

Análisis de Co-impactos

Resultados Paneles de Expertos - Sector Generación eléctrica

Fecha: Marzo 2016

Cita sugerida: MAPS Chile, 2016. Análisis de Co-impactos. Resultados Paneles de Expertos - Sector Generación Eléctrica. Ministerio del Medio Ambiente y Gobierno de Chile, Santiago, Chile.

ADVERTENCIA: La responsabilidad principal de los contenidos de este documento es del equipo profesional de MAPS Chile. No obstante lo anterior, gran parte de los temas abordados han sido analizados gracias a la activa participación de diversos actores relevantes. El Grupo de Construcción de Visión, así como los Paneles de Expertos, y el Comité Directivo del proyecto, han tenido la oportunidad de revisar estos contenidos y, en caso de discrepancias, éstas son descritas en las secciones correspondientes.

MAPS Chile

Opciones de mitigación del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono

2011-2015

El proyecto MAPS Chile

MAPS es un acrónimo en inglés que quiere decir *Mitigation Action Plans and Scenarios*. El proyecto tiene su origen en Sudáfrica, en una iniciativa de investigación y participación de múltiples actores que investigó escenarios posibles para la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) entre 2005 y 2008 y que se llamó LTMS, *Long Term Mitigation Scenarios*. Se han desarrollado proyecto MAPS en Brasil, Colombia, Perú y Chile; son iniciativas similares que cuentan con el apoyo técnico de Sudáfrica. MAPS ha buscado generar la mejor evidencia posible para informar la toma de decisiones sobre la mitigación del cambio climático y el desarrollo bajo en carbono en cada país. En particular, los proyectos MAPS han identificado y estudiado trayectorias probables -con distintos niveles de esfuerzo de mitigación-, analizado sus posibles consecuencias, y socializado esta información con actores clave. Estas iniciativas han contribuido significativamente a los respectivos países en sus procesos de negociación internacional, al amparo de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, por su sigla en inglés).

MAPS Chile comenzó a fines de 2011, obedeciendo un mandato de seis ministros de Estado que requerían que el proyecto estudiara y entregara las mejores opciones que tiene el país para la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI).

El proyecto ha ocurrido en tres fases. La primera, terminada a mediados de 2012, desarrolló la Línea Base de emisiones de GEI 2007-2030 (es decir, una proyección de la economía chilena situada en el año 2006 sin considerar esfuerzos para reducir emisiones de GEI, pero incluyendo la evolución tecnológica natural de los sectores económicos) y estudió además posibles trayectorias de las futuras emisiones de GEI del país que cumplan con las recomendaciones científicas que el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) hace para el mundo. A esto último se le llamó “dominio requerido por la ciencia”.

La segunda fase, terminada a fines de 2014, ha incluido: la Línea Base de emisiones de GEI 2013-2030, un conjunto de cerca de 100 medidas de mitigación, 9 escenarios de mitigación –como

empaquetamiento de medidas específicas de mitigación-, junto a un análisis de los efectos macroeconómicos asociados a los distintos escenarios.

La tercera y última fase de MAPS Chile ha incluido, entre otros productos, una revisión y refinamiento de los resultados obtenidos en la segunda fase, una estimación de los co-impactos asociados a las principales medidas de mitigación, y un análisis de los posibles enfoques y medidas de mitigación para el largo plazo (2030-2050). Todos los resultados de MAPS Chile están disponibles en el sitio web del proyecto.

La dirección del proyecto ha estado en manos de un Comité Directivo interministerial, en el cual han participado representantes de siete ministerios del país: Relaciones Exteriores, Hacienda, Agricultura, Minería, Transporte y Telecomunicaciones, Energía y Medio Ambiente. Desde su inicio, el proyecto convocó a un Grupo de Construcción de Escenarios (en la Fase 3 este grupo se designó Grupo de Construcción de Visión), instancia en la cual han trabajado continua y voluntariamente más de 60 personas de los sectores público, privado, académico y de la sociedad civil. Adicionalmente, más de 200 personas han sido parte de reuniones sectoriales de Grupos Técnicos de Trabajo. Con todo, se estima que más de 300 personas, incluyendo a los diversos equipos consultores de universidades y prestigiosas instituciones del país, han participado activamente en MAPS Chile. El financiamiento para la realización de MAPS Chile ha provenido de Children Investment Fund Foundation (CIFF), la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN), los gobiernos de Suiza, Dinamarca y Chile, y ha totalizado cerca de 4 millones de dólares para los más de 4 años de trabajo.

Índice de Contenidos

Análisis de Co-impactos. Resultados Paneles de Expertos - Sector Generación Eléctrica

A. Introducción.....	6
B. Principales resultados	8
1. Norma o incentivo a tecnologías a carbón más limpias.....	9
1.1 Descripción de la medida	9
1.2 Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación	10
1.3 Diagrama	11
1.4 Análisis por cada co-impacto	12
1.4.1 Dimensión ambiental	12
Co-impacto 1. Reducción de contaminantes locales	12
Co-impacto 2. Menor deterioro de ecosistemas	13
Co-impacto 3. Contaminación del mar	14
1.4.2 Dimensión Sociocultural.....	14
Co-impacto 4. Disminución de la exposición a contaminantes criterio.....	14
Co-impacto 5. Alteración del paisaje	15
Co-impacto 6. Menor desvalorización de sectores urbanos y portuarios	15
Co-impacto 7. Aumento / disminución de los conflictos con comunidades locales.....	16
1.4.2 Dimensión Socioeconómica	16
Co-impacto 8. Disminución de enfermedades relacionadas con contaminación del aire y suelo	16
Co-impacto 9. Variación del precio de la energía	17
2. Hidroelectricidad en Aysén	18
2.1 Descripción de la medida	18
2.2 Consideraciones generales y recomendaciones para su implementación	19
2.3 Diagrama	20
2.4 Análisis por cada co-impacto	21
2.4.1 Dimensión ambiental	21
Co-impacto 1. Reducción de contaminación atmosférica local por sustitución de energía (térmica) y otros combustibles	21
Co-impacto 2. Cambio en el régimen hidrológico.....	22
Co-impacto 3. Alteración de la biodiversidad (en sector de embalses y línea de transmisión).....	23
2.4.2 Dimensión sociocultural.....	24
Co-impacto 4. Alteración del paisaje (sector de embalses y líneas de transmisión)	24
Co-impacto 5. Favorece / no favorece desarrollo de comunidades locales	25
Co-impacto 6. Favorece la generación de conflictos con comunidades.....	27
Co-impacto 7. Desplazamiento de la población.....	28

Co-impacto 8. Cambio en el perfil de morbilidad de la población.....	28
2.4.3 Dimensión socioeconómica.....	29
Co-impacto 9. Interfiere con otros usos de los recursos hídricos.....	29
Co-impacto 10. Cambio de uso de suelo relacionado con sectores de inundación y líneas de transmisión.....	30
Co-impacto 11. Aumento / reducción de actividad económica en la zona	30
Co-impacto 12. Incentiva / desincentiva la actividad turística	31
Co-impacto 13. Aumento / reducción de precios a nivel de usuario.....	32
2.4.4 Dimensión político-institucional	32
Co-impacto 14. Favorece creación de nuevos proyectos de ERNC fluctuantes.....	33
Co-impacto 15. Variación en la seguridad energética del país	33
Co-impacto 16. Presión sobre la infraestructura de atención de salud.....	33
C. Bibliografía	35
D. Anexo – Listado de expertos.....	39

A. Introducción

Los esfuerzos que se realicen para la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) —en términos de la implementación de acciones o medidas de mitigación— seguramente dependerán no solo de costos y niveles de reducción de emisiones, sino también de otros efectos —positivos y negativos— que las medidas puedan tener sobre el desarrollo sustentable del país. Estos efectos positivos y negativos son los llamados “co-impactos”.

MAPS Chile ha realizado un esfuerzo de identificación y análisis preliminar de los co-impactos relevantes de medidas de mitigación seleccionadas. El propósito de este ejercicio es entregar información complementaria a los tomadores de decisiones —adicional a los resultados de Fase 2 sobre emisiones y costos asociados— para la toma de decisiones respecto de la eventual implementación de medidas de mitigación en el país.

Cabe destacar algunas limitaciones de este trabajo:

El concepto de evidencia. MAPS Chile en sus Fases 1 y 2 ha generado cuantiosa información, la cual ha sido utilizada, en buena medida y fruto de la rigurosidad del análisis y de la participación de los diversos actores relevantes, como evidencia para alimentar la toma de decisiones, especialmente en lo relativo a la contribución nacional tentativa de Chile para el acuerdo climático (INDC). Por otra parte, el análisis de co-impactos ha tenido un carácter más bien preliminar y de tipo exploratorio, en cuanto se trata de un ejercicio bastante inédito con tiempos y recursos limitados, y por lo mismo no se considera que la información aquí expuesta tenga el carácter de “evidencia” exhaustiva para la ulterior toma de decisiones; más bien, se asume que esta información es una señal que debería ser profundizada de modo de ser efectivamente útil para la toma de decisiones sobre medidas de mitigación en el país.

La diversidad de posiciones. El análisis de co-impactos ha convocado a más de 50 expertos en distintas materias relevantes para la sustentabilidad —adicionales a quienes han sido parte del grupo de construcción de visión y de los grupos técnicos de MAPS Chile— y evidentemente hay situaciones en las cuales se manifiestan posiciones diversas y divergentes entre los expertos. El equipo MAPS Chile, en los resultados que siguen, ha hecho un esfuerzo por identificar y explicitar aquellas situaciones.

Las medidas de mitigación que son objeto del análisis de co-impactos fueron seleccionadas en un proceso deliberativo con el Grupo de Construcción de Visión y fueron zanjadas por el Comité Directivo de MAPS Chile. Los co-impactos fueron originalmente identificados por el Grupo de Construcción de Visión; posteriormente, el panel de expertos examinó, modificó y definió la lista final de co-impactos analizados. El trabajo con los expertos incluyó 3 reuniones de medio día cada una, espaciadas por aproximadamente un mes. La primera reunión se centró en la metodología general y en la identificación de los co-impactos. En la segunda reunión se trabajó en la descripción de los co-impactos y en las condiciones determinantes para su manifestación. La tercera y última reunión agregó información asociada a fuentes de información y otras

experiencias nacionales e internacionales. Entre cada reunión, el equipo de MAPS Chile preparó síntesis que fueron compartidas y comentadas por los expertos.

El equipo de MAPS Chile se atribuye la responsabilidad por la síntesis de la información generada en el trabajo con los expertos, así como la redacción de este documento. En anexo se encuentra el listado de expertos que participaron en el análisis de co-impactos de este sector.

B. Principales resultados

Las medidas analizadas en el sector energía corresponden a la generación de Hidroelectricidad en la Región de Aysén y al establecimiento de una Norma o incentivo para el uso de tecnologías a carbón más limpias que las actualmente utilizadas en el país. A continuación se presentan los co-impactos identificados para cada una de estas medidas.

Medidas	Co-Impactos
Norma o incentivo a tecnologías a carbón más limpias	1. Reducción de contaminantes locales
	2. Menor deterioro de ecosistemas
	3. Contaminación del mar
	4. Disminución de la exposición a contaminantes criterio
	5. Alteración del paisaje
	6. Menor desvalorización de sectores urbanos y portuarios
	7. Aumento / disminución de los conflictos con comunidades locales
	8. Disminución de enfermedades relacionadas con contaminación del aire y suelo
	9. Variación del precio de la energía
Hidroelectricidad en Aysén	1. Reducción de contaminación atmosférica local por sustitución de energía (térmica) y otros combustibles
	2. Cambio en el régimen hidrológico
	3. Alteración de la biodiversidad (en sector de embalses y líneas de transmisión)
	4. Alteración del paisaje (sector de embalses y líneas de transmisión)
	5. Favorece / no favorece desarrollo de comunidades locales
	6. Favorece la generación de conflictos con comunidades

	7. Desplazamiento de la población
	8. Cambio en el perfil de morbilidad de la población
	9. Interfiere con otros usos de los recursos hídricos
	10. Cambio de uso de suelo relacionado con sectores de inundación y líneas de transmisión
	11. Aumento / reducción de actividad económica en la zona
	12. Incentiva / desincentiva la actividad turística
	13. Aumento / reducción de precios a nivel de usuario
	14. Favorece creación de nuevos proyectos de ERNC fluctuantes
	15. Variación en la seguridad energética del país
	16. Presión sobre la infraestructura de atención de salud

A continuación se dan a conocer los principales resultados de las tres reuniones de paneles de expertos realizadas. Por cada medida se realiza una descripción general de su alcance, se señalan las consideraciones generales de la evaluación y se realiza un análisis de cada co-impacto identificado.

1. Norma o incentivo a tecnologías a carbón más limpias

1.1 Descripción de la medida

Una de las medidas que se puede aplicar para la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es usar tecnologías de carbón más limpias, tales como:

- Carbón lecho fluidizado: mejora el impacto que tiene el uso de carbón reduciendo las emisiones de SOx y NOx hasta en un 90%.

- Plantas supercríticas (SC) y ultrasupercríticas (USC) de combustión de carbón: operan a una temperatura y presión superior, lo que permite alcanzar una mayor eficiencia que las plantas de combustión normales.
- Gasificación integrada (CCGI): es una tecnología que transforma el carbón en gas (de síntesis) a través de la gasificación. Luego, elimina las impurezas del gas de hulla antes de ser quemado. De este proceso resulta una disminución de las emisiones de gases locales. También se traduce en una mayor eficiencia en comparación con el sistema convencional de carbón pulverizado.

El objetivo de esta medida es limitar el desarrollo de centrales a carbón de tecnologías subcríticas de manera de incentivar la generación con centrales a carbón menos contaminantes.

Implementación: A partir del 2020 no se permite la entrada de tecnologías subcríticas a carbón. Sólo estarán disponibles las de lecho fluidizado, CCGI, SC, y USC. Como resultado de esta implementación, entre 2020 y 2024 se dejan de instalar 900 MW de la tecnología subcrítica, en comparación con el escenario Línea Base 2013.

1.2 Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación

Para el análisis de la medida, el panel de expertos definió las siguientes consideraciones generales:

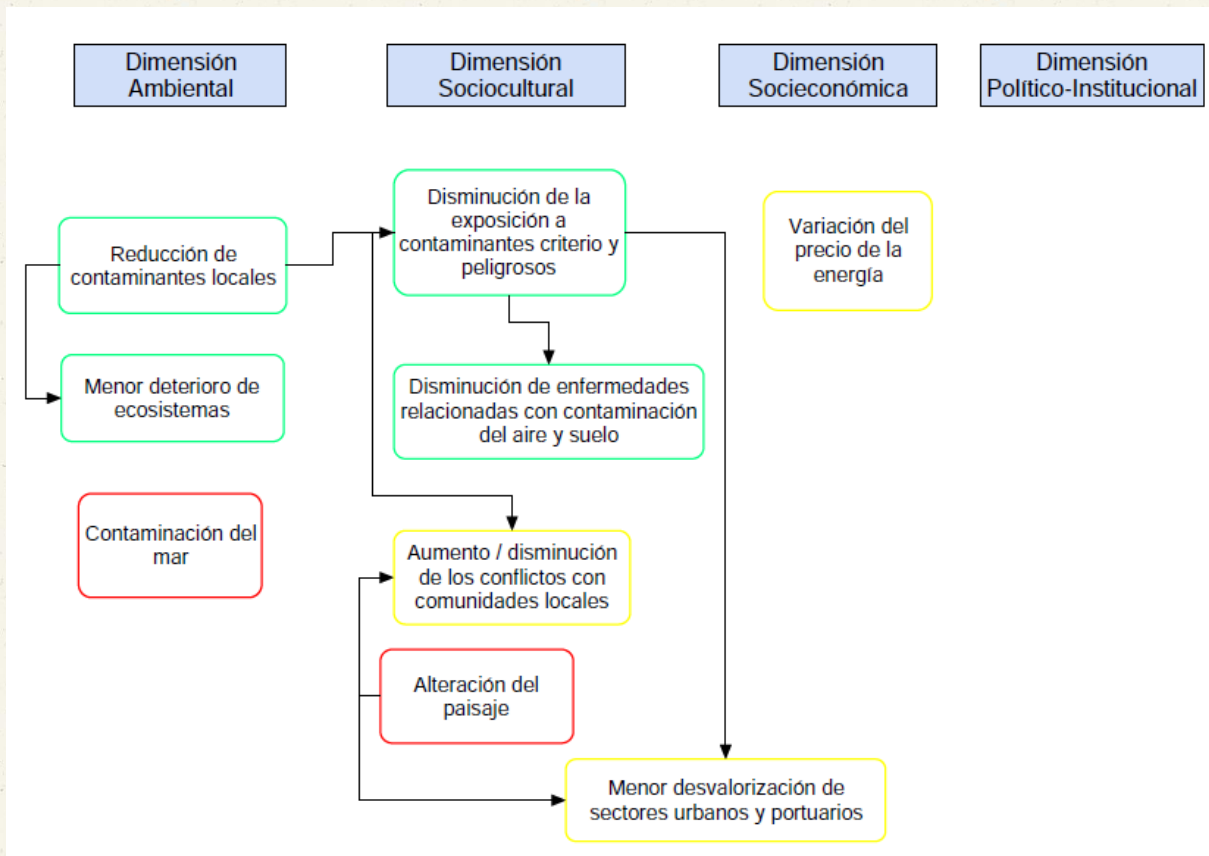
- a. Se limita el análisis de los co-impactos a la implementación de plantas de carbón más limpias, no considerando los co-impactos relacionados con la eventual energía tanto hidroeléctrica como eólica que se implementarían en el marco de esta medida.
- b. Para el análisis de los co-impactos asociados a esta medida es fundamental identificar la línea base con la que se está trabajando. En este contexto la principal diferencia se encuentra cuando i) se hace el análisis comparando la instalación de una central en reemplazo a la instalación de otras centrales más sucias, que permitirían cubrir los MW comprometidos en esta medida (900 MW de tecnología subcrítica). Esto se debe a que la central a carbón más limpio suele ser más grande –produce más MW-, por lo tanto se necesitaría mayor número de centrales de tecnología tradicional que fueran equivalentes en producción, o ii) si el análisis se realiza considerando las diferencias realizadas al instalar una central de este tipo en un lugar donde no existe ninguna central. En general se considera la línea base de otras centrales de reemplazo¹, por lo que se aclarará cuando esto no sea posible (en los co-impactos que están cruzados por una valoración social).

¹ Esto implica considerar el importante supuesto de que la localización de las centrales se realizaría en el mismo territorio.

- c. Los co-impactos que se relacionan con la evaluación o valorización desde el punto de vista social no permitirían considerar claramente una línea base. Esto se debe a que es muy artificial suponer que la valoración que realiza la comunidad considera las características técnicas de las centrales y compara la instalación de una central más limpia con la instalación de otras centrales más sucias. En este contexto se considera que la comunidad siempre podrá comparar con la posibilidad de que no se instale ninguna central, generando un rechazo a la implementación de una central aunque sea más limpia. Aquí solo se puede considerar los impactos asociados a la cantidad de centrales en relación a la línea base, pero no es posible considerar un cambio en las valoraciones en relación a los MW instalados.
- d. Los co-impactos asociados a valoraciones sociales (co-impactos 5, 6 y 7) exigen una gran complejidad en el proceso de evaluación, ya que los resultados dependerán de los diversos grupos que participen, pudiéndose llegar a resultados diversos e incluso contradictorios, dependiendo del grupo de la población con el que se trabaja.
- e. Como resultado de este proceso de análisis de co-impactos es fundamental destacar la necesidad de generar evidencia específica sobre los co-impactos asociados a las medidas de mitigación cuando se tomen las decisiones en torno a su implementación.

1.3 Diagrama

El diagrama presentado a continuación tiene por objetivo dar cuenta de la interrelación entre los co-impactos analizados, haciendo especial hincapié en la dimensión de la sustentabilidad a la que pertenecen y en las relaciones que tienen entre sí. Además se indica con diferentes colores los valores asociados a los co-impactos: rojo es negativo, verde positivo y amarillo es neutro o ambiguo (positivo y negativo a la vez, dependiendo de la perspectiva o supuesto adscrito a la evaluación).



1.4 Análisis por cada co-impacto

A continuación se da a conocer el análisis realizado por cada co-impacto, en función de la dimensión de la sustentabilidad a la cual pertenece.

1.4.1 Dimensión ambiental

Co-impacto 1. Reducción de contaminantes locales

Descripción:

Con la aplicación de esta medida habría una reducción neta de los contaminantes locales debido a que se instalarían menos centrales a carbón (600 MW en lugar de 900 MW). Por otra parte, las centrales que se instalen contarían con una tecnología que les permitiría una disminución en las emisiones de su combustión -particularmente dióxido de nitrógeno (NOx) y dióxido de azufre (SO₂)²-. El impacto sobre el suelo por la deposición de metales pesados también disminuiría. Todo

² Las tecnologías limpias del carbón en los EE.UU. tuvieron como resultado la reducción significativa de las emisiones de NOx y SO₂. Por ejemplo, la central eléctrica de Polk, Florida, EE.UU. utiliza la tecnología GICC, y elimina un mínimo de

esto puede conllevar a la reducción de la exposición de la población vecina a estas fuentes de contaminación.

Respecto de otros contaminantes, tales como: agua caliente del ciclo de refrigeración, carboncillo disperso en el aire, cenizas (importante residuo de la combustión), ruido, vibraciones, tránsito de vehículos pesados, y tendido y operación de líneas, la tecnología por sí sola no garantiza disminuciones. Incluso es posible esperar que haya algunos aumentos, debido a que los tamaños de estas plantas suelen ser mayores que las de carbón convencional.

Condiciones bajo las cuales se genera el beneficio:

El impacto de este tipo de reducción será más importante en áreas habitadas con mayor densidad de población, donde la contaminación atmosférica requiera ser resuelta, versus localidades con poca o sin población. Para que efectivamente exista esta disminución de los contaminantes locales, se destaca la necesidad de realizar un control del cumplimiento de los estándares exigidos, responsabilidad que en la actualidad recae en la Superintendencia de Medio Ambiente.

Información adicional:

La información que se requiere para cuantificar este impacto corresponde al incremento perseguido en la eficiencia de generación de las centrales (%). Este indicador también puede ser referido a la disminución del consumo específico de las centrales (Ton carbón/MWh) por efectos del cambio de tecnologías.

Co-impacto 2. Menor deterioro de ecosistemas

Descripción:

Debido a la reducción de contaminantes locales, es posible identificar un impacto menor en los ecosistemas cercanos si se compara con la instalación de una planta de 900 MW como línea base. Los ecosistemas son vulnerables frente a los contaminantes asociados a la combustión de carbón, por lo que al disminuir esta combustión, se disminuiría este impacto. Esto ocurriría frente a ecosistemas sensibles a la presencia de azufre (bosques y plantaciones frutales y/o agrícolas).

Condiciones bajo las cuales se genera:

Este tipo de reducción en el deterioro de los ecosistemas, dependerá de que exista una efectiva reducción de los contaminantes locales, además de la localización de las centrales y del tipo de tecnología utilizada.

95% del azufre del gas de carbón y tiene menos emisiones que muchas de las plantas de carbón más avanzadas en el EE.UU. (Teco, 2015). Un estudio de caso de Australia el IGCC también mostró una reducción sustancial de las emisiones de SO₂ y NO_x de 53,7 toneladas/ día y 207,9 toneladas / día a 0,547- 1,07 toneladas / día y 0.53-0.59 toneladas/día, respectivamente (Falcke et al., 2011).

Co-impacto 3. Contaminación del mar

Descripción:

Debido al agua que se utiliza en el proceso y las descargas que esto implicaría, una central de este tipo podría generar una importante contaminación marina, de no cumplir con las regulaciones vigentes³, principalmente debido a las descargas que provienen del enfriamiento. Sin embargo, este co-impacto es posible de ser evitado gracias a que actualmente hay disponible tecnologías que permiten utilizar un volumen de agua mucho menor, gracias a la alternativa de enfriamiento de circuito cerrado⁴ el cual no produce dicho impacto.

Condiciones bajo las cuales se genera:

El impacto que pueda tener una planta en el mar dependerá de su localización, de los usos del área costera y de la tecnología de captación y de evacuación.

1.4.2 Dimensión Sociocultural

Co-impacto 4. Disminución de la exposición a contaminantes criterio⁵

Descripción:

La combustión de carbón genera compuestos orgánicos y metales pesados, capaces de producir efectos tóxicos agudos y crónicos sobre la población expuesta. Considerando que esta medida implica disminuir comparativamente la emisión local de contaminantes, se tendrá como consecuencia una menor exposición de la población.

Condiciones bajo las cuales se genera:

Para que se produzca una disminución significativa de la exposición a los contaminantes analizados, la reducción de emisiones debe ser relevante. Por otra parte, dependerá del tipo de tecnología que se emplee el tipo de exposición que disminuirá. Además este co-impacto solo adquiere real significado cuando la localización de la planta de tecnología limpia, -en lugar de una planta tradicional-, está prevista en la vecindad de una población, ya que si la planta no se encuentra cercana a áreas pobladas, no ocurriría exposición ni daño a la salud de las personas.

³ Las emisiones marinas se encuentra reguladas por el Decreto Supremo N° 90/2000.

⁴ El vapor pasa primero a una torre de enfriamiento, donde se realiza la transferencia de calor a la atmósfera.

⁵ Los contaminantes criterio son: Dióxido de azufre (SO₂), Dióxido de nitrógeno (NO₂), Material Particulado (PM), Plomo (Pb), Monóxido de carbono (CO), Ozono (O₃).

Co-impacto 5. Alteración del paisaje

Descripción:

La valoración del impacto en el paisaje depende de los grupos relacionados con el territorio afectado en un momento del tiempo específico (ya que esas valoraciones no son estáticas). La instalación de una central del tipo propuesto en esta medida generaría una intervención del paisaje que podría ser considerado un deterioro. Sin embargo, se destaca también que la intervención del paisaje no necesariamente significa deterioro, en particular si la formulación de los proyectos ha tomado en cuenta este aspecto. Hay grupos que pueden evaluar negativamente la instalación de una central y otros podrían no hacerlo, por lo que es importante considerar que existirán alternativas de valoración sobre el paisaje.

Condiciones bajo las cuales se genera:

El posible deterioro del paisaje dependerá de la localización de la central, de los usos del área costera, de la población que habita el área y del valor paisajístico del territorio intervenido. Si el proyecto es diseñado y construido considerando el valor paisajístico y la posible intervención, se podría mitigar este co-impacto. El buen diseño arquitectónico de los proyectos puede alterar el paisaje, sin que necesariamente dichas alteraciones signifiquen su desvalorización o deterioro, más aún, pueden aportar valor estético.

Se recomienda que este tema sea considerado en el diseño de las centrales que se instalarían, haciendo otro tipo de levantamiento de información (por ejemplo encuestas donde se recoja la evaluación de las personas que puedan verse afectadas y contemplando la incorporación de creatividad artística en el diseño estructural).

Co-impacto 6. Menor desvalorización de sectores urbanos y portuarios

Descripción:

Si se considera la instalación de industrias menos contaminantes, -considerando como línea base una industria más contaminante en el mismo lugar-, esta reducción permitiría una menor desvalorización de los sectores urbanos adyacentes. Incluso se podría considerar un potencial efecto en el precio del sector inmobiliario, al capitalizar la calidad ambiental en un mayor precio de venta en los sectores urbanos. Sin embargo, la instalación de una central evaluada de forma independiente a la comparación con la línea base, podría implicar una desvalorización del territorio⁶. Esto último es relevante ya que debido al carácter subjetivo de los procesos de

⁶ A partir de experiencias en el norte de Chile (Mejillones o Tocopilla por ejemplo) se ha evidenciado que la ubicación de centrales permiten generar un polo industrial, que posteriormente al atraer población conlleva problemas para esa población, pero al comienzo puede generar un importante desarrollo donde no había centros urbanos importantes. Sin embargo, si la comparación es con la instalación de otro tipo de centrales, que la planta sea más limpia no significa que vaya a generar más desarrollo.

valorización, posiblemente la población afectada no realizaría la comparación con una potencial central más contaminante.

Condiciones bajo las cuales se genera:

El concepto de Zonas de Sacrificio surge para cubrir estos temas, donde se evidencia una clara localización de grupos con menores ingresos y una desvalorización del suelo debido a la instalación de termoeléctricas. No es claro si la instalación de una central más limpia signifique una diferencia en este sentido. Sin embargo, si se logra evitar la instalación de centrales más contaminantes se podría evitar la generación de potenciales pollution trap⁷. Los planes reguladores y planes de desarrollo comunales son fundamentales en la delimitación del impacto que podría producir la instalación de una central de este tipo.

Co-impacto 7. Aumento / disminución de los conflictos con comunidades locales

Descripción:

Una nueva central a carbón más limpia puede que sea menos resistida por la comunidad. Asimismo es posible que exista una disminución de los conflictos producto de reducción de contaminación. Sin embargo, paralelamente se plantea que para las centrales que se instalen (los 600 MW), la conflictividad podría ser similar a las centrales actuales, ya que la población afectada no realizaría la comparación con una central más contaminante, sino que con la situación de ausencia de centrales. En este sentido, no es posible hacer un análisis directo considerando la línea base establecida para esta medida.

Condiciones bajo las cuales se genera:

La conflictividad dependerá de las condiciones ambientales de cada localidad y de sus planes de desarrollo urbano. Cuando las comunidades no son consultadas y se alteran los planes de desarrollo comunal los conflictos serán más importantes. Por lo tanto, para reducir los posibles conflictos, los proyectos deben planificar participación temprana de la comunidad y considerar sus demandas en la formulación de los proyectos y en el establecimiento de las medidas de compensación.

1.4.2 Dimensión Socioeconómica

Co-impacto 8. Disminución de enfermedades relacionadas con contaminación del aire y suelo

Descripción:

⁷ Si la calidad del aire es mala, se desvalorizan las propiedades, eso hace más fácil instalar nuevas industrias que generan aún más polución, afectando aún más la desvalorización de sectores urbanos y así sucesivamente.

Las centrales termoeléctricas son importantes fuentes de contaminantes atmosféricos principalmente dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y material particulado. Estos contaminantes producen en la población general efectos tóxicos tanto agudos como crónicos, tales como la exacerbación de patologías respiratorias preexistentes, especialmente en las personas asmáticas, o el incremento de la morbilidad cardiovascular. Entonces, el evitar un mayor incremento en la ocurrencia de estas afecciones como consecuencia de una menor emisión de estos contaminantes puede considerarse como impacto directo positivo de contar con centrales térmicas más limpias.

Condiciones bajo las cuales se genera:

Para que efectivamente se verifique un menor incremento de este tipo de enfermedades, la reducción de emisiones debe ser importante, además este incremento acotado dependerá del grado de vulnerabilidad y tamaño de la población expuesta. Si solamente se encuentra expuesta la población laboral, en caso de no existir comunidad aledaña, los beneficios posiblemente serán poco significativos.

Información adicional:

La casuística de la emisión y el impacto en salud es difícil de comprobar, esto se debe a los múltiples otros factores que influyen, por ejemplo los casos donde la población también fuma o la existencia de otras fuentes contaminantes en la zona. Por lo tanto, para medir este co-impacto se requieren estudios epidemiológicos y seguimiento de la población.

El vínculo entre la contaminación atmosférica procedente de las centrales eléctricas de carbón y las enfermedades relacionadas con la contaminación del aire está ampliamente documentada (IPCC, 2014, Czarnowska y Frangopoulos de 2012, Tang et al., 2014). Estos estudios muestran que la reducción de los contaminantes del aire como resultado de las tecnologías más limpias en las centrales a carbón tiene efectos positivos sobre la salud humana, en particular debido a una reducción de las enfermedades relacionadas con la contaminación del aire. Esto se analiza en detalle en el informe de 2014 del IPCC (IPCC, 2014).

Co-impacto 9. Variación del precio de la energía

Descripción:

La producción energética a carbón se podría encarecer debido a las inversiones requeridas para implementar esta medida y también por los costos de operación de este tipo de centrales más limpias. Bajo el esquema actual de comercialización, la medida probablemente produciría un aumento en los precios de la energía, al significar una restricción que en definitiva se convierte en mayores costos de inversión u operación para los nuevos proyectos, lo que redundaría en mayores precios a la hora de ofertar en una licitación de bloques de energía para consumidores regulados. Sin embargo, también se destaca que esto no sería así necesariamente, ya que una nueva o mejor tecnología no conlleva obligatoriamente un aumento en los costos y menos un impacto directo en el precio de la energía. El precio de la energía en un mercado competitivo también está

condicionado por la tecnología marginalista, que en el caso chileno podría estar dado por ciclos combinados de gas natural, con costos mayores que la tecnología de carbón.

Condiciones bajo las cuales se genera:

Si bien hay experiencias internacionales⁸ donde se registra un aumento en los precios debido a la instalación de centrales con nueva tecnología, en general la variación de los precios dependerá tanto de los costos de las nuevas tecnologías como del esquema de comercialización de la energía imperante en el país.

2. Hidroelectricidad en Aysén

2.1 Descripción de la medida

Chile es un país que posee una gran cantidad de cuencas en las que puede desarrollar centrales hidroeléctricas, pero su mayor potencial a este respecto se encuentra en la Región de Aysén. El recurso hídrico ahí es en extremo abundante y a diferencia de lo que ocurre en el resto del país, la estacionalidad es baja. Esta medida de mitigación tiene como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como resultado del aprovechamiento de los recursos hidroeléctricos de esta zona.

La siguiente tabla presenta un escenario de desarrollo, con la cantidad de MW instalados de centrales hidroeléctricas en la zona de Aysén. En relación a esta medida en particular, se analizan los co-impactos de las centrales de HidroAysén (HA), Energía Austral (EA) y otros potenciales proyectos⁹.

⁸ Por ejemplo, en Mississippi la central Kemperes (la primera central eléctrica de carbón a gran escala construida en los EE.UU. que opera con tecnologías más limpias) debido al aumento en el costo del proyecto (desde US \$1,8 mil millones en 2006 a USD 5,2 millones en 2014), el costo de la energía se estima en 6.800 dólares por kilovatio, 6,8 y 1,23 veces más que el gas natural y la energía nuclear, respectivamente. En consecuencia los contribuyentes de Kemper verán un aumento del 22% en sus facturas de electricidad como consecuencia del aumento de los precios (Bloomberg Negocios, 2014). Otro estudio en Australia también estimó un aumento en el precio de la electricidad para una planta de energía convencional debido a la energía generada a partir de IGCC, subiendo desde USD 80 por MWh hasta montos entre USD 101 y 145 por MWh (Falcke et al., 2011).

⁹ Sin embargo es importante aclarar que para el análisis de co-impactos no se consideraron estos proyectos de centrales en particular, sino que se realizó un análisis de impactos genéricos asociados al desarrollo de este tipo de tecnologías.

Año	HA(MW)	EA(MW)	Otras(MW)	Total(MW)
2021	660			660
2022	1.160			1.930
2023	1.930			1.930
2026	2.290			2.290
2027	2.760			2.760
2029	2.760	1000		3.760
2036			760	4.600
2040			1.760	6.600
2060			2.260	6.000

	Línea Base (MW)		Escenario con Hidroelectricidad Aysén (MW)		Diferencia LB - Hidroeléctricidad Aysén (MW)	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Tecnología						
Carbón	9,431	11,081	6,431	7,331	3,000	3,750
GNL	4,180	4,180	4,180	4,180	0	0
Diesel	2,703	2,703	2,703	2,703	0	0
Hidro Conv	8,354	10,154	12,054	16,104	-3,700	-5,950
Mini Hidro	2,178	3,578	2,178	3,578	0	0
Eólica	2,741	4,336	2,779	3,215	-37	1,121
Solar	1,071	4,643	1,144	2,951	-73	1,692
Geotérmica	1,668	6,155	1,668	5,906	0	249
Biomasa	757	1,017	757	1,010	0	7
Cogeneración	254	307	254	307	0	0

2.2 Consideraciones generales y recomendaciones para su implementación

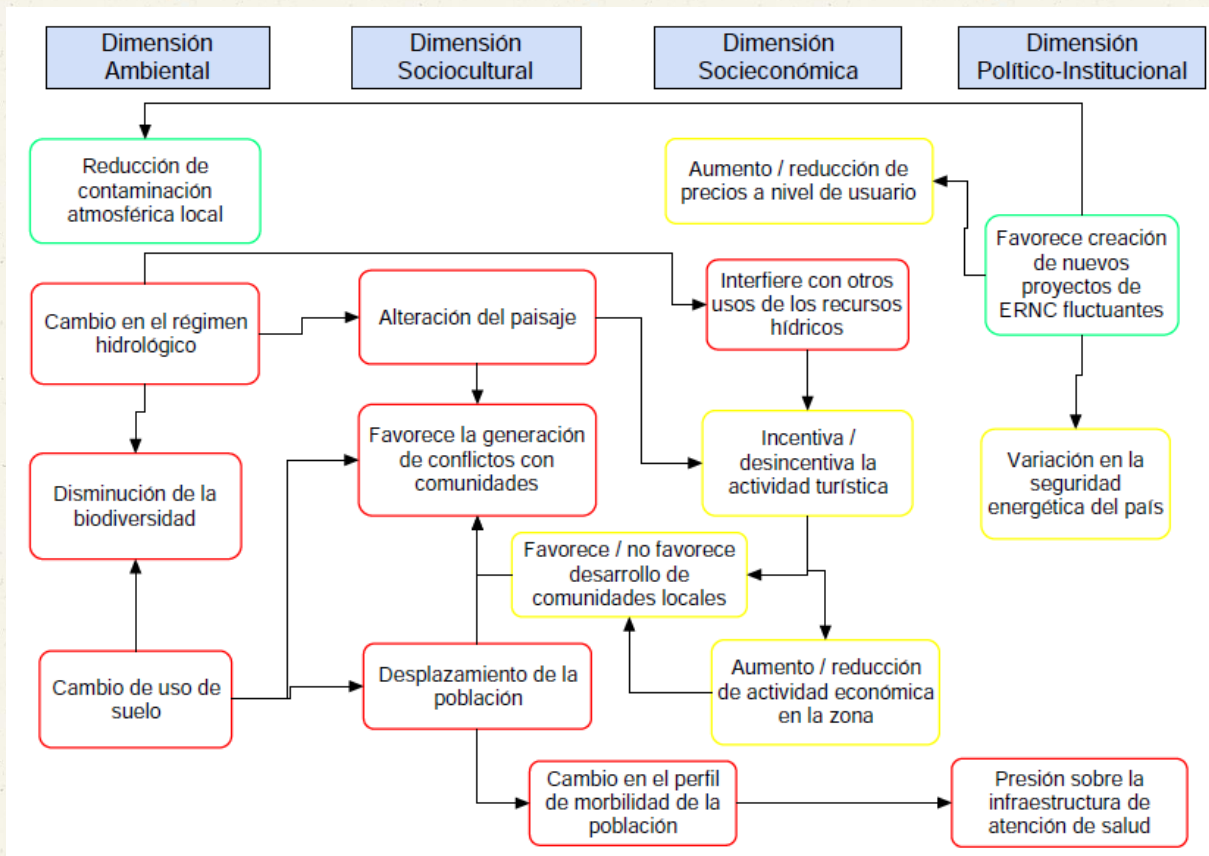
Para el análisis de la medida, el panel de expertos definió las siguientes consideraciones generales:

- a. El análisis de los co-impactos de grandes centrales hidroeléctricas en Aysén se considera útil para establecer criterios relevantes para la evaluación de nuevos proyectos en la zona. En ese sentido, se destaca que la experiencia acumulada, a partir evaluación ambiental de proyectos hidroeléctricos en la Región, es valiosa para hacer análisis prospectivos en relación a posibles futuras iniciativas de desarrollo de esta fuente de energía.

- b. Si bien en la descripción de la medida se considera la construcción de centrales relacionadas con el proyecto Hidroaysén, para el presente análisis de co-impactos no se consideran esas centrales en particular – ya que el proyecto se encuentra actualmente rechazado- si no que se hace el análisis considerando la construcción de centrales de magnitud similar pero que podrían tener ubicación y diseño diferente, además de realizarse bajo condiciones políticas, económicas e institucionales distintas.
- c. En el análisis de esta medida se ha establecido que para poder identificar co-impactos positivos, se requiere de una conceptualización e implementación de los proyectos radicalmente diferente a la que se ha llevado a cabo en el pasado. Por ejemplo, un involucramiento mucho más temprano y asociativo de las comunidades. En este marco se establece también que se deben considerar numerosas condicionantes, lo que finalmente podría terminar haciendo inviable la implementación de una medida como esta.
- d. Un proyecto de esta envergadura tendría que plantearse como un proyecto país y no como un emprendimiento de negocio meramente privado, lo que requiere capacidad institucional para llevarlo a cabo. Para esto es necesario considerar elementos críticos como por ejemplo, un adecuado ordenamiento territorial, un Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) con mayores capacidades humanas, un sistema de financiamiento de la evaluación ambiental independiente del mandante, entre otros elementos que permitan mejor gobernabilidad sobre estos temas. Bajo esa condición la medida se podría realizar. Entonces, si la energía de Aysén se explota con una visión estratégica de país tendría un componente institucional importante, ya que se requeriría desarrollar una institucionalidad mucho más robusta para poder avanzar en un proyecto como este. Es necesario destacar aquí que los expertos consideraron que la energía en Aysén no es posible si no es bajo este marco.

2.3 Diagrama

El diagrama presentado a continuación tiene por objetivo dar cuenta de los co-impactos analizados, haciendo especial hincapié en la dimensión de la sustentabilidad a la que pertenecen y en las relaciones que tienen entre sí. Además se indica con diferentes colores los valores asociados a los co-impactos: rojo es negativo, verde positivo y amarillo es neutro o ambiguo (positivo y negativo a la vez, dependiendo de la perspectiva).



2.4 Análisis por cada co-impacto

A continuación se da a conocer el análisis realizado por cada co-impacto, en función de la dimensión de la sustentabilidad a la cual pertenece.

2.4.1 Dimensión ambiental

Co-impacto 1. Reducción de contaminación atmosférica local por sustitución de energía (térmica) y otros combustibles

Descripción:

La sustitución de combustibles se produce porque se instalan menos centrales térmicas en otras partes del país gracias a la capacidad de generación de las centrales hidroeléctricas. La quema de biomasa a nivel domiciliario produce efectos nocivos para la salud debido a la emisión, durante su combustión incompleta, de un gran número de contaminantes al aire, tales como el monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), material particulado respirable (PM_{2.5} y PM₁₀), hidrocarburos aromáticos poli-cíclicos (PAH), benceno y metales pesados como plomo y mercurio, entre otros. Dependiendo de las condiciones atmosféricas de ventilación y de la intensidad de las

emisiones, la concentración de estos contaminantes puede alcanzar niveles capaces de producir un aumento de las consultas de urgencia, hospitalizaciones por cuadros respiratorios o cardiovasculares y exceso de muertes dentro de sus efectos agudos. Por su parte la exposición crónica a algunos de estos contaminantes se asocia a un incremento de la mortalidad por patologías de tipo cardiovascular y de algunos tipos de cáncer. Las personas más afectadas son los adultos mayores, los niños de corta edad y las personas con enfermedades respiratorias crónicas y cardiopatías. La contaminación atmosférica produce también efectos sobre la biota y el ambiente construido (edificios y patrimonio cultural) que podrían verse disminuidos.

Condiciones bajo las cuales se genera:

La magnitud de este co-impacto dependerá de la matriz disponible en cada región del país y las fuentes de energía que efectivamente serían substituidas al contar con la electricidad proveniente de Aysén. Si se llegara a sustituir la biomasa que se utiliza para calefacción y cocina en el centro y sur del país, a los beneficios respiratorios y cardiovasculares antes descritos, se podrían agregar beneficios en embarazadas, peso de nacimiento, salud infantil, y disminución del cáncer pulmonar por la consecuente disminución de la contaminación atmosférica intra-domiciliaria o intramuros (Bruce, 2015; Amegah, 2014; Gordon, 2014).

Co-impacto 2. Cambio en el régimen hidrológico

Descripción:

La operación de centrales hidráulicas de embalse genera diferentes impactos en el régimen hidrológico debido a su construcción y operación. Producto de la construcción se cambia el régimen hidrológico natural del río, se tienen mayores tiempos de retención, se crea una barrera que impide el paso de nutrientes y sedimentos alterando así las características físico-químicas del agua. Según la operación de la central se observan efectos en el punto de restitución de las aguas, donde no se tiene un caudal constante en el tiempo, se erosionan las zonas ribereñas, y se podría alterar la composición físico-química del agua.

Aguas arriba de la presa, en la zona del embalse específicamente, se pueden observar fenómenos de estratificación en ciertos períodos del año y una mayor exposición a factores como el viento e intercambios de calor con la atmósfera, lo que implica que las temperaturas a la salida de la presa no sean las mismas que las temperaturas de entrada, alterando aguas abajo el régimen térmico del río. Este efecto trae consigo cambios en la concentración de gases disueltos y nutrientes, afectando directamente las condiciones necesarias para el desarrollo de los diferentes ecosistemas. Este último es uno de los factores relevantes para el desarrollo de sistemas acuáticos y calidad del agua, ya que condiciona la presencia y distribución de especies, la concentración de saturación de gases disueltos y la velocidad de reacciones químicas.

Condiciones bajo las cuales se genera:

La magnitud de este co-impacto dependerá de la localización de la represa, del régimen de la operación y de las características ecológicas del sistema fluvial intervenido, que en el caso chileno difieren según su localización a lo largo del territorio. Asimismo, este co-impacto depende fuertemente de las reglas de operación de las centrales: en escalas de tiempo mayores, como años y meses (e incluso semanas), los embalses no tienen tanto volumen como para alterar significativamente el régimen natural de flujo en el tipo de ríos de la Región de Aysén en que eventualmente se construiría este tipo de centrales. Sin embargo, a escala intra-diaria, una regla de operación diseñada para seguir los máximos de demanda (hydro-peaking) sí puede ocasionar alteraciones mayores al régimen de caudales horarios. Para reducir este impacto se requeriría restringir la tasa de variación entre caudales de horas sucesivas, además de establecer condiciones de operación que acoten la modificación del régimen natural de la hidrología¹⁰.

Información adicional:

Para hacer una estimación de este co-impacto es necesario considerar indicadores hidrológicos de los caudales (frecuencia, magnitud, timing, tasa de cambio y duración), además de información histórica, pero a escala horaria, o mínimamente diaria.

En la literatura están ampliamente documentados los impactos de las centrales hidroeléctricas en el régimen hidrológico, especialmente la reducción de flujo y la variabilidad del régimen de caudal (Álvarez-Troncoso et al., 2015, Siciliano et al., 2015, Warner, 2012, Kumar y Katoch, 2015, Poff 1997, 2015). En Chile, esta alteración y su efecto sobre el hábitat de los peces ha sido demostrado por Garcíá et al. (2011).

Co-impacto 3. Alteración de la biodiversidad (en sector de embalses y línea de transmisión)

Descripción:

El cambio de uso del suelo en el entorno a los embalses y a las líneas de transmisión implica la eliminación de la cobertura vegetal existente. Esto puede significar la reducción de la superficie de un hábitat particular y a su vez puede generar una fragmentación del mismo impactando a la biodiversidad existente en el lugar.

Sobre el cauce intervenido, puede generar la alteración de los flujos de especies acuáticas, así como también la alteración del flujo de nutrientes o sedimentos necesarios para mantener las condiciones de hábitat natural. Por otra parte, la apertura de caminos para la construcción de los embalses puede facilitar la tala del bosque nativo.

Condiciones bajo las cuales se genera:

¹⁰ Notar que esto puede tener efectos negativos en el co-impacto "Favorece creación de nuevos proyectos de ERNC fluctuantes", pues si se imponen las condiciones que mantienen el régimen, ello significa una restricción a la posibilidad de contrarrestar fluctuaciones.

La magnitud de este co-impacto dependerá de las características de los ríos intervenidos, de su riqueza en biodiversidad (genética, específica y ecosistémica), de los proyectos localizados en ellos y de sus regímenes de operación¹¹. Asimismo, influirá el trazado de las líneas de transmisión y las características de los territorios intervenidos. Por lo tanto, este co-impacto podría ser minimizado dependiendo del diseño del trazado de las líneas y de las características de los embalses considerados.

Información adicional:

Para estimar la magnitud de este co-impacto es necesario considerar una evaluación de la biodiversidad acuática y terrestre, considerando número de especies endémicas e introducidas, los estados de conservación ecológica, la conectividad de las poblaciones, la presencia de hábitats de reproducción y crianza, y los eslabones críticos de la cadena trófica.

Es importante considerar que en Chile se ha realizado un escaso o nulo seguimiento de la situación de la biodiversidad acuática y terrestre de sectores de ríos que han sido transformados en embalses. En este contexto, los expertos establecieron que es urgente sistematizar la información existente (Programas de Vigilancia Ambiental –PVA– de las centrales en operación) o generar programas de monitoreo integrados.

2.4.2 Dimensión sociocultural

Co-impacto 4. Alteración del paisaje (sector de embalses y líneas de transmisión)

Descripción:

Para este co-impacto es fundamental considerar la construcción social del paisaje. Aysén es asociada a una región prístina, a pesar de que ya ha sido colonizada y con importante intervención en el paisaje¹². Independiente de lo anterior es considerada por parte importante de la ciudadanía como una región de alto valor paisajístico, donde se establece la expectativa de que no se produzcan cambios (por ello ha sido tan importante el eslogan Patagonia “sin represas”). Cualquier intervención de un paisaje natural, en este caso principalmente por las líneas de transmisión y los embalses (tanto en su etapa de construcción/instalación como durante su operación), alterará el paisaje a una condición de intervención con infraestructura antrópica. Este co-impacto es especialmente importante si se establecen zonas inundadas con mayor valor paisajístico, especialmente considerando que es una región que presenta una importante vocación

¹¹ La pérdida de biodiversidad se produce a través de la pérdida de territorio por la construcción del embalse (da Silva Soito y Freitas, 2011, Fearnside, 2014, Siciliano et al., 2015, Chen et al., 2015) y, como resultado de los impactos ambientales aguas abajo en el río, como la disminución del flujo hídrico y los cambios de temperatura del agua (Warner, 2012, Álvarez-Troncoso et al., 2015).

¹² Aysén experimentó una masiva quema de bosques entre 1920 y 1950, lo que dañó cerca del 60% de la superficie original de bosques, para transformarla en terrenos de pastoreo.

turística¹³. Finalmente, es también necesario incorporar en el análisis que gracias a los nuevos accesos¹⁴ es posible la identificación de nuevos paisajes que se verían afectados¹⁵, pero que podrían significar un aumento de los lugares turísticos a visitar por mejora de la conectividad.

Condiciones bajo las cuales se genera:

Los impactos asociados a la alteración del paisaje dependerán de la localización del proyecto a lo largo del territorio, del trazado de las líneas de transmisión y el diseño para la instalación de embalses, y del diseño de las rutas de acceso al embalse. Se identifica que el mayor deterioro del paisaje lo produciría las líneas de transmisión, si afecta zonas más visitadas, zonas que ya han sido establecidas como de interés turístico.

Co-impacto 5. Favorece / no favorece desarrollo de comunidades locales

Descripción:

Las faenas propias de la etapa de construcción y, en menor medida, de la etapa de operación requieren de personal directivo, profesional, técnico y obrero que usualmente significa creación de campamentos, nuevos asentamientos humanos provisionales e incremento de la población de centros urbanos preexistentes, con múltiples problemas asociados a este fenómeno migratorio (presión sobre los servicios, actividades ilegales, etc.).

La ganadería y turismo representan las principales actividades económicas de la región, las que podrían verse favorecidas dadas la mejor y mayor conectividad que la expansión hidroeléctrica pudiera otorgar a la región. Estos proyectos podrían favorecer el desarrollo de las comunidades más aisladas que verán mejorada su accesibilidad como producto de las obras de construcción accesorias a las centrales (caminos). Además, estas zonas también pueden potenciar actividades turísticas nuevas (deportes náuticos, visitas guiadas a los embalses, etc.). Sin embargo, al mismo tiempo podría desfavorecer el desarrollo de cierto tipo de turismo que está más asociado a zonas con poca intervención humana.

Finalmente, las comunidades vecinas se pueden ver directamente afectadas por procesos de relocalización, y en Chile las experiencias de relocalización no han logrado el objetivo de asegurar un efectivo desarrollo local. Sin embargo, en el caso de Aysén, las zonas afectadas en general son

¹³ Sin embargo, algunas centrales están proyectadas en zonas aisladas de alta cordillera, sin acceso turístico.

¹⁴ Se ha identificado un importante deterioro del paisaje relacionado con la construcción de embalses, por ejemplo por la intensificación de la extracción de madera (da Silva Soito y Freitas, 2011)

¹⁵ A pesar que de todas formas podría haber valoraciones distintas, no es posible olvidar que ya hubo un conflicto asociado a la hidroelectricidad en Aysén y el mayor cuestionamiento se relacionaba directamente con el paisaje. Por lo tanto es fundamental el impacto negativo de las centrales en el paisaje de la zona.

bajas en densidad poblacional¹⁶, ya que la gran mayoría de los proyectos son de ubicación precordillerana y de naturaleza rural¹⁷.

Condiciones bajo las cuales se genera:

Este co-impacto depende de la formulación de cada proyecto, de su localización, de la cercanía a la población local y de cómo se consideran los intereses de esta población en el proceso¹⁸. Un aspecto crítico que puede influenciar el desarrollo local, se relaciona con la ubicación de las represas, si ellas inundan zonas de interés turístico y si además las líneas de transmisión intervienen el paisaje.

Información adicional:

Si bien en la literatura internacional se han documentado casos donde la construcción de centrales promueven el desarrollo de las comunidades locales, gracias a la construcción de infraestructura, mejoras en vialidad y refuerzo de importantes servicios como salud y educación, en la mayoría de los casos los beneficios y compensaciones comprometidos en los proyectos – por parte de los desarrolladores y de los gobiernos- no han sido cumplidos y las comunidades se han debido enfrentar a pérdidas de sus medios de subsistencia sin obtener las compensaciones requeridas (Tiltet al., 2009, Siciliano et al ., 2015, Kumar y Katoch, 2015).

Para que proyectos hidroeléctricos de esta envergadura favorezcan el desarrollo de comunidades locales es necesario que exista un efectivo traspaso de beneficios del proyecto a las comunidades locales¹⁹ (en una medida significativamente superior a lo que tradicionalmente se ha entendido bajo este concepto), que se genere una demanda tanto de capital humano estable durante las diferentes etapas del proyecto como de insumos, bienes y servicios a nivel local/regional, que las zonas de embalses queden bien conectadas con centros urbanos o puntos de llegada de turistas, y que el mayor turismo y/o mayor agricultura deje beneficios in-situ (ej. Contratación de mano de obra local para labores agrícolas, contratación de operadores turísticos locales, etc.). Sin embargo, es importante destacar que solo se podría hablar de “desarrollo” si aparejado a las condiciones anteriores se asegura avanzar en otros aspectos como infraestructura y servicios esenciales (educación, salud, comunicaciones, saneamiento, etc.)

¹⁶ Por ejemplo: se identifican sólo 39 familias a ser reubicadas en proyecto Hidroaysén

¹⁷ Esto podría explicar que gran parte de la oposición al desarrollo de estos proyectos proviene de gente que no vive en la región.

¹⁸ Hay un ejemplo relevante al respecto, la comuna que más energía hidroeléctrica genera en el país, la Comuna del Alto Biobío, es una de las más pobres del país.

¹⁹ El proyecto de asociatividad que el Ministerio de Energía está actualmente impulsando, muestra avances en este sentido, ya que permitiría potenciar el desarrollo de las comunidades comprometidas en los proyectos.

Co-impacto 6. Favorece la generación de conflictos con comunidades

Descripción:

La experiencia actual de la gestión ambiental es que todo tipo de desarrollo energético - convencional y no convencional- se asocia con conflictividad social. En Chile al establecerse un tipo de evaluación de impacto ambiental que impide evaluar impactos positivos se refuerza esta situación. Toda iniciativa de desarrollo de infraestructura generará conflictos locales, lo que está estrechamente relacionado con el deficiente proceso de participación ciudadana. En general la negativa por parte de las comunidades aledañas o relacionadas con los proyectos de aceptar los impactos negativos –sociales, económicos y ambientales-, hace que de forma sistemática los conflictos se desarrollen²⁰.

Por otra parte, el desarrollo hidroeléctrico puede generar conflictos con comunidades en los casos que las nuevas actividades económicas asociadas a los proyectos empleen en mayor proporción a personas foráneas. Además, la conflictividad también puede producirse si las zonas de embalse y las líneas de transmisión afectan el patrimonio cultural local o el turismo de la región. Finalmente, se podrían desarrollar importantes conflictos a nivel nacional debido a la construcción simbólica de este territorio como una zona prístina, que se relaciona con esa idea de no-desarrollo, por lo tanto de no-cambios.

Condiciones bajo las cuales se genera:

El potencial de conflicto aumenta cuando los proyectos no son desarrollados desde un inicio con participación de la comunidad y cuando hay una poca consideración de los planes de desarrollo local, los que se ven alterados por los proyectos hidroeléctricos.

La generación de conflictos queda muy condicionada a la localización de embalses y líneas de transmisión. Para evitarlos, el trazado de las líneas y la localización de embalses debieran incorporar criterios culturales de modo de impedir el daño de patrimonio y limitar la afectación de áreas de mayor desarrollo productivo agrícola y ganadero. Por otra parte, las fases de construcción y funcionamiento del proyecto debieran priorizar contratación de mano de obra local.

Información adicional:

En varios estudios de caso relacionados con la construcción o expansión de centrales hidroeléctricas en Brasil, Colombia, Lesotho, China y la India, se ha identificado que han causado conflictos con las comunidades cercanas (Morales-Ruiz y Pachón-Ariza, 2010, da Silva Soito y Freitas, 2011, Tilt et al., 2009). En particular, se identifican conflictos entre la población reasentada y las comunidades de acogida (Tilt et al., 2009) y entre la comunidad cercana a los proyectos y los desarrolladores de proyecto (Kumar y Katoch, 2015). En este contexto, se ha identificado una importante debilidad de la participación pública en el proceso de toma de decisiones, lo que

²⁰ En este tema es fundamental desarrollar un análisis más detallado, considerando la evidencia científica de lo que ha ocurrido en otros casos para de esa forma avanzar en evidence-based policies.

establece la necesidad de crear mejores canales de comunicación entre quienes desarrollan los proyectos, el gobierno y las comunidades afectadas, para ayudar así a minimizar el daño social y ambiental de los proyectos (da Silva Soito y Freitas, 2011, Siciliano et al., 2015).

En general se recomienda que los futuros proyectos hidroeléctricos consideren metas de desarrollo local y regional desde su diseño (da Silva Soito y Freitas, 2011), y que los gobiernos elaboren políticas nacionales y legislación que se centre específicamente en la protección del medio ambiente y de las comunidades afectadas en el contexto de proyectos hidroeléctricos (Siciliano et al., 2015).

Co-impacto 7. Desplazamiento de la población

Descripción:

Tanto la creación de nuevas fuentes de trabajo como el cambio del uso del suelo generan el desplazamiento de grupos de población. En el primer caso el desplazamiento es mayoritariamente voluntario y/o programado, en tanto que en el segundo caso con frecuencia es en parte forzado e incluso resistido. Estos últimos procesos migratorios están asociados a las zonas de inundación principalmente. La afectación de actividades productivas (agricultura, ganadería y turismo) puede también condicionar desplazamiento de poblaciones hacia otras áreas rurales de la región o hacia núcleos urbanos. Sin embargo, en general en el caso de Aysén, se estima que este impacto sería muy bajo, debido a la localización de los proyectos y a la baja demografía de las áreas de localización.

Condiciones bajo las cuales se genera:

La dimensión territorial es clave considerando variables de densidad poblacional y principales actividades productivas. Por tanto, este co-impacto queda condicionado a la consideración de criterios demográficos a usarse junto a criterios biofísicos y socioeconómicos al momento de trazar líneas de transmisión y zonas de embalses. Por otra parte, los impactos producidos por el desplazamiento de la población durante la construcción de los embalses, dependerá de la infraestructura que se habilite para enfrentarlo.

Información adicional:

Este co-impacto se podría estimar a partir de cambios censales. Si bien se puede esperar cambios entre la población local en áreas de inundación, en esta zona serían pocas las familias afectadas directamente. Por otra parte, la creación de embalses y la posible habitación de sus bordes puede traer otros residentes posteriores, mientras otros pueden retirarse debido al cambio en el estilo de vida en los poblados o a la velocidad del cambio.

Co-impacto 8. Cambio en el perfil de morbilidad de la población

Descripción:

La creación de campamentos, nuevos asentamientos humanos, incremento de la población de centros urbanos preexistentes, grupos desplazados de su área de residencia habitual, aumento del tránsito de personas intra y extra regional y la existencia de residentes transitorios, usualmente conlleva un incremento de la incidencia de ciertas patologías (ej. Enfermedades de Transmisión Sexual, ETS, enfermedades transmitidas por alimentos, ETAS, enfermedades asociadas a condiciones de saneamiento deficitarias, etc.), una mayor velocidad de avance de ondas epidémicas, y un aumento tanto de las tasa de accidentes (ej. Accidentes en la vía pública, accidentes laborales) como de la violencia y los embarazos no planificados.²¹

Condiciones bajo las cuales se genera:

Este co-impacto será importante si se crean asentamientos humanos precarios en áreas periurbanas, si se produce tránsito intenso de personas entre centros urbanos, campamentos, etc. y si se establecen lugares habituales de comercio no autorizado y/o no sujeto a control.

2.4.3 Dimensión socioeconómica

Co-impacto 9. Interfiere con otros usos de los recursos hídricos

Descripción:

La generación hidroeléctrica se asocia a un Derecho de Agua de carácter no consuntivo. Sin embargo, puede ser incompatible con otros usos cuando existe un área de la cuenca muy amplia entre el punto de captación y el de restitución del agua. En este contexto pueden existir conflictos por derechos de aprovechamientos consuntivos y no-consuntivos en un mismo tramo de río.²² En el caso de Aysén, si bien las magnitudes son bajas, de todas formas hay algunas interferencias con otros usos in-situ, ya que algunos derechos consuntivos no se podrían ocupar debido a la construcción de las represas. Es importante considerar también el uso del ecosistema, uso ambiental del agua, el que también puede ser afectado por la operación de los embalses.

Condiciones bajo las cuales se genera:

Este co-impacto supone que se mantienen las condiciones actuales de propiedad de los derechos de aprovechamiento de agua. En este contexto, la magnitud del co-impacto dependerá de las características del proyecto y de los servicios ecosistémicos de cada cuenca hidrográfica. La

²¹ Por ejemplo, la Población de Villa O'Higgins es de 2800 habitantes. La posible llegada de hasta 5000 habitantes y en su mayoría hombres podría incrementar la aparición de enfermedades de transmisión sexual (gonorreas, hepatitis, SIDA), los abortos, embarazos y partos. Además de un aumento de consultas por patología común como son las diabetes, hipertensión, diarreas, enfermedades respiratorias agudas bajas, accidentes comunes, fracturas, riñas, etc.

²² A su vez, en el intervalo de tiempo entre que se diseña el proyecto y se ejecuta, la titularidad de DAA impide el acceso al agua de otros potenciales usos productivos, limitando el desarrollo local/regional. Por ejemplo dado que Endesa y Colbún tienen casi la totalidad de los derechos no consuntivos en los ríos Baker y Pascua, restringen la posibilidad de otros proyectos. Algo parecido ocurre en Puerto Aysén con Energía Austral, aunque en menor medida.

interferencia con otros usos podría dar paso a importantes conflictos, que al no haber gestión integrada de cuencas podrían ser de difícil abordaje.²³

Información adicional:

En la literatura ya se han identificado efectos que se producen aguas abajo de las centrales que operan con “hydropicking”, los que se traducen en fuertes fluctuaciones horarias de los caudales (García et al. 2011), lo cual hace variar la disponibilidad del recurso a escala diaria. Ello implica cambios en el acceso y disponibilidad del recurso para los otros usos aguas abajo.

Para hacer una estimación de este co-impacto es necesario identificar los usos actuales y potenciales del recurso hídrico aguas abajo de la restitución de las aguas (por ejemplo: acuicultura, turismo, pesca recreativa, conservación de la biodiversidad, agua potable, etc.).

Co-impacto 10. Cambio de uso de suelo relacionado con sectores de inundación y líneas de transmisión

Descripción:

El cambio de uso del suelo en el entorno de los embalses y la línea de transmisión implica impactos en la flora y fauna -terrestre y acuática-, pudiendo afectar zonas protegidas o naturales sin protección legal. Por otra parte, el proyecto energético puede provocar el desplazamiento de actividades agrícolas y ganaderas, generando una conversión de bosque a agricultura y/o ganadería gatillada por cambios de uso del suelo asociados a los sectores de inundación, líneas de transmisión y a los nuevos accesos generados por los caminos construidos para la construcción de los embalses.

Condiciones bajo las cuales se genera:

La significación de este co-impacto dependerá de la localización del proyecto, del trazado de las líneas y del subconjunto de centrales que efectivamente se construyan, y también de las características de los ecosistemas que quedarían expuestos debido a los nuevos accesos. Por otra parte, si embalses y líneas afectan menos a actividades productivas existentes (agricultura y/o ganadería) los efectos de *spillover* serán menores, ya que existirá menos presión por afectar zonas no inundadas para reestablecer actividades productivas previamente existentes.

Co-impacto 11. Aumento / reducción de actividad económica en la zona

Descripción:

²³ En varias cuencas existen conflictos intersectoriales que se han prolongado por décadas.

Los proyectos hidroeléctricos en este contexto tienen dos fases de impacto, la de construcción y la de operación, la primera con un importante impacto positivo y la segunda con menor impacto.²⁴ La actividad económica durante la etapa de construcción aumentará. El problema es que resulta ser transitoria por lo que no se sustentará con el tiempo, pues la operación de la central requiere de un mínimo de servicios asociados. Por otra parte, esta población flotante que llega a la zona también puede producir un impacto más bien negativo, al poner mayor presión sobre los servicios, además de introducir prácticas y comportamientos de connotación social negativa (alcoholismo, drogadicción, prostitución, etc.). Para la etapa de operación, se debe considerar que las principales actividades económicas de la región (agricultura, ganadería y turismo) podrían verse favorecidas dadas la mejor y mayor conectividad y accesos que la expansión hidroeléctrica pudiera otorgar a la región. Sin embargo, es importante considerar que este tipo de proyectos puede generar la pérdida de actividades económicas tradicionales y afectar el turismo relacionado con zonas prístinas.

Condiciones bajo las cuales se genera:

Estos co-impactos quedan supeditados a la dimensión territorial de las zonas de embalses y líneas de transmisión. El desarrollo local también dependerá de la medida en que una mayor actividad turística y/o una mayor actividad agrícola dejen beneficios in-situ (ej. Contratación de mano de obra local para labores agrícolas, contratación de operadores turísticos locales, etc.).

Co-impacto 12. Incentiva / desincentiva la actividad turística

Descripción:

El turismo representa una de las principales actividades económicas de la región, la que a su vez está muy ligada al hecho de que el 50% de la región se encuentra protegida. En algunas zonas la construcción de embalses podría desincentivar el tipo de actividad turística actual, ya que los actuales destinos están asociados a zonas con poca presencia humana que serían intervenidos, esto además podría tener consecuencias en ecosistemas frágiles. Asimismo, un tipo de turismo muy selectivo y que reporta importantes ganancias como es el de la pesca, podría verse afectado pues los turistas extranjeros privilegian comprar dichos servicios en ambientes prístinos. Sin embargo, en la medida que la expansión hidroeléctrica permita desarrollar una mejor y mayor conectividad en la región se facilitaría el movimiento de personas hacia áreas naturales con potencial turístico que se pueden agregar al conjunto de destinos, junto con la mayor afluencia de visitantes que áreas turísticas ya desarrolladas pudieran experimentar. La generación de nuevas y/o mejores rutas de acceso y/o penetración puede incrementar la actividad turística y dar origen o posibilitar actividades turísticas nuevas.

²⁴ Al respecto no existe información objetiva. Por ejemplo en la Región del Biobío, no se sabe el significado económico del sector energético (hidroeléctrico y termoeléctrico) en el PIB Regional, teniendo presente que es la región que más energía genera en el país.

Condiciones bajo las cuales se genera:

Para evitar los co-impactos negativos es necesario que las líneas de transmisión y los embalses no afecten negativamente áreas con potencial turístico y que las posibilidades turísticas del nuevo espacio intervenido se trabajen previamente en forma transparente con autoridades y partes interesadas,²⁵ de modo de integrar a operadores locales y así beneficiar a las comunidades cercanas.

El buen diseño del proyecto podría permitir alterar el paisaje sin que necesariamente dicha alteración signifique una desvalorización o un desincentivo de la actividad turística. Un proyecto diseñado y construido considerando el valor paisajístico, incluso intervenido, y concebido compatibilizando la actividad turística, podría tener efectos positivos.

Co-impacto 13. Aumento / reducción de precios a nivel de usuario

Descripción:

Los precios de la energía eléctrica podrían reducirse (para los consumidores regulados), considerando que la hidroelectricidad sería más barata y debido a la magnitud de los proyectos se podría generar un impacto relevante²⁶. Sin embargo, sería poco probable que las tarifas disminuyan de forma importante²⁷, ya que el precio de la energía en un mercado competitivo también está condicionado por la tecnología marginalista, que en el caso chileno estaría dado por ciclos combinados de gas natural o centrales a carbón.

Condiciones bajo las cuales se genera:

El proyecto produciría la reducción de los precios si la energía se comercializara según las actuales reglas que regulan el mercado eléctrico²⁸.

2.4.4 Dimensión político-institucional

²⁵ En Chile, habría una experiencia positiva, que sería el caso de la Central Angostura.

²⁶ Es posible identificar condiciones que se están desarrollando en el sector eléctrico que permitirían que los precios bajen en el futuro. El mercado spot se acercó a los consumidores y en algún momento se llegó a pagar el costo marginal, pero ahora se paga el costo de licitación. Sin embargo, la probabilidad de que los precios suban con más hidroelectricidad en Aysén no sería factible (a menos de que se enfrentará una importante y sostenida sequía en la región).

²⁷ Por otra parte, es importante destacar que en general hasta el presente, las comunas productoras no son compensadas con reducción de precios.

²⁸ Esto no significa que una fórmula de comercialización distinta a la actual necesariamente lleve a precios más altos.

Co-impacto 14. Favorece creación de nuevos proyectos de ERNC fluctuantes

Descripción:

Las nuevas centrales operarían de forma de contrarrestar o compensar las fluctuaciones de generación que naturalmente tienen algunas ERNC (energías renovables no convencionales), ya que al haber mayor respaldo se crean condiciones para la entrada de energía solar y viento. Las grandes centrales hidroeléctricas serían, en principio, las mejores calificadas para hacer esta compensación.²⁹

Condiciones bajo las cuales se genera:

Para que efectivamente se favorezca este tipo de ERNC es necesario que las centrales de Aysén sean diseñadas y construidas con la facilidad de disponer de capacidad de almacenamiento. Además el operador del sistema (actualmente los CDEC, en el futuro el Coordinador Independiente del Sistema Eléctrico Nacional) debe diseñar y programar la operación de los sistemas con esta finalidad.

Co-impacto 15. Variación en la seguridad energética del país

Descripción:

El aumento de la capacidad energética con un tipo de energía propia del país, gracias a su configuración geográfica, permitiría una mayor independencia energética, disminuyendo el consumo de fuentes externas al país y con ello entregando más seguridad al sistema. Sin embargo, se destaca también que las líneas de transmisión podrían implicar una importante situación de vulnerabilidad, ya que habría una gran dependencia en torno ella.

Condiciones bajo las cuales se genera:

Para que efectivamente exista un aumento de la seguridad energética, es necesario contar con una línea de transmisión robusta, que permita entregar seguridad en el transporte de la energía desde Aysén al resto del país.

Co-impacto 16. Presión sobre la infraestructura de atención de salud

Descripción:

La creación de campamentos, nuevos asentamientos humanos y el incremento de la población de centros urbanos preexistentes unido al tránsito de personas intra y extra regional así como la existencia de residentes transitorios, hace necesario contar con infraestructura y personal para

²⁹ Este fue un argumento importante en el Comité Consultivo Energía 2050, que proyectó al 2050 un 70% de energías renovables en la matriz eléctrica nacional, con importante energía eólica y solar, y facilitada por energía hidroeléctrica de embalse, que permitirá responder a la intermitencia de las primeras

desarrollar acciones de salud pública de prevención y de promoción de la salud (control de calidad de agua y alimentos; ambientes laborales, campañas sanitarias, etc.). Paralelamente, el incremento de la incidencia de ciertas patologías (ej. Enfermedades de Transmisión Sexual, ETS, enfermedades transmitidas por alimentos, ETAS, enfermedades asociadas a condiciones de saneamiento deficitarias, etc.), la mayor velocidad de avance de ondas epidémicas y el aumento de las tasas de accidentes (ej. Accidentes en la vía pública, accidentes laborales), y la violencia, generan una mayor demanda de servicios de atención de salud (consultorios, centros de salud, hospitales de diverso nivel de complejidad, clínicas, etc.).³⁰

Condiciones bajo las cuales se genera:

El impacto en la infraestructura de atención de salud dependerá del crecimiento y desarrollo que se genere para atender las nuevas demandas de salud de la población. Paralelamente deberá crecer la infraestructura sanitaria de salud pública para atender las necesidades adicionales de prevención y promoción de la salud (control de calidad de agua y alimentos; ambientes laborales, campañas sanitarias, etc.). Además es importante el crecimiento del recurso humano de salud, incluyendo personal médico, paramédico y auxiliar así como personal de epidemiología, ingeniería sanitaria, inspección sanitaria, etc. Finalmente, para enfrentar este co-impacto, es fundamental que estos macro proyectos consideren la creación de infraestructura complementaria de vivienda y salud, en las zonas alejadas de los centros urbanos existentes, para no sobrecargar la infraestructura existente.

³⁰ Cochrane tiene un hospital de baja complejidad. Estaría aprobada la construcción de un nuevo hospital. El tema más complejo es que esta infraestructura física debería contemplar el recurso humano respectivo.

C. Bibliografía

- ACEEE (2009) Austin Energy Conservation Audit and Disclosure (ECAD) Ordinance: American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE). Available at: <http://aceee.org/sector/local-policy/case-studies/austin-energy-con> (Accessed: August).
- Álvarez-Troncoso, R., Benetti, C. J., Sarr, A. B., Pérez-Bilbao, A. and Garrido, J. (2015) 'Impacts of Hydroelectric Power Stations on Trichoptera Assemblages in Four Rivers in NW Spain', *Limnologica*, 53, pp. 35-41.
- Amecke, H. (2012) 'The Impact of Energy Performance Certificates: A survey of German home owners', *Energy Policy*, 46, pp. 4-14.
- Amegah AK, Quansah R, Jaakkola J Household air pollution from solid fuel use and risk of adverse pregnancy outcomes: a systematic review and meta-analysis of the empirical evidence. *PLoS One*. 2014 Dec 2;9(12):e113920. doi: 10.1371/journal.pone.0113920. eCollection 2014
- Bezdek, R. H. and Wendling, R. M. (2013) 'The Return on Investment of the Clean Coal Technology Programme in the USA', *Energy Policy*, 54, pp. 104-112.
- Bloomberg Business (2014) Tallying Up the True Price of Clean Coal: Bloomberg Business. Available at: <http://www.bloomberg.com/bw/articles/2014-05-15/clean-coals-true-price> (Accessed: August 2015).
- Bruce et al Does household use of biomass fuel cause lung cancer? A systematic review and evaluation of the evidence for the GBD 2010 study. *Thorax*. 2015 May;70(5):433-41. doi: 10.1136/thoraxjnl-2014-206625. Epub 2015 Mar 10.
- Chen, W. and Xu, R. (2010) 'Clean Coal Technology Development in China', *Energy Policy*, 38(2123-2130).
- Bone, A., Murray, V., Myers, I., Dengel, A. and Crump, D. (2010) 'Will Drivers for Home Energy-Efficiency Harm Occupant Health?', *Perspectives in Public Health*, 130(5), pp. 233-238.
- Chen, S., Chen, B. and Fath, B. D. (2015) 'Assessing the Cumulative Environmental Impact of Hydropower Construction on River Systems Based on Energy Network Model', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42(78-82).
- Czarnowska, L. and Frangopoulos, C. A. (2012) 'Dispersion of Pollutants, Environmental Externalities Due to a Pulverized Coal Power Plant and their Effect on the Cost of Electricity', *Energy*, 41(1), pp. 212-219.
- da Silva Soito, J. L. and Freitas, M. A. V. (2011) 'Amazon and the Expansion of Hydropower in Brazil: Vulnerability, Impacts and Possibilities for Adaptation to Global Climate Change', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, pp. 3165-3177.

- Earth Advantage Institute (2013) Energy Rating and Disclosure for Pacific Northwest Homes: Earth Advantage Institute. Available at: http://www.earthadvantage.org/assets/documents/Regional_Energy_Rating_26_Disclosure_-_130502_FNL.pdf (Accessed: August 2015).
- EEX (2015) Energy Efficiency Opportunities Program: Energy Efficiency Exchange (EEX). Available at: <http://eex.gov.au/energy-management/energy-efficiency-opportunities/> (Accessed: July).
- Ekelund, L. and Nystrom, K. (2007) Composting of Municipal Waste in South Africa., Sweden: Uppsala University. Available at: http://www.utn.uu.se/sts/cms/filarea/0602_kristinanystromlottenekelund.pdf (Accessed: August 2015).
- Falcke, T. J., Hoadley, A. F. A., Brennan, D. J. and Sinclair, S. E. (2011) 'The Sustainability of Clean Coal Technology: IGCC with/without CCS', Process Safety and Environmental Protection, 89(1), pp. 41-52.
- Fearnside, P. M. (2014) 'Impacts of Brazil's Madeira River Dams: Unlearned Lessons for Hydroelectric Development in Amazonia', Environmental Science and Policy, 38, pp. 164-172.
- Gordić, D., Babić, M., Jovičić, N., Šušteršič, V., Končalovic, D. and Jelić, D. (2010) 'Development of Energy Management System - Case study of Serbian car manufacturer', Energy Conversion and Management, 51, pp. 2783-2790.
- Gordon SB et al Respiratory risks from household air pollution in low and middle income countries. Lancet Respir Med. 2014 Oct;2(10):823-60. doi: 10.1016/S2213-2600(14)70168-7. Epub 2014 Sep 2.
- Hänninen, O., Tuomisto, J. and Yli-Tuomi, T. (2005) 'Reduction Potential of Urban PM2.5 Mortality Risk Using Modern Ventilation Systems in Buildings', Indoor Air, 15(4), pp. 246-256.
- IIP (2012) 3M Canada's Commitment to Energy Management: Institute for Industrial Productivity (IIP). Available at: http://www.iipnetwork.org/3MCaseStudy_IIP.pdf (Accessed: July 2015).
- ISWA (2012) Waste Management Improvements: Combined CO2 reductions with environmental & economics benefits. Selected case studies: International Solid Waste Association. Available at: http://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Conferences/UNFCC_Doha_18/Case studies ISWA Doha 2012-23 11 12_final_final.pdf (Accessed: August 2015).
- IPCC (2014) Human Health: Impacts, adaptation, and co-benefits: Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap11_FINAL.pdf (Accessed: August 2015).
- Kirby, S. D., Guin, A. H., Langham, L. and Chilcote, A. (2014) 'Exploring the Impact of the E-Conservation Residential Energy Audit Program', Housing and Society, 41(1), pp. 71-88.

- Kumar, D. and Katoch, S. S. (2015) 'Sustainability Suspense of Small Hydropower Projects: A study from western Himalayan region of India', *Renewable Energy*, 76, pp. 220-233.
- Li, Y., Li, Y., Ji, P. and Yang, J. (2015) 'The Status Quo Analysis and Policy Suggestions on Promoting China's Hydropower Development', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, pp. 1071-1079.
- Lu, X., Yu, Z., Wu, L., Yu, J., Chen, G. and Fan, M. (2008) 'Policy Study on the Development and Utilization of Clean Coal Technology in China', *Fuel Processing Technology*, 89, pp. 475-484.
- Molina, L. T., Molina, M. J., Slott, R. S., Kolb, C. E., Gbor, P. K., Meng, F., Singh, R. B., Galvez, O., Sloan, J. J., Anderson, W. P., Tang, X., Hu, M., Xie, S., Shao, M., Zhu, T., Zhang, Y. H., Gurjar, B. R., Artaxo, P. E., Oyola, P., Gramsch, E., Hidalgo, D. and Gertler, A. W. (2004) 'Air Quality in Selected Megacities', *Journal of the Air & Waste Management Association*, 54(12), pp. 1-73.
- Morales-Ruiz, M. and Pachón-Ariza, F. A. (2010) 'Socio-political Effects of the Urra I Hydroelectric Construction on the Embera Catio Indigenous Community (Colombia)', *Agronomics Colombiana*, 28(3), pp. 553-558.
- NCPC (2013a) Industrial Energy Efficiency Improvement Project in South Africa Case Study. Energy management system (EnMS) Johnson Matthey South Africa: National Cleaner Production Centre (NCPC), South Africa. Available at: http://ncpc.co.za/files/CaseStudies/EnMS_2013_Johnson_M_Automotives_CS_2013.pdf (Accessed: July 2015).
- NCPC (2013d) Industrial Energy Efficiency Improvement Project in South Africa. Introduction and implementation of an energy management system and energy systems optimization. Case study: ArcelorMittal Saldanha Works: National Cleaner Production Centre South Africa (NCPC). Available at: http://ncpc.co.za/files/CaseStudies/EnMS_2013_ArcelorMittal_Saldanha_Works_CS.pdf (Accessed: July 2015).
- OSU (undated) Winter Green Farm Composting: Oregon State University (OSU). Available at: <http://smallfarms.oregonstate.edu/wgfc composting> (Accessed: August).
- Peigné, J. and Girardin, P. (2004) 'Environmental Impacts of Farm-scale Composting Practices', *Water, Air and Soil Pollution*, 153, pp. 45-68.
- Schulze, M., Nehler, H., Ottoson, M. and Thollander, P. (2015) 'Energy Management in Industry - A systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework', *Journal of Cleaner Production*, Article in press, pp. 1-17.
- Sealey, K. S. and Smith, J. (2014) 'Recycling for Small Island Tourism Developments: Food waste composting at Sandals Emeral Bay, Exuma, Bahamas', *Resources, Conservation and Recycling*, 92, pp. 25-37.
- Siciliano, G., Urban, F., Kim, S. and Lonn, P. D. (2015) 'Hydropower, Social Priorities and Rural-Urban Development Divide: The Case of Large Dams in Cambodia', *Energy Policy*, 86, pp. 273-285.

- Sunikka-Blank, M., Chen, J., Britnell, J. and Dantsiou, D. (2012) 'Improving Energy Efficiency of Social Housing Areas: A case study of a retrofit achieving an "A" energy performance rating in the UK', *European Planning Studies*, 20(1), pp. 131-145.
- Tang, D., Li, T. Y., Chow, J. C., Kulkarni, S. U., Watson, J. G., Ho, S. S. H., Quan, Z. Y., Qu, L. R. and Perera, F. (2014) 'Air Pollution Effects on Fetal and Child Development: A Cohort Comparison in China', *Environmental Pollution*, 185, pp. 90-96.
- Teco (2015) Polk Power Station: Teco Tampa Electric. Available at: <http://www.tampaelectric.com/company/ourpowersystem/powergeneration/polk/> (Accessed: August 2015).
- Thollander, P., Backlund, S., Trianni, A. and Cagno, E. (2013) 'Beyond Barriers - A case study on driving forces for improved energy efficiency in the foundry industries in Finland, France, Germany, Italy, Poland, Spain and Sweden', *Applied Energy*, 111, pp. 639-643.
- Tilt, B., Braun, Y. and D., H. (2009) 'Social Impacts of Large Dam Projects: A comparison of international case studies and implications for best practice', *Journal of Environmental Management*, 90, pp. 5249-5257.
- UNEP (2013) The Japanese Industrial Waste Experience: Lesson from rapidly industrializing countries: United Nations Environmental Programme (UNEP). Available at: [http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste Management/UNEP DTIE_Japanese waste_english_web.pdf](http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste%20Management/UNEP%20DTIE_Japanese%20waste_english_web.pdf) (Accessed: August 2015).
- Warner, R. F. (2012) 'Environmental Impacts of Hydroelectric Power and Other Anthropogenic Developments on the Hydromorphology and Ecology of the Duranc Channel and the Etang de Berre, southeast France', *Journal of Environmental Management*, 104, pp. 35-50.
- Wilkinson, P., Smith, K. R., Davies, M., Adair, H., Armstrong, B. G., Barnett, M., Bruce, N., Haines, A., Hamilton, I., Oreszczyn, T., Ridley, I., Tonne, C. and Chalabi, Z. (2009) 'Public Health Benefits of Strategies to Reduce Greenhouse-Gas Emissions: Household Energy', *The Lancet*, 374(9705), pp. 1917-1929.

D. Anexo – Listado de expertos

Experto	Afiliación institucional
Jonathan Barton	Pontificia Universidad Católica de Chile
Patricia Matus	Universidad de Los Andes
James McPheel	Universidad de Chile
Julio Monreal Urrutia	Ministerio de Salud
Marcelo Olivares	Universidad de Chile
Oscar Parra ³¹	EULA, Universidad de Concepción
Maisa Rojas	Universidad de Chile
Hugh Rudnick	Pontificia Universidad Católica de Chile
Alberto Ugalde	Consultor independiente

³¹ Colaboraron con el análisis a través de Oscar Parra la Dra. Evelyn Habit (Bióloga-Ecóloga) y la Dra. Claudia Ulloa (Ing. Química), ambas del Centro EULA.