	2	4	7	0	P

La definición del tamaño de un acuerdo corresponde al tamaño de empresa con mayor número al final del acuerdo. Cabe destacar que el número de empresas bajo las categorías de G, M, P y m (empresas de tamaño grande, mediana, pequeña y micro, según la definición del SII [80]) siempre representan a la totalidad de empresas al final del acuerdo, a excepción que este dato no exista, en cuyo caso representa a la empresas al inicio del APL.

Con respecto a la validez de la representatividad de la muestra seleccionada, en la Figura 18 se muestran los acuerdos por año de firma.

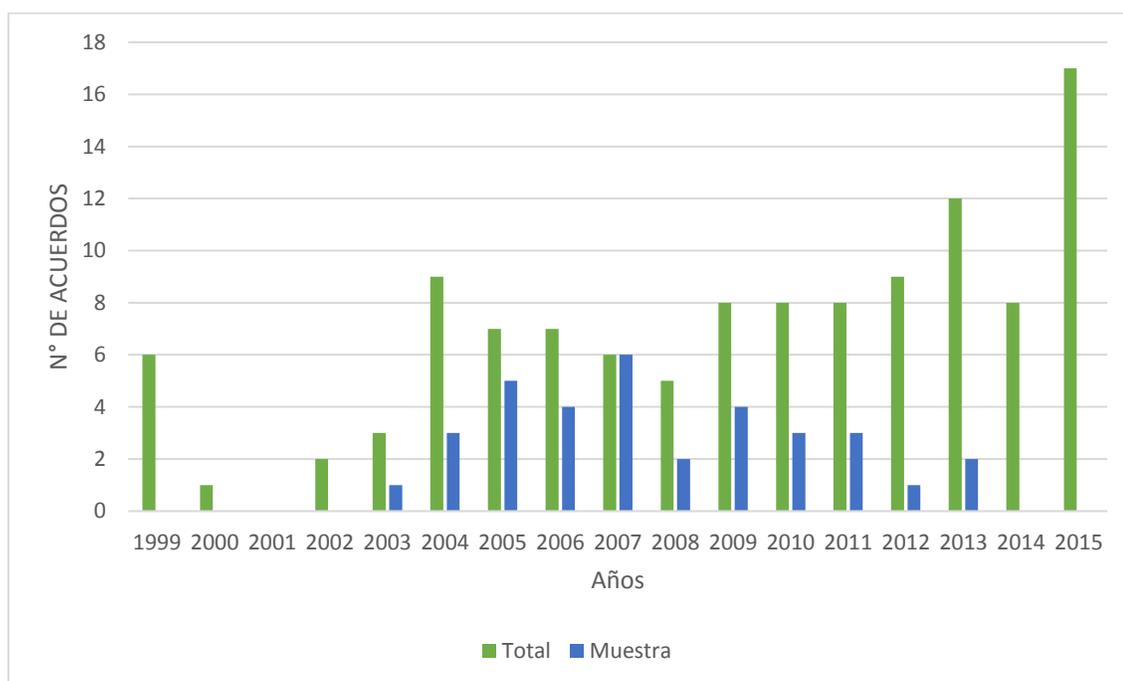


Figura 18. Comparación del N° de APL por año, entre la muestra y los últimos 116 APL firmados [elaboración propia].

Se puede observar que la distribución de la muestra difiere en forma con respecto del total de acuerdos, pero se abarca un número de años significativo. Por otro lado, en la Figura 19 se presentan los acuerdos según su sector productivo.

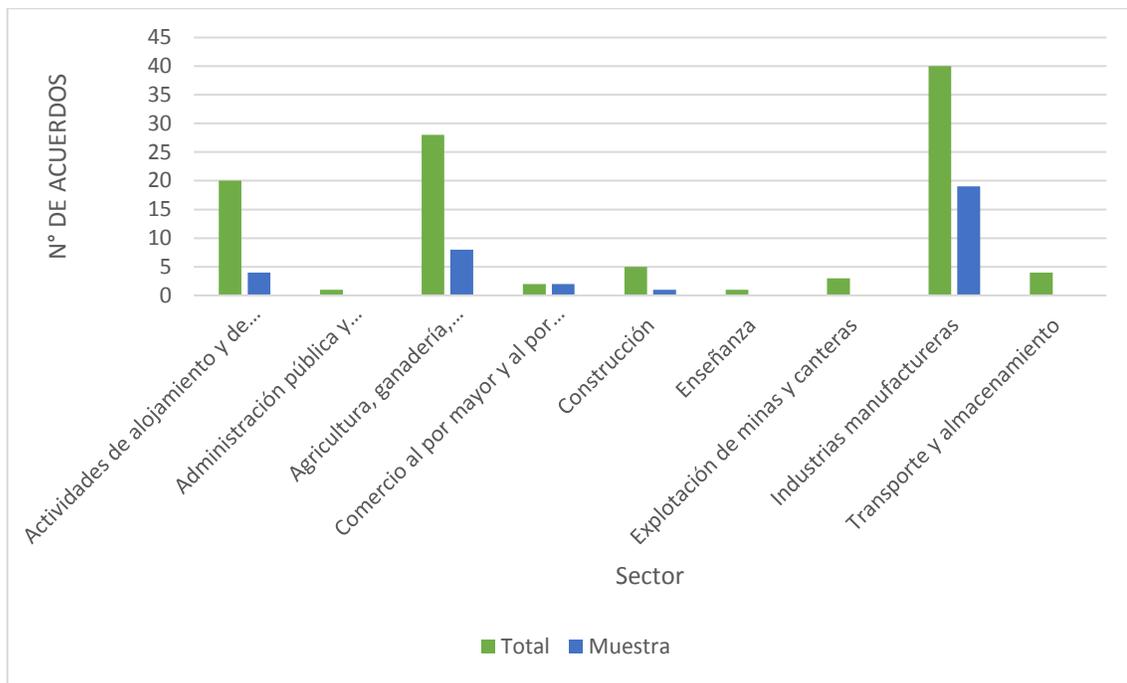


Figura 19. Comparación del N° de APL por sector, entre la muestra y los últimos 116 APL firmados [elaboración propia].

Se puede observar que, a pesar de no tener acuerdos de todos los sectores, aquellos presentes son porcentualmente similares a la distribución original. Es decir, se tienen acuerdos representantes de los sectores con mayor frecuencia, con la posible excepción de transporte y almacenamiento.

## Anexo C. Memoria de cálculo para la estimación del impacto ambiental

### C.1 Generación escenario base

Para la generación de los escenarios base se utilizaron datos de la variación en el crecimiento anual del PIB, y de los sectores de industria, agricultura, gastronomía (servicios), comercio y construcción (venta vivienda), lo que se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Porcentajes de crecimiento anual del PIB y de diversos sectores [53] [81].

Año	Crecimiento [%]					
	PIB	Industria	Agricultura	Gastronomía	Comercio	Construcción
2000	4,50	-17,62	17,01	-15,47	0,10	-
2001	3,35	3,49	3,35	3,32	-0,03	-
2002	2,17	-0,45	2,17	4,14	-0,01	-
2003	3,96	38,29	3,96	19,54	0,15	-
2004	6,04	5,52	6,04	5,86	0,36	-
2005	5,56	1,99	5,56	7,83	0,27	-
2006	4,40	1,14	3,14	6,58	0,28	-
2007	5,16	0,27	2,62	7,90	0,18	-0,85
2008	3,29	1,35	7,15	3,73	0,11	-17,95
2009	-1,04	-1,83	-5,63	0,19	-0,21	20,83
2010	5,75	2,48	0,29	7,12	0,32	-18,97
2011	5,84	2,74	11,77	7,00	0,21	-
2012	5,46	4,90	-2,16	6,02	0,00	-
2013	3,98	3,87	0,10	4,21	-0,01	-
2014	1,88	1,72	-2,97	2,28	-0,06	-
2015	2,31	1,20	4,25	2,84	-0,15	-

La Ecuación 1 corresponde a la fórmula utilizada para la generación de los escenarios base, análoga para todos los indicadores con los datos necesarios disponibles.

Ecuación 1. Generación de escenario base.

$$Indicador_{i+1} = Indicador_i \cdot (w_{i+1}\% + 1)$$

Donde *Indicador* se refiere a cualquiera de los indicadores ambientales trabajados (agua, energía, residuos, emisiones GEI), destacando que el primer dato usado debe ser el valor AAPL, que corresponde a la información previa a la implementación del acuerdo, y es a partir del cual se genera el escenario. Por otro lado, *w* se refiere a cualquiera de los valores mostrados en la Tabla 11.

## C.2 Estimación del consumo de agua

Las ecuaciones utilizadas para esta sección son análogas a los 20 acuerdos. Toda la información sistematizada de los informes de impacto, diagnósticos y otras fuentes se encuentra en una base de datos, por lo que no se incluirán los valores en ningún cálculo [79].

Para estimar el ahorro por disminución en el consumo de agua (en caso de aumentar, el ahorro queda con valor negativo), se utiliza la Ecuación 2 de forma directa, siempre que los datos estén en metros cúbicos, o una unidad similar que pueda ser convertida, como litros [L].

*Ecuación 2. Cálculo del ahorro en el consumo de agua.*

$$\text{Ahorro [m}^3\text{]} = \text{Consumo DAPL [m}^3\text{]} - \text{Consumo AAPL [m}^3\text{]}$$

En caso de que el consumo se encuentre en función de otra variable, siempre es posible calcular el ahorro, si se tienen los datos de la otra variable. En la Ecuación 3 se ejemplifica esta situación, con el consumo de agua en función de la producción, indicador muy típico en los APL.

*Ecuación 3. Cálculo del ahorro en el consumo de agua, cuando éste se encuentra en función de la producción.*

$$\begin{aligned} \text{Ahorro [m}^3\text{]} = & \text{Consumo DAPL} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{ton producida}} \right] \cdot \text{Producción DAPL [ton producida]} \\ & - \text{Consumo AAPL} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{ton producida}} \right] \cdot \text{Producción AAPL [ton producida]} \end{aligned}$$

Para el cálculo del porcentaje de reducción logrado, simplemente se aplica la Ecuación 4.

*Ecuación 4. Cálculo del porcentaje de reducción de consumo de agua.*

$$\text{Reducción [\%]} = \frac{\frac{\text{Ahorro [m}^3\text{]}}{\text{Duración acuerdo [año]}}}{\frac{\text{Consumo AAPL [m}^3\text{]}}{\text{Período AAPL [año]}}} \cdot 100[\%]$$

Donde *Período AAPL* hace referencia al número de años considerados dentro de AAPL, en general, este número corresponde a 1.

Por otro lado, para evaluar los resultados en función de los escenarios base, estos deben haberse generado en función de la Ecuación 1. El consumo final de dichos escenarios debe pertenecer al mismo año que el *Consumo DAPL*.

Para calcular el porcentaje de diferencia con los escenarios base, se debe utilizar la Ecuación 5.

*Ecuación 5. Cálculo del porcentaje de diferencia con respecto al escenario base.*

$$\begin{aligned} & \text{Diferencia EB}_i(\text{Sector o PIB}) \\ = & \frac{\text{Consumo final EB}_i \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \right] - \text{Consumo DAPL} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \right]}{\text{Consumo AAPL} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \right]} \cdot 100[\%] \end{aligned}$$

Con respecto a los APL que poseían una meta de reducción en particular, basta con utilizar la Ecuación 6 para obtener el porcentaje de cumplimiento del acuerdo.

*Ecuación 6. Cálculo del cumplimiento de la meta de consumo de agua.*

$$Rendimiento_{meta} [\%] = \frac{Reducción [\%]}{Meta [\%]} \cdot 100[\%]$$

Finalmente, para la conversión a unidad monetaria, con el fin de normalizar la información para su posterior comparación, se debe utilizar la Ecuación 7.

*Ecuación 7. Cálculo del ahorro de consumo de agua en unidad monetaria.*

$$Ahorro [UF] = \frac{\left( Duración\ APL [mes] \cdot Costo\ fijo \left[ \frac{CLP\$}{mes} \right] + Ahorro [m^3] \cdot Costo\ variable \left[ \frac{CLP\$}{m^3} \right] \right)}{Precio\ UF \left[ \frac{CLP\$}{UF} \right]}$$

Para este cálculo se utilizaron tarifas sociales propuestas para los ciudadanos pertenecientes al primer quintil de la ciudad de Arica, para el año 2009, donde el costo fijo equivale a 432  $\left[ \frac{CLP\$}{mes} \right]$  y el costo variable es igual a 462  $\left[ \frac{CLP\$}{m^3} \right]$  [49]. Debido a los altos costos de agua del norte de Chile [82], se decidió no ajustar las tarifas por año y variabilidad de ubicación, como ocurre con aquellas determinadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios y las compañías de agua potable [83], puesto que se considera que dichos costos sirven como un factor de seguridad que amortigua el efecto de los supuestos, además de ser un costo social y no privado.

En la Tabla 12 se muestran los valores de UF utilizados para la estimación. Se consideró el valor al 1 de enero de cada año.

*Tabla 12. Valores Unidad de Fomento (UF) utilizados [84].*

<b>Año</b>	<b>Valor UF [CLP\$]</b>
<b>2003</b>	16.743,58
<b>2004</b>	16.918,36
<b>2005</b>	17.318,73
<b>2006</b>	17.973,65
<b>2007</b>	18.335,20
<b>2008</b>	19.627,70
<b>2009</b>	21.451,88
<b>2010</b>	20.939,49
<b>2011</b>	21.456,25
<b>2012</b>	22.296,19
<b>2013</b>	22.837,06

Finalmente, un resumen los resultados se muestra en la Tabla 13, mientras que la evolución del consumo y los escenarios base se presentan en la Figura 20, la Figura 21, la Figura 22 y la Figura 23. Todos se encuentran en metros cúbicos versus años.

Tabla 13. Resultados de evaluación ambiental [elaboración propia].

N°	Ahorro [m <sup>3</sup> ] [79]	Reducción [%]	EB <sub>1</sub> (sector) [%]	EB <sub>2</sub> (PIB) [%]	Logro meta [%]	Costo social [UF]
<b>11</b>	294.407	1,67	3,20	5,08	83,4	8.125,02
<b>16</b>	519.77,63	8,43	8,78	10,65	126,44	1.420,30
<b>19</b>	-7.403	-1,76	-1,16	-0,50	-	-200,32
<b>25</b>	488.735	1,19	4,01	4,01	-	13.038,85
<b>28</b>	-5.744.116	-106,57	-100,75	-85,73	-	-153.230,39
<b>29</b>	2.427.326	3,73	5,69	4,09	271,19	62.394,15
<b>36</b>	76.085	3,31	3,64	3,96	-	1.918,00
<b>37</b>	74.556	1,37	1,72	2,06	-	1.879,47
<b>38</b>	3.723.008	0,99	0,93	2,66	42,4	93.811,38
<b>39</b>	9.610	24,44	24,25	24,83	-	243,00
<b>40</b>	6.053	3,74	5,76	5,06	-	153,37
<b>44</b>	170.060	34,35	34,90	35,16	-	4.003,43
<b>45</b>	319	0,45	2,65	3,95	-	8,30
<b>47</b>	3.711	19,78	20,62	20,98	-	80,65
<b>50</b>	647.188,8	6,87	8,41	8,53	-	13.939,44
<b>53</b>	31.237	3,70	4,63	5,84	-	674,91
<b>60</b>	195	1,40	3,21	3,26	-	4,80
<b>63</b>	968.298,4	8,27	9,83	9,87	-	20.850,07
<b>67</b>	425	5,53	7,18	7,23	-	9,63
<b>85</b>	38.003	15,83	16,03	16,54	-	769,49
<b>Total</b>	3.259.675,83	36,71	63,52	87,51	768,43	69.893,54
<b>Prom</b>	162.983,79	1,84	3,18	4,38	128,07	3.494,68

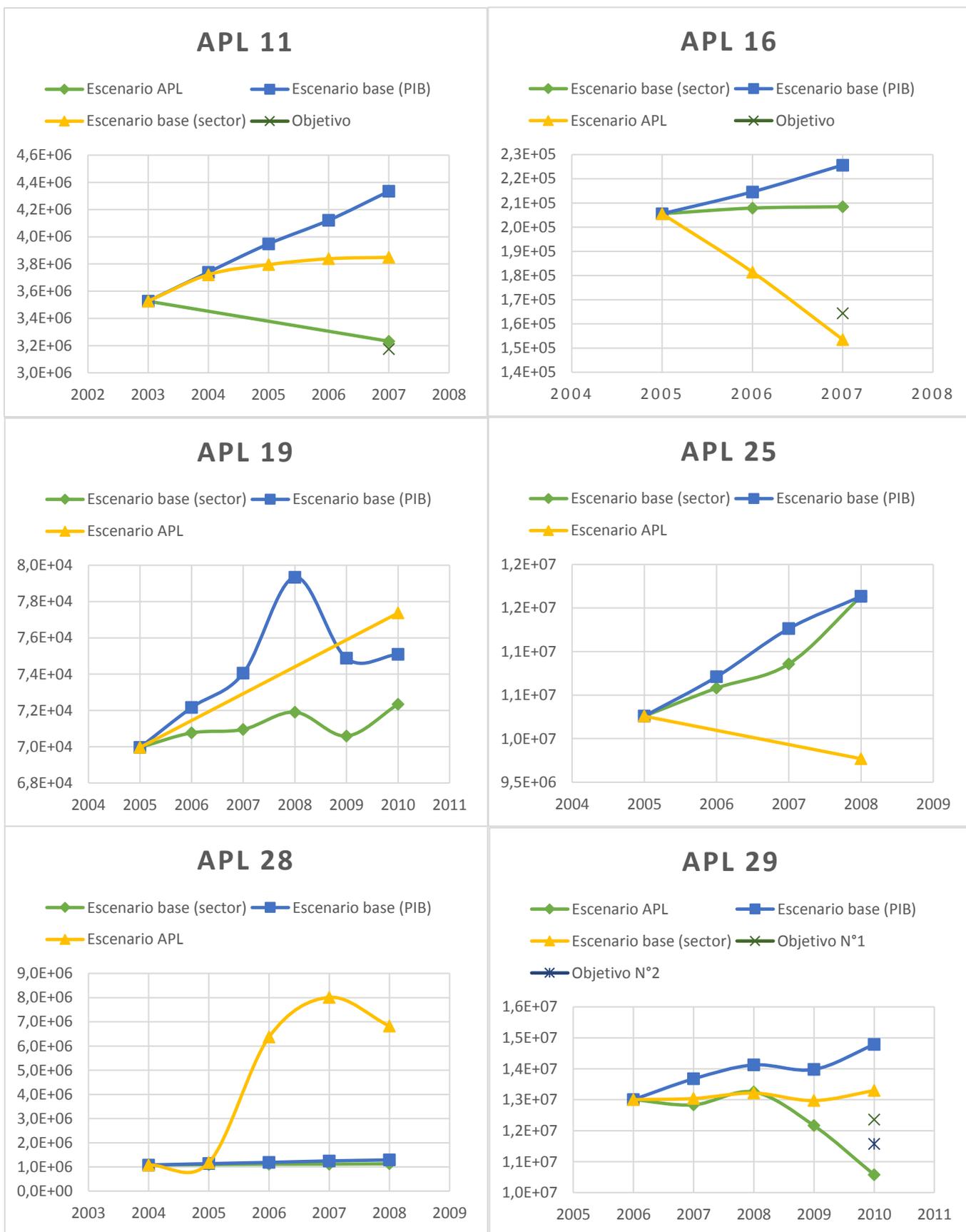


Figura 20. Consumo de agua de los APL 11, 16, 19, 25, 28 y 29 [elaboración propia].



Figura 21. Consumo de agua de los APL 36, 37, 38, 39, 40 y 44 [elaboración propia].



Figura 22. Consumo de agua de los APL 45, 47, 50, 53, 60 y 63 [elaboración propia].

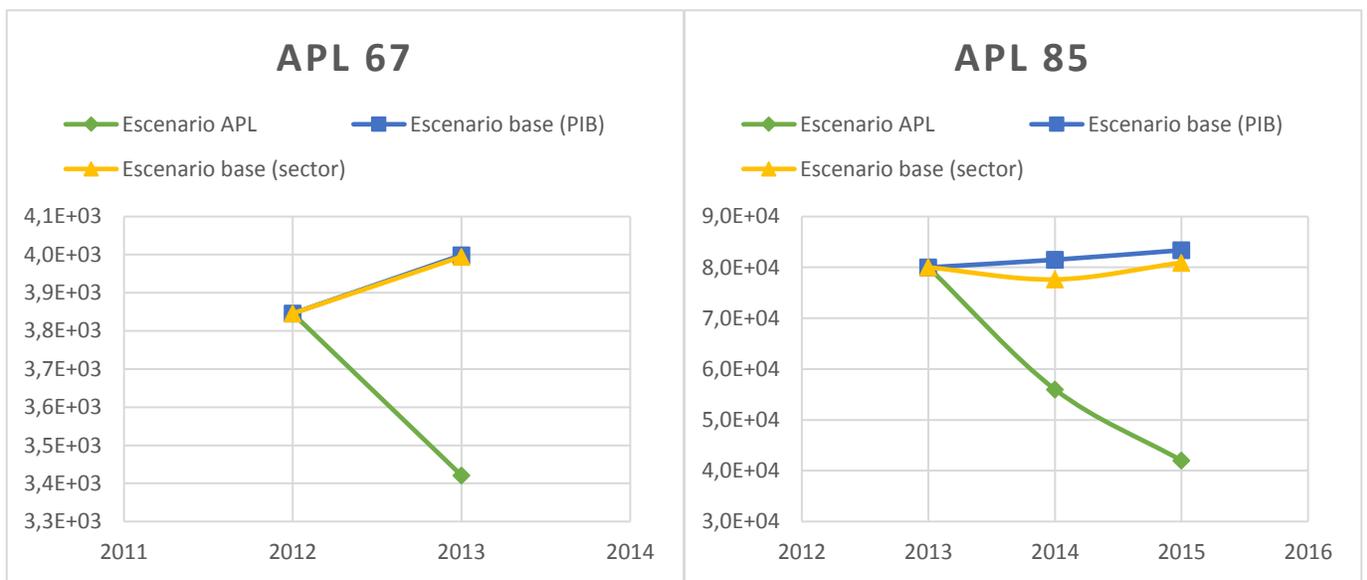


Figura 23. Consumo de agua de los APL 67 y 85 [elaboración propia].

### C.3 Estimación del consumo de energía

En el caso de este indicador, todas las ecuaciones enunciadas en el punto anterior pueden ser utilizadas de manera análoga, reemplazando la unidad, de [m<sup>3</sup>] a [kWh]. La única que no ajusta es la Ecuación 7, sobre la estimación monetaria, puesto que no se encontraron tarifas sociales para el costo de la energía.

Al aplicar las ecuaciones mostradas en la sección anterior se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 14.

*Tabla 14. Resultados evaluación consumo de energía [elaboración propia].*

N°	Ahorro [kWh] [79]	Reducción [%]	EB <sub>1</sub> (sector) [%]	EB <sub>2</sub> (PIB) [%]	Logro meta [%]
28	- 25.451.100,00	-10,41	-9,46	-6,23	-
29	296.421.777,78	3,01	3,38	5,05	-
35	-1.622.805,00	-5,54	-4,07	-4,69	-142,46
36	-510.006,00	-2,33	-1,93	-1,55	-
37	70.605,00	0,13	0,49	0,85	-
38	-84.398.442,00	-0,46	-0,63	0,28	-
39	2.387,00	1,92	-3,73	3,65	-
40	-128.462,00	-12,85	-9,7	-10,79	-
44	750.354,00	7,84	9,81	10,02	-
45	-167.604,00	-3,99	0,037	-0,01	142,46
47	0	0	-0,70	2,93	-
48	24.162.778,00	-	-	-	-
55	881.611,00	2,79	4,71	5,86	-
60	138.390,00	1,42	4,04	4,23	-
62	- 603.493,00	-1,55	0,37	0,42	-
63	560.084,00	1,52	4,13	6,65	-
67	20.515,00	1,56	6,2	6,48	-
69	20.481.089,00	1,51	4,13	4,31	-
74	1.096.046,00	1,84	1,89	3,68	73,57
80	-179.722,00	-4,54	-3,89	-3,31	-166,20
85	2.889.892,99	9,49	10,09	10,34	-
<b>Total</b>	234.413.895,77	-8,63	15,17	38,17	-295,30
<b>Prom</b>	11.162.566,47	-0,43	0,76	1,91	-73,83

El consumo de energía durante el transcurso de los acuerdos, y los escenarios base se muestran en la Figura 24, la Figura 25, la Figura 26 y la Figura 27. Todos los gráficos se encuentran en kWh versus años.

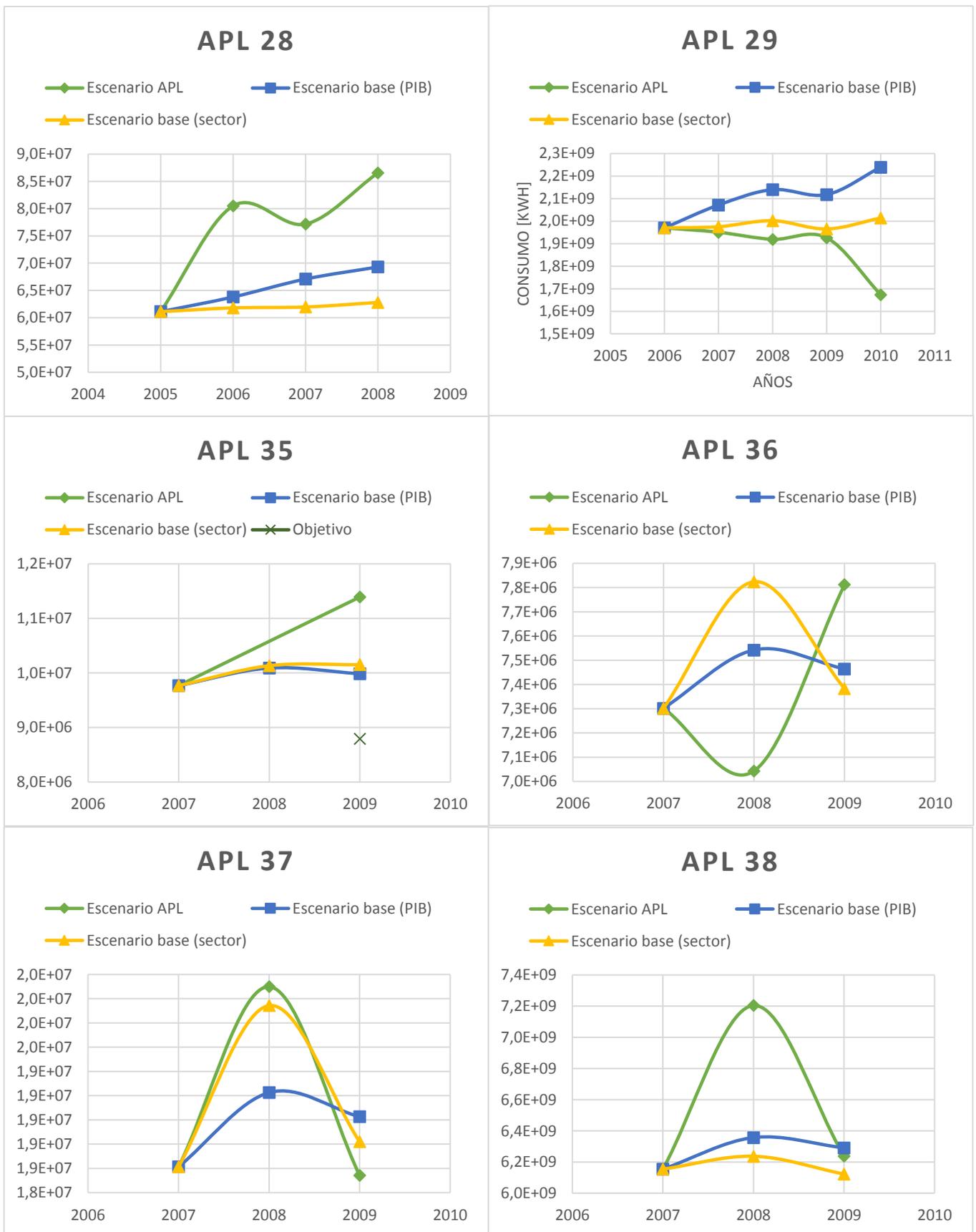


Figura 24. Consumo de energía de los APL 28, 29, 35, 36, 37 y 38 [elaboración propia].

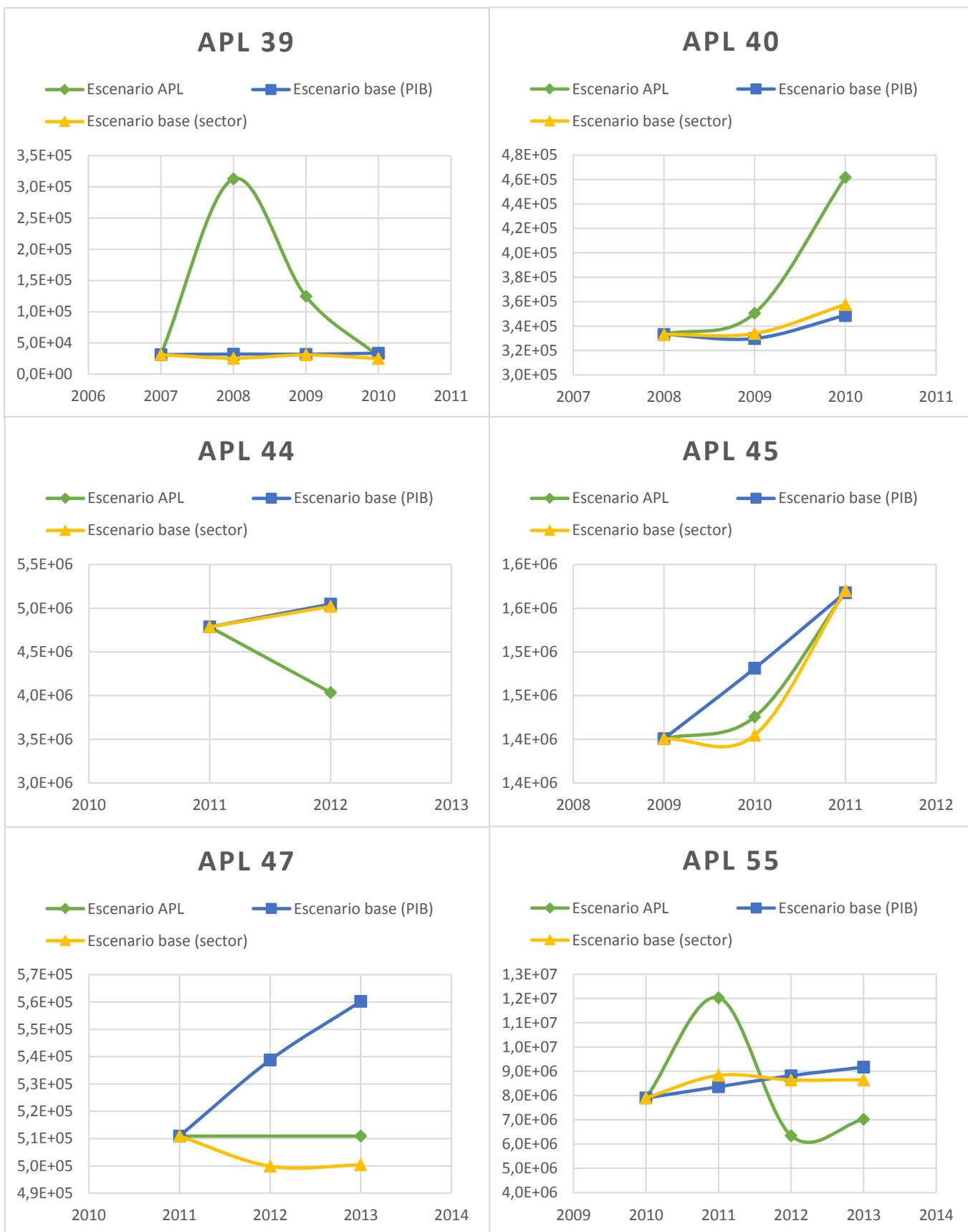


Figura 25. Consumo de energía de los APL 39, 40, 44, 45, 47 y 55 [elaboración propia].

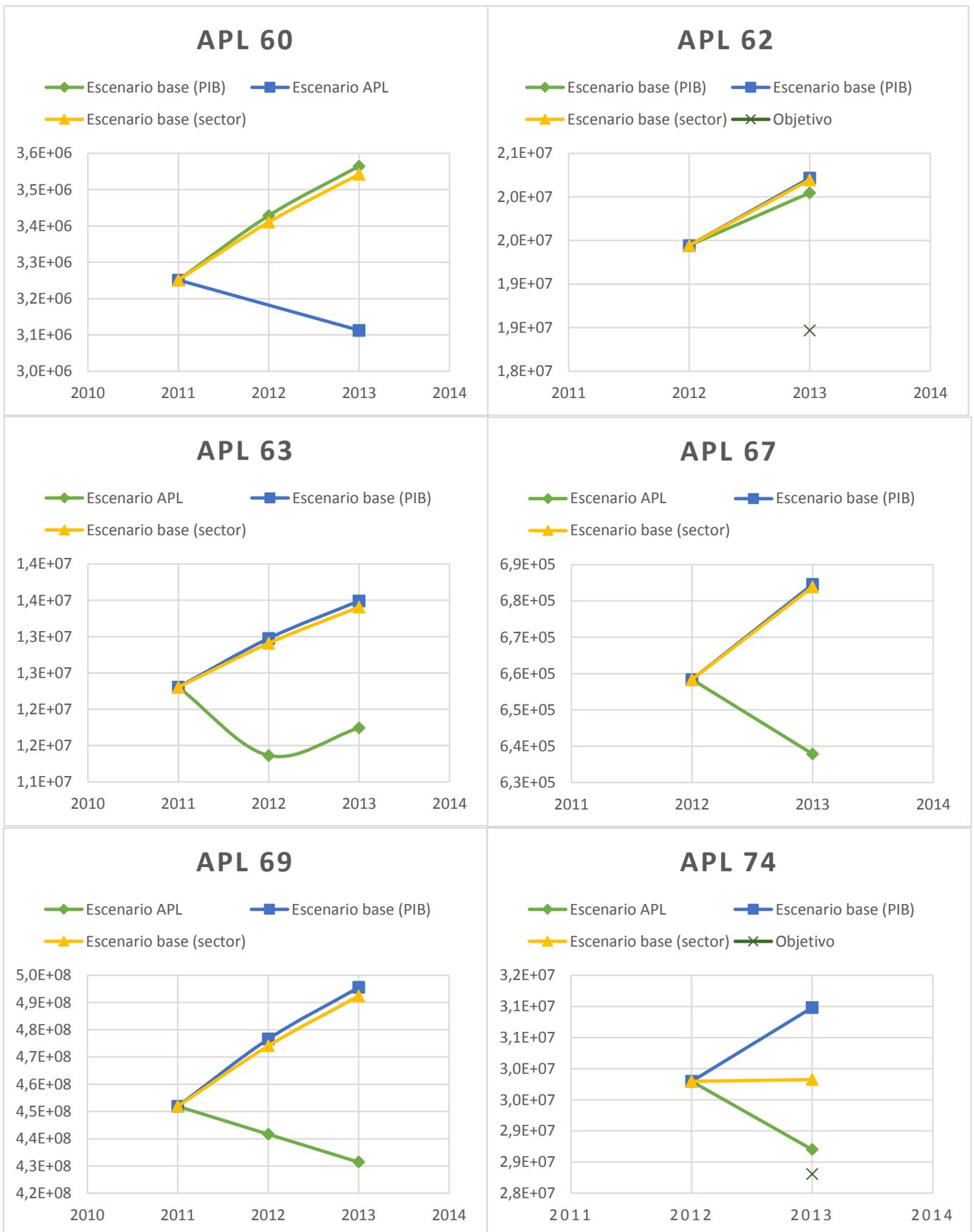


Figura 26. Consumo de energía de los APL 60, 62, 63, 67, 69 y 74 [elaboración propia].

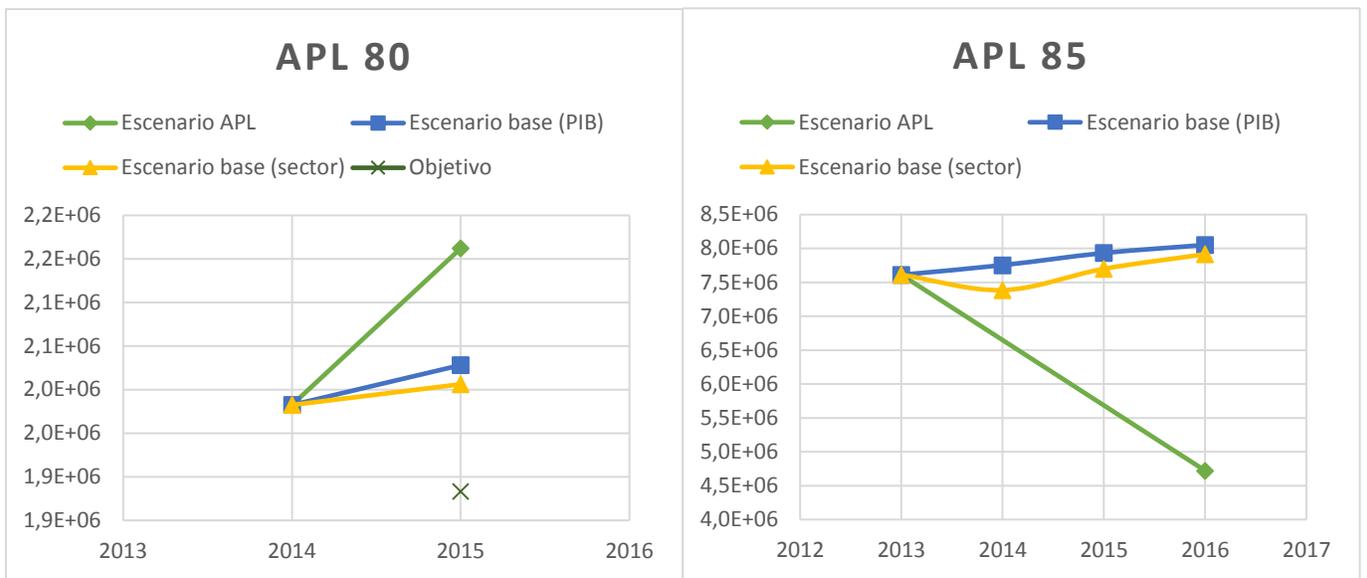


Figura 27. Consumo de energía de los APL 80 y 85 [elaboración propia].

## C.4 Estimación de la gestión de residuos

La gestión de residuos se dividió en 2 partes: generación y tratamiento, que a su vez englobaba reciclaje y valorización. Para calcular las variaciones de estos indicadores también se aplicaron ecuaciones análogas a las utilizadas para el consumo de agua y energía. La principal diferencia es que, para el tratamiento de residuos, no se buscaba una reducción, sino que un aumento.

Así, por ejemplo, el ahorro buscado sería como se muestra la Ecuación 8. Mientras que para la generación de residuos aplica la Ecuación 2 del consumo de agua.

*Ecuación 8. Cálculo del aumento en el tratamiento de residuos sólidos.*

$$\text{Ahorro [ton]} = \text{Residuo tratado DAPL [ton]} - \text{Residuo tratado AAPL[ton]}$$

Los resultados obtenidos la generación de residuos se muestran en la Tabla 15, y para el tratamiento en la Tabla 16.

*Tabla 15. Resultados generación de residuos [elaboración propia].*

<b>N°</b>	<b>Ahorro [ton] [79]</b>	<b>Reducción [%]</b>	<b>EB<sub>1</sub> (sector) [%]</b>	<b>EB<sub>2</sub> (PIB) [%]</b>	<b>Logro meta [%]</b>
<b>20</b>	-113.857	-5,60	-4,41	-1,99	-
<b>22</b>	1.353,80	11,17	11,85	13,22	-
<b>26</b>	38.194,00	2,61	7,35	5,67	38,45
<b>29</b>	4.443,00	9,42	9,65	10,69	-
<b>37</b>	30.207,00	2,71	3,05	3,38	-
<b>38</b>	3.562,28	11,57	11,46	12,05	-
<b>39</b>	38.554,57	40,65	42,27	40,56	-
<b>40</b>	-153.361	-29,63	-25,34	-26,83	-
<b>44</b>	261.569,00	7,17	8,77	8,81	-
<b>47</b>	257,93	7,41	9,02	9,69	-
<b>60</b>	4.226,00	13,71	15,32	15,44	-
<b>69</b>	885,93	22,34	23,24	23,31	-
<b>80</b>	-16,89	-8,63	-8,14	-7,68	-
<b>85</b>	4.226	13,71	15,32	15,44	-
<b>Total</b>	120.244,62	98,61	119,42	121,74	38,45
<b>Prom</b>	8.588,90	7,04	8,53	8,70	38,45

Tabla 16. Resultados tratamiento de residuos [elaboración propia].

<b>N°</b>	<b>Ahorro [ton] [79]</b>	<b>Reducción [%]</b>	<b>EB<sub>1</sub> (sector) [%]</b>	<b>EB<sub>2</sub> (PIB) [%]</b>	<b>Logro meta [%]</b>
<b>11</b>	4.759,477	10,12	7,60	4,50	-
<b>16</b>	5.446,97	18,84	18,12	14,19	-
<b>19</b>	3.282,06	383,87	368,11	335,26	-
<b>32</b>	14,45	37,17	29,65	31,57	-
<b>36</b>	7.898,40	2,32	1,92	1,54	-
<b>41</b>	92,00	10,22	8,93	5,68	38,02
<b>45</b>	8,61	-	-	-	-
<b>48</b>	1.900,00	16,7	8,22	11,46	-
<b>63</b>	-118,17	-0,58	-2,47	-2,42	-
<b>67</b>	-38,39	-13,85	-15,2	-15,24	-277,03
<b>69</b>	40,42	18,69	17,38	17,19	-
<b>Total</b>	4.778.003,35	483,46	442,26	403,74	-239,01
<b>Prom</b>	434.363,94	48,35	44,23	40,37	-119,51

Este indicador no se transformó a unidades monetarias porque no se encontró información sobre su costo social.

Finalmente, los resultados de la generación y tratamiento de residuos antes y después del APL, y los escenarios base se muestran en la Figura 28, la Figura 29, la Figura 30 y la Figura 31. Todos los gráficos tienen valores de toneladas versus años.



Figura 28. Gestión de residuos de los APL 11, 16, 19, 20, 22 y 26 [elaboración propia].



Figura 29. Gestión de residuos de los APL 29, 32, 36, 37, 38 y 39 [elaboración propia].



Figura 30. Gestión de residuos de los APL 40, 41, 47, 48, 60 y 63 [elaboración propia].



Figura 31. Gestión de residuos de los APL 67, 80 y 85 [elaboración propia].

## C.5 Estimación de emisiones GEI

Las emisiones reducidas o evitadas fueron obtenidas de estudios previos, por lo que no se utilizaron ecuaciones en su estimación, salvo en casos en que se tenían datos dispersos o bien, en unidades distintas a las tCO<sub>2eq</sub>.

En la Tabla 17 se muestra un resumen con esta información.

Tabla 17. Resultados estimación emisiones GEI [elaboración propia].

N°	Ahorro [tCO <sub>2eq</sub> ] [79]	Reducción [%]	EB <sub>1</sub> (sector) [%]	EB <sub>2</sub> (PIB) [%]
11	425.570,6	-	-	-
16	369,27	18,94	18,73	17,53
22	2.179,4	-	-	-
24	81,9	12,5	10,99	11,56
25	2.637	12,5	10,83	10,83
26	2.122,58	13,38	14,49	14,09
28	2.128,3	18,70	18,68	19,14
32	14,72	-	-	-
35	-1.298,24	-3,32	0,49	-0,78
36	1.750,4	-	-	-
37	31.178,00	-	-	-
45	631,74	-	-	-
47	19.547,6	-	-	-
48	50.130	-	-	-
60	628,05	-	-	-
62	360.930,50	-	-	-
63	107,6	-	-	-
67	325,8	-	-	-
69	159.524	-	-	-
74	495.691	-	-	-
80	653.883	4,99	5,52	6
<b>Total</b>	2.208.133,2	77,67	79,72	78,36
<b>Promedio</b>	105.149,2	11,10	11,39	11,19

Con respecto a su costo social, se consideró el precio social del carbono propuesto por el Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile, equivalente a 21.687 [CLP\$] en 2017 [50]. A partir de esto se estimó el ahorro monetario por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero producto de la aplicación de los APL, por medio de la Ecuación 9.

Ecuación 9. Estimación costo social por reducción de emisiones GEI.

$$\text{Ahorro [UF]} = \frac{\text{Precio Social CO}_2[\text{CLP\$}] \cdot \text{Ahorro APL [tCO}_{2eq}]}{\text{Valor UF} \left[ \frac{\text{CLP\$}}{\text{UF}} \right]}$$

Donde *Ahorro APL* corresponde a las emisiones reducidas en cada acuerdo. Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 18. Se utilizaron los valores de la UF mostrados en la Tabla 12.

Tabla 18. Costo social de las emisiones de gases de efecto invernadero reducidas [elaboración propia].

<b>N°</b>	<b>Costo social [UF]</b>
<b>11</b>	551.217,22
<b>16</b>	473,35
<b>22</b>	2.729,11
<b>24</b>	102,56
<b>25</b>	3.302,13
<b>26</b>	2.657,95
<b>28</b>	2.665,12
<b>32</b>	17,76
<b>35</b>	-1.566,46
<b>36</b>	2.070,39
<b>37</b>	36.877,55
<b>45</b>	698,02
<b>47</b>	19.761,85
<b>48</b>	50.679,44
<b>60</b>	650,47
<b>62</b>	373.815,20
<b>63</b>	108,76
<b>67</b>	329,30
<b>69</b>	161.239,59
<b>74</b>	482.147,43
<b>80</b>	620.953,86
<b>Total</b>	2.310.930,60
<b>Promedio</b>	110.044,31

Los resultados de la variación en las emisiones GEI, antes y después del APL, y los escenarios base se muestra en la Figura 32 y la Figura 33. Todos los gráficos se encuentran en tCO<sub>2eq</sub> versus años.



Figura 32. Resultados reducción de emisiones GEI de los APL 16, 24, 25, 26, 28 y 35 [elaboración propia].

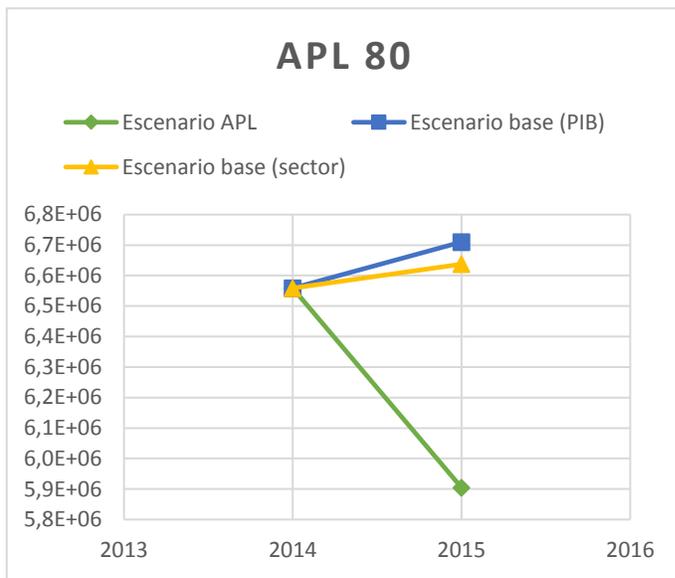


Figura 33. Resultados reducción de emisiones GEI para el APL 80 [elaboración propia].

## C.6 Desempeño global

Para medir el desempeño global en el ámbito ambiental de los APL, simplemente se sumaron los indicadores monetarios calculados, que representan a los costos sociales evitados por el ahorro en el consumo de agua y la reducción de emisiones GEI. Esto se muestra en la Tabla 19.

*Tabla 19. Indicador ambiental global [elaboración propia].*

<b>N°</b>	<b>Indicador global [UF]</b>
11	559.342,24
16	1.893,66
19	-200,32
20	-
22	2.729,11
24	102,56
25	16.340,97
26	2.657,95
28	-150.565,27
29	62.394,15
32	-
35	17,76
36	-1.566,46
37	3.988,38
38	38.757,02
39	93.811,38
40	243,00
41	153,37
44	-
45	4.003,43
47	706,32
48	19.842,50
50	50.679,44
53	13.939,44
55	674,91
60	-
62	655,27
63	373.815,20
67	20.958,82
69	338,94
74	161.239,59
80	482.147,43
85	620.953,86
<b>Total</b>	<b>2.380.824,14</b>
<b>Promedio</b>	<b>70.024,24</b>

## Anexo D. Memoria de cálculo para la estimación del impacto económico

Para medir el impacto económico de los acuerdos se estimó el valor actual neto (VAN) de cada uno de ellos.

El VAN permite calcular el valor presente de flujos de caja futuro, y se define según la Ecuación 10 [66].

*Ecuación 10. Definición del VAN.*

$$VAN = \sum \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I_0$$

Donde FC son los flujos de caja, r es la tasa de descuento, I es la inversión inicial y t son los períodos de evaluación.

Para el cálculo del VAN de los APL se tomaron 2 enfoques. En primer lugar, se estimó el VAN en base a los costos e ingresos de las industrias adheridas a cada acuerdo, o empresas similares. En el segundo enfoque, se consideró al beneficio neto del acuerdo como los costos privados evitados gracias a la implementación de los APL, es decir, el gasto evitado por la disminución en consumos, por ejemplo. En ambos casos, el horizonte de evaluación equivale a la duración de cada acuerdo, o bien a los años de los cuales se tienen datos.

### D.1 Enfoque basado en flujos industriales

Normalmente para calcular los flujos de caja se consideran impuestos, depreciaciones, valor residual, y otros montos que afectan a las utilidades y a los costos, pero debido a la poca disponibilidad de información, en este caso sólo se calcularon en base a ingresos y costos.

En la Tabla 20 se presentan los datos utilizados para estimar los flujos de caja en cada APL, con un comentario de cómo se realizó, en vez de un ejemplo de cálculo. Se debe destacar que cuando los datos pertenecían a años muy lejanos al trabajado, se actualizaban en base a la inflación [85].

Además, en los casos donde no se encontraron costos, se asumió un 30% de margen de ganancia para las empresas, por lo que sus costos equivalían al 70% de sus ingresos [86]. Y cuando no se tenía tasa de descuento, se asumió una del 15%, descontando casi 3 veces la tasa social de descuento (del 6%) [50]. Esto pues se considera que hay factores de riesgo asociados.

Finalmente, los valores se transformaron a UF, utilizando los valores de la Tabla 12, para prescindir del factor temporal en los datos.

Tabla 20. Datos utilizados para estimar los flujos de caja.

<b>APL 11</b>	
Precio de venta [\$/L] [87]	4.230
Costo por hectárea [\$/ha] [88]	5.907.464,85
Tasa de descuento [%] [89]	8,9
Comentario [79]	Los ingresos se estimaron en base a la producción y el precio de venta, y los costos en base al costo por hectárea, y la superficie cultivada en el APL.
<b>APL 16</b>	
Costo unitario producción [\$/kg] [90]	14,51
Precio de venta [\$/kg] [90]	115
Tasa de descuento [%] [91]	7,15
Comentario [79]	Flujo de caja estimado en base a costo y precio de uva, considerando la producción del APL en ambos casos. La tasa de descuento se asumió equivalente a la de producción de cerveza.
<b>APL 19</b>	
Comentario [79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 20</b>	
Comentario [79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 22</b>	
PIB regional [92]	3.146.202.000.000
Comentario [79]	Ingresos estimados en base al PIB regional, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 24</b>	
Ganancias [US\$/local] [93]	500.000
Comentario [79]	Ingresos estimados en base a las ganancias de una de las cadenas participantes, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 26</b>	
Comentario [79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 28</b>	
Costo unitario [\$/kg] [94]	489,44
Tasa de descuento [%][94]	12
Comentario [79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados en base a un costo de producción unitario de un producto similar. Se consideró un factor de seguridad del 50%. Tasa de descuento obtenida de la misma fuente.

<b>APL 29</b>	
Índice NBSK [US\$/ton] [95]	Varía según el año.
Costos de producción [US\$/ton] [96]	300
Tasa de descuento [%] [97]	9,09
Comentario [79]	Ingresos estimados en base al índice del precio de la fibra de papel, costos en base a costos unitarios de producción, y tasa de descuento obtenida de la valoración de una empresa del mismo rubro.
<b>APL 30</b>	
Comentario [79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 32</b>	
Comentario [79]	Análogo al próximo acuerdo, pero en función de la propia producción.
<b>APL 35</b>	
Participación del mercado regional [%] [98]	15
Comentario [79]	Ingresos obtenidos en función de la participación de mercado y de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 36</b>	
Precio promedio [\$/unidad] [99]	48,37
Costo producción [\$/unidad] [99]	35
Tasa de descuento [%] [100]	20
Comentario [79]	Los ingresos se estimaron en base del precio de venta, y los costos en el costo unitario de producción, ambos en función de la producción de los acuerdos. Sobre la tasa de descuento, en la fuente utilizan el 31%, pero se decidió modificarlo a 20 pues estas empresas ya se encuentran establecidas en el mercado (menos riesgo).
<b>APL 37</b>	
Costo unitario [\$/kg] [100]	1.231,14
Precio [\$/kg] [100]	1.551,35
Tasa de descuento [100]	20
Comentario [79]	Los ingresos se estimaron en base del precio de venta, y los costos en el costo unitario de producción, ambos en función de la producción de los acuerdos. Sobre la tasa de descuento, se tiene el mismo caso que el APL anterior.

<b>APL 38</b>	
Densidad [ton/m <sup>3</sup> ] [101]	0,735
Comentario [79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%. Se requería de la densidad pues el precio estaba en función a toneladas y la producción en metros cúbicos.
<b>APL 39</b>	
Costo construcción [UF] [102]	4.739,87
Tasa de descuento [%][102]	14
Comentario[79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, costos estimados en función de bibliografía, al igual que la tasa de descuento.
<b>APL 40</b>	
Costo de referencia [\$] [103]	2,00E+08
Tasa de descuento [%][103]	23
Comentario [79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada. Se ponderó el costo de referencia por un factor del 75% para los costos. La tasa de descuento se obtuvo de la misma referencia.
<b>APL 41</b>	
Comentario[79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 44</b>	
Costo de referencia [UF] [104]	650.000
Tasa de descuento (WACC) [%][104]	8,55
Comentario[79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, costos estimados en función de un costo de referencia, y la tasa de descuento fue obtenida de la misma referencia.
<b>APL 45</b>	
Costo leche [\$/L] [105]	83
Precio leche [\$/L] [105]	96
Tasa de descuento [%][105]	10
Comentario[79]	Ingresos estimados en torno al precio por litro, costos estimados en función al costo por litro. Estos precios fueron actualizados en base al IPC. La tasa de descuento se obtuvo de la misma fuente.
<b>APL 48</b>	
Comentario[79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 50</b>	
Comentario[79]	Mismos datos que el APL 45

<b>APL 53</b>	
Comentario[79]	Mismos datos que el APL 11.
<b>APL 55</b>	
Comentario[79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 60</b>	
Comentario[79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 62</b>	
Comentario[79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 63</b>	
Comentario[79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados y tasas de descuento son los mismos que el APL 16
<b>APL 67</b>	
Comentario[79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 69</b>	
Comentario[79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, y costos estimados con el 30% de margen. Tasa de descuento asumida del 15%.
<b>APL 85</b>	
Comentario[79]	Ingresos obtenidos de la base de datos sistematizada, costos y tasa de descuento son los mismos que en el APL 16.

En la Tabla 21 se muestran los VAN obtenidos para todos los acuerdos, y su respectiva inversión.

Tabla 21. Inversión y VAN de cada APL [elaboración propia].

N°	Inversión [UF]	VAN [UF]
11	404.429,49	177.817.504,00
16	70.596,85	3.345.254,26
19	140.675,57	1.760.668,80
20	153.471,38	7.866.682,17
22	24.842,19	8.864.106,42
24	6.809,34	651.138,44
25	117.590,80	-
26	68.769,94	2.435.033,72
28	1.719.410,14	1.073.558.887,32
29	126.315,16	16.803.599,57
30	168.580,12	8.222.202,71
32	4.805,82	2.024,96
35	9.230,18	42.753,45
36	2.617,92	2.882.341,10
37	76.355,86	21.642.748,71
38	71.963,22	13.505.547,77
39	3.655,75	7.730.433,65
40	9.211,79	131.720,34
41	183.547,66	31.440.964,24
44	5.005,81	954.742,15
45	5.718,19	55.861,62
48	112.733,71	-60.217,47
50	21.066,72	28.319,34
53	284.098,07	95.076.880,32
55	29.087,05	13.496.210,85
60	5.202,03	314.330,96
62	24.744,00	931.095,62
63	2.431,94	7.390.985,27
67	1.754,39	52.794,34
69	1.244.392,66	-1.153.143,36
85	1.260,36	3.576.827,58
<b>Suma</b>	<b>5.100.374,11</b>	<b>1.499.368.298,85</b>
<b>Promedio</b>	<b>150.011,00</b>	<b>44.099.067,61</b>

## D.2 Enfoque basado en el ahorro privado

### D.2.1 Ahorro por consumo de agua

Para estimar el gasto evitado debido a la disminución en el consumo de agua, se utilizó la Ecuación 7, pero considerando las tarifas reales y no una tarifa social, como se realizó en la sección C.2.

Tanto el costo fijo como el costo variable dependen del año. Además, en el caso del costo variable, se debe tener en cuenta la ubicación donde se utiliza el agua. En primer lugar, se consideró la región con mayor proporción de empresas participantes, y posteriormente se seleccionó la tarifa para la ciudad correspondiente a la capital regional. Con respecto al año, se utilizó el de firma del APL, y en caso de no encontrarse, el año más próximo. Las tarifas utilizadas se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Tarifas de consumo de agua [83].

N°	Costo fijo [CLP\$/mes]	Costo variable [CLP\$/m <sup>3</sup> ]	Ciudad	Compañía de agua	Año
11	574	236,28	Talca	Nuevosur	2005
16	656	344,24	Coquimbo	Aguas del Valle	2005
19	483	346,97	Puerto Montt	ESSAL	2005
25	493	230,81	Santiago	Aguas Andinas	2005
28	484	256,79	Rancagua	ESSBÍO	2005
29	691	273,24	Concepción	ESSBÍO	2006
36	495	259,54	Santiago	Aguas Andinas	2007
37	746	454,19	Valparaíso	ESVAL	2007
38	539	282,98	Concepción	ESSBÍO	2007
39	539	282,98	Concepción	ESSBÍO	2007
40	746	454,19	Valparaíso	ESVAL	2007
44	633	432,02	Coquimbo	Aguas del Valle	2008
45	456	367,58	Valdivia	Aguas Décima	2008
47	571	313,5	Santiago	Aguas Andinas	2009
50	571	313,5	Santiago	Aguas Andinas	2009
53	733	333,81	Talca	Nuevosur	2009
60	608	354,62	Rancagua	ESSBÍO	2010
63	1019	404,13	Copiapó	Aguas Chañar	2011
67	650	777,56	Iquique	Aguas del Altiplano	2011
85	734	557,13	Coquimbo	Aguas del Valle	2013

En la Tabla 23 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 23. Ahorro privado por disminución en consumo de agua [elaboración propia].

N°	Costo privado [UF]
11	5.195,79
16	1.323,78
19	-192,35
25	8.143,54
28	-106.464,26
29	46.128,92
36	1.347,47
37	2.310,41
38	71.826,50
39	186,72
40	226,81
44	4.679,90
45	9,11
47	68,99
50	11.824,60
53	612,21
60	5,01
63	22.798,89
67	20,16
85	1.160,34
<b>Total</b>	<b>71.212,54</b>
<b>Promedio</b>	<b>3.560,63</b>

### D.2.2 Ahorro por consumo de energía

En el caso del consumo de energía, se trabajó con los precios de electricidad para la industria, declarados por la IAE.

Para estimar el ahorro monetario de la energía, se utilizó la Ecuación 11, que se muestra a continuación.

Ecuación 11. Cálculo del ahorro energético en unidad monetaria.

$$Ahorro_i [UF] = \frac{Ahorro_i [kWh] \cdot PEI_i \left[ \frac{US\$}{MWh} \right] \cdot \frac{1}{1000} \left[ \frac{MWh}{kWh} \right] \cdot Dólar_i \left[ \frac{CLP\$}{US\$} \right]}{Valor UF \left[ \frac{CLP\$}{UF} \right]}$$

Donde *PEI* se refiere al precio de electricidad para la industria. En los casos del PEI y del dólar, el índice hace referencia al año de inicio del APL que se está calculando.

En la Tabla 24 se muestran los valores, tanto de PEI como de dólar para los años atingentes.

*Tabla 24. Valores necesarios para el cálculo del ahorro monetario de energía [56] [106].*

<b>Año</b>	<b>Precio de electricidad para la industria [US\$/MWh]</b>	<b>Valor promedio anual del dólar [CLP\$/US\$]</b>
<b>2003</b>	-	691,40
<b>2004</b>	-	609,53
<b>2005</b>	-	559,77
<b>2006</b>	90	530,28
<b>2007</b>	115	522,47
<b>2008</b>	170	522,46
<b>2009</b>	158	559,61
<b>2010</b>	151,5	510,25
<b>2011</b>	154	483,67
<b>2012</b>	-	486,49
<b>2013</b>	-	495,38

Debido a que los precios de la electricidad en Chile en los años estudiados eran elevados en comparación con precios históricos [57], se decidió realizar un análisis de sensibilidad para observar las variaciones del costo del consumo de energía y, por tanto, del VAN. Se estableció un escenario pesimista y uno optimista, siendo los precios mostrados en la Tabla 24 correspondientes al escenario neutro. Para el caso pesimista, el precio se estimó en un 150% del PEI y para el optimista, como un 50% de éste. Dichas ponderaciones se incluyeron en la Ecuación 11.

Los resultados para los 3 escenarios se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25. Análisis de sensibilidad para el costo privado del ahorro por consumo de energía, variando el precio de la electricidad industrial [elaboración propia].

N°	Costo privado [UF]		
	Escenario optimista (50%)	Escenario neutro	Escenario pesimista (150%)
28	-35.067,78	-70.135,56	-105.203,34
29	393.542,45	787.084,91	1.180.627,36
35	-2.154,51	-4.309,01	-6.463,52
36	-835,64	-1.671,28	-2.506,92
37	115,69	231,37	347,06
38	-138.285,93	-276.571,85	-414.857,78
39	3,91	7,82	11,73
40	-210,48	-420,97	-631,45
44	1.697,73	3.395,46	5.093,19
45	-379,22	-758,43	-1.137,65
48	49.795,95	99.591,91	149.387,86
55	1.627,33	3.254,67	4.882,00
60	255,45	510,90	766,35
62	-1.113,97	-2.227,93	-3.341,90
63	972,16	1.944,33	2.916,49
67	35,61	71,22	106,83
69	35.549,96	71.099,92	106.649,88
74	1.830,79	3.661,58	5.492,36
80	-293,09	-586,18	-879,27
85	4.712,83	9.425,65	14.138,48
<b>Total</b>	623.598,51	311.799,26	935.397,77
<b>Promedio</b>	29.695,17	14.847,58	44.542,75

### D.2.3 Ahorro por gestión de residuos

Para obtener el costo asociado a la gestión de residuos se supuso que todas las toneladas no generadas, y el aumento en los residuos tratados gracias al APL, habrían sido dispuestos en relleno sanitario de no existir el acuerdo. Así, el valor monetario corresponde al costo evitado de la eliminación de los residuos.

Sobre el costo de la disposición, se encontraron valores en dólares por tonelada, por lo que el cálculo del gasto evitado se expresa en la Ecuación 12.

Ecuación 12. Cálculo del aporte monetario de la gestión de residuos.

$$\text{Costo [UF]} = \frac{\text{Residuos [ton]} \cdot \text{Costo relleno} \left[ \frac{\text{US\$}}{\text{ton}} \right] \cdot \text{Valor dólar} \left[ \frac{\text{CLP\$}}{\text{US\$}} \right]}{\text{Valor UF} \left[ \frac{\text{CLP\$}}{\text{UF}} \right]}$$

Donde *Residuos* corresponde a la suma de la disminución en la generación y el aumento en el tratamiento logrado en el APL. El costo de la disposición es un valor promedio para la Región Metropolitana y equivale a 7 dólares por tonelada eliminada [107].

A partir de lo anterior se obtiene el costo evitado gracias a la implementación de los acuerdos, mostrado en la Tabla 26. Los valores del dólar se obtienen de la Tabla 24.

Tabla 26. Costo privado de la gestión de residuos [elaboración propia].

N°	Costo evitado [UF]
11	1.375.746,21
16	1.373,69
19	827,72
20	-28.714,06
22	306,30
26	8.641,45
29	917,58
32	2,98
36	1.575,48
37	6.025,34
38	710,56
39	7.690,41
40	-30.590,65
41	18,35
44	48.738,03
45	1,60
47	47,10
48	346,95
60	720,85
63	-18,65
67	-6,06
69	146,17
80	-2,56
85	641,69
<b>Total</b>	<b>1.395.146,50</b>
<b>Promedio</b>	<b>51.672,09</b>

#### D.2.4 Ahorro por reducción de emisiones GEI

Para calcular el costo asociado a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero se utilizó como ponderador al denominado impuesto verde, que consiste en un cobro de 5 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida [108]. Los valores del dólar se obtienen de la Tabla 24 y de la UF de la Tabla 12.

El valor obtenido se puede definir como el impuesto evitado, por lo que cuantifica monetariamente el aporte de los APL en términos de emisiones GEI. Los resultados se presentan en la Tabla 27.

Tabla 27. Costo privado del impacto de las emisiones GEI [elaboración propia].

N°	Costo evitado [UF]
11	87.866,37
16	66,52
22	352,21
24	13,24
25	426,16
26	343,03
28	343,95
32	2,17
35	-191,51
36	249,39
37	4.442,16
45	84,08
47	2.549,67
48	6.538,65
60	76,52
62	43.975,47
63	12,13
67	36,72
69	17.980,07
74	54.078,46
80	70.919,93
<b>Total</b>	<b>290.165,38</b>
<b>Promedio</b>	<b>13.817,40</b>

## D.2.5 Cálculo del VAN

Para el cálculo del VAN se consideró que los flujos de caja equivalen al ahorro privado producto de las variaciones de los indicadores, generadas por la implementación de los APL. La inversión considerada equivale a la utilizada en el enfoque anterior, que se muestra en la Tabla 21. También se utilizaron las mismas tasas de descuento para cada acuerdo, según la Tabla 20. En la Tabla 28 se resume la información utilizada.

Tabla 28. Resultados obtenidos para el cálculo del VAN en base al ahorro privado de los indicadores ambientales. Se consideran los escenarios generados para el precio de la energía [elaboración propia].

N°	r	Ahorros totales [UF]	VAN [UF]	VAN optimista [UF]	VAN pesimista [UF]
11	0,09	293.553,84	-740.361,41	-	-
16	0,07	833,08	68.416,57	-	-
19	0,15	112,31	140.250,55	-	-
20	0,15	-9.571,35	175.324,93	-	-
22	0,15	219,50	24.341,02	-	-
24	0,15	3,31	6.799,89	-	-
25	0,15	1.735,25	112.636,70	-	-
26	0,15	1.497,41	63.103,00	-	-
28	0,12	-38.740,75	1.837.079,35	1.810.451,07	1.863.707,62
29	0,09	164.981,12	-513.908,13	-208.473,13	-819.343,12
32	0,15	1,72	4.801,89	-	-
35	0,15	-900,10	12.247,47	10.803,02	13.691,92
36	0,20	410,52	1.753,16	1.166,40	2.339,91
37	0,20	4.182,40	67.545,72	67.626,95	67.464,49
38	0,15	-72.800,03	238.182,07	132.936,11	343.428,04
39	0,14	2.615,87	-2.417,34	-2.414,31	-2.420,36
40	0,23	-10.276,72	29.882,12	29.741,00	30.023,24
41	0,15	3,06	183.536,08	-	-
44	0,09	27.938,70	-44.443,11	-42.940,70	-45.945,52
45	0,10	-221,82	6.269,82	5.955,47	6.584,17
48	0,12	35.492,50	27.486,71	67.353,87	-12.380,45
50	0,10	1.891,94	13.894,79	-	-
53	0,09	54,42	283.770,49	-	-
55	0,15	813,67	26.764,05	27.925,55	25.602,55
60	0,15	437,43	4.203,29	4.397,71	4.008,88
62	0,15	20.873,77	-9.190,68	-10.096,17	-8.285,18
63	0,15	10.088,46	-13.968,96	-13.178,73	-14.759,19
67	0,15	59,00	1.658,46	1.687,41	1.629,52
69	0,15	29.742,05	1.176.484,86	1.203.541,04	1.149.428,67
85	0,08	3.665,21	-8.185,23	-4.136,76	-12.233,70
<b>Total</b>	-	505.965,86	3.173.958,17	3.082.345,81	2.592.541,48
<b>Prom</b>	-	15.332,30	105.798,61	171.241,43	144.030,08

Ahorros totales representa la suma de los costos privados obtenidos para cada indicador ambiental, mientras que VAN pesimista y VAN optimista corresponden al cálculo del VAN utilizando los precios de la electricidad considerados en el análisis de sensibilidad mostrados en la Tabla 25.

En la Ecuación 13 se muestra la ecuación del cálculo del VAN modificada para este enfoque.

*Ecuación 13. Cálculo del VAN para enfoque de ahorro privado.*

$$VAN [UF] = I_0 - \sum_t \frac{\left(\frac{BP_{total}}{t}\right)_t}{(1+r)^t}$$

Se tiene que  $BP_{total}$  son los beneficios privados totales, es decir, la suma de ahorros privados de los 4 indicadores ambientales. Este valor se dividió en el período de evaluación (t) para obtener el flujo anual.

## Anexo E. Memoria de cálculo para la estimación del impacto social

El indicador seleccionado para representar el impacto social de los APL corresponde al número de trabajadores capacitados. El detalle por acuerdo se presenta en la Tabla 29.

Tabla 29. Datos relativos a capacitaciones para 25 acuerdos [elaboración propia].

N°	N° trabajadores capacitados	N° de trabajadores total	Horas de capacitación	HH de capacitación	Meta [%]
11	1.325	2.454	-	-	-
16	2.850	2.850	-	-	100
19	936	-	7.024	-	-
20	900	-	1.100	-	-
22	744	-	-	2.570	-
24	356	3.250	5.264	-	43,81
26	5.002	5.266	-	-	94,99
28	26.659	52.499	-	-	-
29	80	931	2	-	-
30	10.000	10.000	-	-	100
32	168	676	312	742	-
35	80	-	-	357	-
36	7.535	4.884	9.000	-	-
37	4.156	4.156	-	-	100
40	1.140	1.390	104	26.337,5	-
41	5.373	4.903	824	158.133	-
45	240	503	-	-	-
48	400	-	-	-	-
53	1.098	-	-	-	-
55	34	-	-	708	-
60	725	523	-	-	-
63	600	2.000	-	-	-
67	472	589	-	-	-
80	400	-	8	-	-
85	330	1.740	-	650	-
<b>Total</b>	71.603	98.614	23.638	189.497,5	538,8
<b>Prom</b>	2.864,12	5.800,82	2.626,44	27.071,07	89,8

De los 25 APL, sólo 17 cuentan con el total de trabajadores que se desempeñan en las empresas adheridas a los acuerdos. Considerando aquellos 17 APL:

*Ecuación 14. Cálculo indicador de rendimiento de capacitaciones.*

$$\text{Rendimiento [\%]} = \frac{N^{\circ} \text{ Capacitados (17 APL)}}{N^{\circ} \text{ total trabajadores (17 APL)}} \cdot 100 [\%]$$

Resolviendo,

$$\Rightarrow \text{Rendimiento [\%]} = \frac{67.011}{98.614} \cdot 100[\%] = 67,95 [\%]$$

Obteniendo que cerca de un 70% de los trabajadores fue capacitado.

## Anexo F. Estimación rendimiento global

Para la generación del indicador global se sumaron los costos sociales del consumo de agua y las emisiones GEI y el costo privado de los 4 indicadores ambientales, calculados anteriormente. El detalle por APL se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30. Indicador global para cada APL [elaboración propia].

N°	Indicador global [UF]
11	2.027.111,46
16	4.392,89
19	473,52
20	-28.714,06
22	3.387,61
24	115,79
25	23.281,97
26	11.642,43
28	-305.528,28
29	887.299,76
30	-
32	22,92
35	-6.066,98
36	5.219,95
37	51.304,21
38	-124.588,71
39	8.090,61
40	-30.676,80
41	18,35
44	59.880,84
45	40,86
47	22.494,45
48	157.156,95
50	23.399,12
53	1.164,68
55	3.254,67
60	1.967,54
62	415.562,74
63	41.135,74
67	456,95
69	250.465,75
74	485.809,01
80	691.285,05
85	11.765,11
<b>Total</b>	<b>4.692.626,11</b>
<b>Promedio</b>	<b>138.018,41</b>