

Reflexiones de Valor Público

Evaluación de riesgos (sistémicos) de sustentabilidad de la Estrategia Nacional del Litio (ENL).

Rodrigo Jiliberto

Rodrigo Ramos-Jiliberto

Diciembre 2024

Rodrigo Jiliberto es Licenciado en Ciencias Económicas por la Hochschule für Ökonomie Bruno Leuchner Berlin, Magister en Ciencias Sociales por FLACSO, profesor en ETHICS y colaborador del CSP del DII ambas unidades de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, y miembro del COSOC del Ministerio de Minería.

Rodrigo Ramos-Jiliberto es Licenciado en Biología, Universidad Católica de Valparaíso. Magíster en Ciencias Biológicas mención Ecología y Sistemática, Universidad Católica de Valparaíso. Doctor en Ciencias Naturales, Universität München, Alemania. Profesor Titular Universidad Mayor. Investigador del Centro GEMA- Genómica, Ecología & Medio Ambiente de la Universidad Mayor



ÍNDICE

Resumen ejecutivo	2
I. Introducción	6
II. Sustentabilidad de la explotación del litio	8
III. Una reconstitución del diagnóstico del objeto de política pública de la ENL	9
IV. El sistema de la sustentabilidad de la industria del Litio	14
V. Cobertura de sustentabilidad de la ENL	23
VI. Virtualidad de sustentabilidad de la ENL	25
VII. Los escenarios de intervención en el SSIL	31
Introducción Metodológica.....	31
Los escenarios de intervención en el SSIL	33
El escenario BAU	34
Escenario ENL.....	36
Escenario sustentable.....	37
Síntesis del análisis de escenarios	38
VIII. Conclusiones	41
IX. Recomendaciones	45
X. Agradecimientos	47
XI. Bibliografía.....	47
XII. Listado de siglas	50
XIII. Anexos	51
Anexo 1: Componentes de la ENL utilizados para la evaluación	51
Anexo 2: Matriz de análisis de coincidencia de los componentes de la ENL con los Temas Claves.....	54
Anexo 3: Resultado desagregado del análisis de coincidencia de los componentes de la ENL con los Temas Claves	55
Anexo 4: Matriz de evaluación de virtualidad de objetivos e hitos de implementación de la ENL	57
Anexo 5: Resultado desagregado de evaluación de virtualidad de objetivos e hitos de implementación de la ENL.....	58
Anexo 6: Variabilización de los elementos del SSIL	60
Anexo 7: Variación elemental (VE) de las variables del sistema en los escenarios simulados.....	62

RESUMEN EJECUTIVO

La Estrategia Nacional del Litio es, antes que nada, una decisión. Una decisión que pretende resolver el problema del desarrollo de esta industria en el país. Lo que nos planteamos en esta investigación fue, entonces, responder a la pregunta de si esa decisión era sustentable. Así llevamos a cabo varios análisis que en conjunto titulamos Evaluación de Riesgos (sistémicos) de la Estrategia Nacional del Litio (ENL).

Nos interesa la pregunta sobre la sustentabilidad de la ENL, porque nuestra historia extractiva nos muestra que de no mediar políticas públicas y regulaciones más o menos intensas, la explotación de un recurso natural no renovable como el litio, de propiedad de toda la nación, genera potencialmente beneficios económicos y productivos (Cardemil, 2023; Soza et al., 2021; Aroca, 2011), y también muchas externalidades negativas: económicas (Bustos y Prieto, 2019; Daher et al., 2017; Daher, 2003), ambientales (Ojeda et al., 2023; Campos, et al., 2022; Sturkla et al. 2014;; Sturla, et al., 2014; Acosta, et al., 2008), o sociales (Arnim Scheidel et al., 2023; Gaete, 2023; Romero, 2018; Folchi, 2003). Beneficios y costes repartidos potencialmente de forma muy desigual entre países, entre ciudadanos, entre territorios, y entre la sociedad y la naturaleza, razón por la cual la actividad está sometida a una intensa regulación cuyo propósito es que su explotación maximice la generación de bienestar social.

Si por alguna razón es necesaria una política pública para impulsar la industria del litio, es porque en su ausencia es muy probable que la simple acción del mercado y del marco institucional existente no nos lleven a un modelo de explotación sustentable del mineral. Sin política pública sustentable no hay sustentabilidad posible en la expansión de la industria del litio. Pueden existir urgencias y oportunidades en la contingencia actual de la industria del litio a nivel global, sin embargo, la mayor de todas es evitar el riesgo de una explotación no sustentable del recurso, y perder la oportunidad de imprimir un sello de sustentabilidad en sectores claves de nuestra matriz productiva.

Para responder nuestra pregunta inicial hemos sometido la decisión de la ENL a cuatro sub-preguntas:

- ¿Responden los objetivos de la decisión al problema de sustentabilidad que enfrenta la industria nacional del litio?
- ¿Considera formalmente la decisión todas las dimensiones de la sustentabilidad (económica, social, ambiental, institucional)?
- ¿Es la probabilidad de materializarse de las medidas para cada una de sus dimensiones de sustentabilidad la misma, o hay un sesgo que favorezca más la probabilidad de materializarse de las medidas de una dimensión que de otra?
- ¿Cuál es el efecto plausible de la intervención que propone la ENL en el estado de la sustentabilidad de la industria nacional del litio?

Un primer hallazgo al que llegamos es que la ENL, a pesar de una voluntad explícita de sustentabilidad, carece de un diagnóstico formal del estado actual de esa sustentabilidad que espera promover, lo cual pone en duda el sentido de realidad de sus objetivos. Ello nos obligó a reconstruir su diagnóstico implícito a partir de sus propios supuestos, lo que hicimos mediante

una modelación sistémica de lo que denominamos el Sistema de Sustentabilidad de la Industria del Litio (SSIL).

La modelación del SSIL no enseñó, por un lado, que los propios objetivos de la ENL no alcanzan a reflejar la complejidad del estado actual de la sustentabilidad de la industria, y por el otro, que dadas las dinámicas que dominan el sistema existe poco margen para voluntarismos, pudiéndose demostrar fácilmente que cualquier afán meramente productivista, al revés de lo que se propone, sólo va a acentuar el estancamiento de la industria. La única opción de política pública es abordar de forma integral la complejidad de sustentabilidad, con sus factores económicos, sociales, ambientales e institucionales, proyectándola a largo plazo.

El análisis de la consideración formal (literal) de las diversas temáticas de sustentabilidad en la ENL nos permitió concluir que ésta presenta en su diseño un sesgo que favorece marcadamente la consideración de las temáticas económicas del SSIL (44,6%), seguidas por las institucionales (29,6%), con bastante menos peso las ambientales (15,9%) y finalmente las sociales (9,9%). Esto significa que, contrastados los objetivos, las definiciones estratégicas, y las medidas de implementación de la ENL con el conjunto de problemáticas ambientales, económicas, y sociales que describen el diagnóstico y el SSIL, los que resultan formalmente más considerados son los económicos institucionales. Estos datos revelan una ENL de marcado carácter productivo e institucional, con un mucho menor énfasis socio ambiental, lo cual constituye un primer riesgo de sustentabilidad.

Esta conclusión se vio reforzada con el análisis de la probabilidad de materializarse de las medidas asociadas a los objetivos y medidas contempladas en los Hitos de Implementación de la ENL para dar cuenta de las cuestiones que suscitan los temas claves del diagnóstico y del SSIL, pues se constató que ello está muy polarmente distribuido. Objetivos y medidas tienen una virtualidad muy alta para dar cuenta de las cuestiones que suscitan 6 de los 19 temas claves del diagnóstico, 4 de naturaleza económica, y 2 de naturaleza institucional. Tres temas presentan una virtualidad media alta, 2 económicos y 1 institucional. En el caso de los temas claves sociales y ambientales el indicador de virtualidad de objetivos y medidas de implementación es media baja, con mayor acento a la baja en el caso de los ambientales que en los sociales.

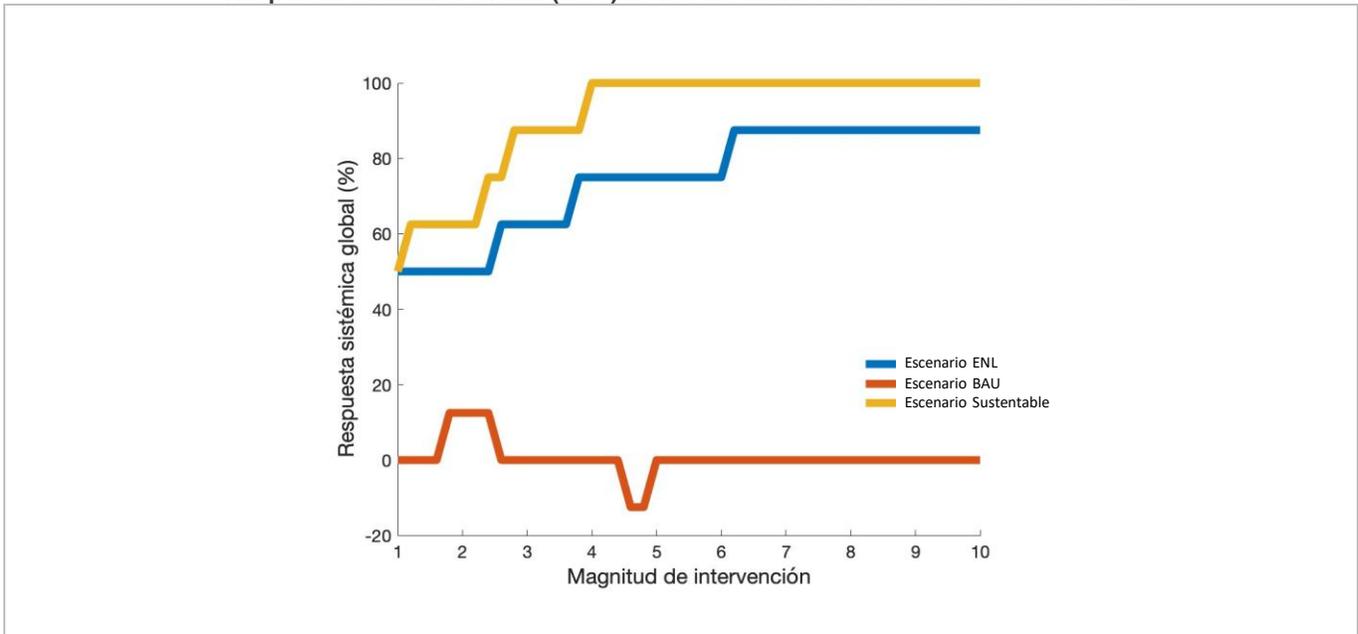
Este dato permite conjeturar de manera no arbitraria que es muy plausible pensar que objetivos y medidas de implementación tendrán importantes dificultades para gatillar las acciones que deban dar cuenta de las problemáticas que esos temas claves suponen, y que esta dificultad será un poco mayor en el caso de los ambientales que en los sociales. Esto confirma que, en su formato actual, la ENL importa un sesgo de sustentabilidad, que es además estructural, por la homogeneidad del sesgo para las 4 áreas temáticas consideradas en los indicadores analizados. Este análisis refuerza el riesgo de sustentabilidad ya identificado anteriormente.

La modelación de escenarios de intervención en el SSIL nos muestra, en primer lugar, que una política que solo estimule la inversión en exploración y explotación dejando las condiciones institucionales tal como están (Escenario BAU), produce un incremento de producción, pero a la larga tiene un efecto negativo en todo el sistema, lo que termina por bloquear el desarrollo del potencial productivo de la industria. En segundo lugar, la modelación del escenario de intervención más probable de la ENL (Escenario ENL), muestra un efecto sistémico general positivo, pero con el mismo sesgo económico institucional visto en los análisis anteriores. Este resultado ilustra, por

oposición al escenario anterior, el beneficio de la política pública en sí misma. Finalmente, el escenario de una intervención no sesgada y efectivamente de sustentabilidad (Escenario Sustentable) muestra notables mejoras y un mucho mayor equilibrio que la de la ENL.

La Ilustración 1 refleja de forma agregada el efecto de la intervención en el SSIL de las tres intervenciones evaluadas. La unidad que se utiliza para comparar los escenarios es la Respuesta sistémica global (RSG) que en síntesis refleja la capacidad de cada escenario de movilizar le potencial de mejora que tiene el sistema.

Ilustración 1:
Respuesta Sistémica Global (RSG) de los escenarios de intervención en el SSIL.



Fuente: Elaboración propia.

En la Ilustración 1 llama la atención el pobre desempeño de la alternativa BAU comparada con los dos restantes. Ello viene a confirmar que, en este caso, el escenario de una intervención solamente focalizada en la mejora productiva del SSIL produce muy pobres resultados de sustentabilidad. Los dos restantes escenarios son bastante mejores en explotar el potencial sistémico de mejora del SSIL, aunque el desempeño del escenario sustentable es claramente mejor que el del escenario ENL, además de alcanzar un mayor rendimiento con una intervención de menor intensidad o menor esfuerzo, lo que demuestra la calidad diferencial de los puntos de intervención escogidos en cada caso, señalando que hay un importante margen de mejora de sustentabilidad en la ENL.

Nuestra conclusión agregada es que la ENL, a pesar de esa voluntad explícita de sustentabilidad, presenta una falencia descriptiva de su objeto de política pública, y en términos absolutos, presenta un sesgo de sustentabilidad, estando prioritariamente enfocada en las dimensiones económica e institucional del desarrollo de la industria, lo que pudiera suponer riesgos no asumidos en sus dimensiones ambientales y sociales. En términos de los efectos relativos de las intervenciones en el SSIL la ENL muestra un efecto sistémico positivo, pero conservando el mismo sesgo mencionado anteriormente y mostrando un margen importante de mejora de sustentabilidad.

Los análisis realizados nos permiten realizar algunas recomendaciones que entendemos permiten mejorar esta decisión y que parten del supuesto que la ENL es un proceso mejorable con una gobernanza establecida y en funcionamiento. Ellas, en síntesis, son:

- Formalizar un diagnóstico sistemático del estado actual de la sustentabilidad de la industria del litio que permita definir objetivos concretos para cada una de las dimensiones de sustentabilidad.
- Identificar estrategias y acciones que permitan conjugar riesgos implícitos de sustentabilidad, por ejemplo, encadenando decisiones que supongan incentivos productivistas al logro de objetivos precisos en el ámbito de las dimensiones blandas del sistema.
- Desarrollar una estrategia de intervención institucional integral que contenga medidas de fortalecimiento de las dimensiones institucionales que van más allá del ámbito de competencia del sistema minero.
- Generar un mecanismo de monitoreo y seguimiento de todas las dimensiones de sustentabilidad de la expansión de la industria del litio con efectos decisionales concretos y bajo una gobernanza abierta y participativa.

I. INTRODUCCIÓN

El propósito del presente documento es evaluar la Estrategia Nacional del Litio (ENL) (MM, 2023) desde una perspectiva de sustentabilidad. Es decir, nos interesa valorar la ENL por su capacidad para asegurar que una futura expansión de la industria del litio tenga en consideración de forma equilibrada su dimensión económica, social, y ambiental.

En esa perspectiva asumimos que, si por alguna razón es necesaria una política pública para impulsar la industria del litio, es porque en su ausencia es muy probable que la simple acción del mercado y del marco institucional existente no nos lleven a un modelo de explotación sustentable del mineral. Es decir, hay una relación muy estrecha, en este caso, entre la sustentabilidad y la política pública. Sin política pública no hay sustentabilidad posible en la expansión de la industria del litio, y sin sustentabilidad de la explotación del litio, no hay posibilidad que todas las dimensiones de lo público asociado a la explotación del litio se puedan realizar.

Nuestra historia extractiva nos muestra que de no mediar políticas públicas y regulaciones más o menos intensas, la explotación de un recurso natural no renovable como el litio, de propiedad de toda la nación, genera potencialmente beneficios económicos y productivos (Cardemil, 2023; Soza et al., 2021; Aroca, 2011), y también muchas externalidades negativas: económicas (Bustos y Prieto, 2019; Daher et al., 2017; Daher, 2003), ambientales (Ojeda et al., 2023; Campos, et al., 2022; Sturkla et al. 2014;; Sturla, et al., 2014; Acosta, et al., 2008), o sociales (Arnim Scheidel et al., 2023; Gaete, 2023; Romero, 2018; Folchi, 2003). Beneficios y costes repartidos potencialmente de forma muy desigual entre países, entre ciudadanos, entre territorios, y entre la sociedad y la naturaleza, razón por la cual la actividad está sometida a una intensa regulación cuyo propósito es que su explotación maximice la generación de bienestar social.

Por lo tanto, desde una perspectiva de política pública pueden existir urgencias y oportunidades en la contingencia actual de la industria del litio a nivel global, pero no se trata sólo de la urgencia de considerar incrementar o no la producción nacional del mineral y de recuperar o no posiciones en el ranking de productores globales, sino también de la urgencia de evitar el riesgo de una explotación no sustentable del recurso, y el riesgo de perder la oportunidad de imprimir un sello de sustentabilidad en sectores claves de nuestra matriz productiva.

Para realizar este análisis hemos utilizado algunos conceptos y herramientas relativamente convencionales en la evaluación de políticas públicas, como son una suerte de reconstitución de la teoría del cambio implícito en la política pública, o el análisis de los supuestos de una propuesta de plan o programa propio del marco lógico, con adecuaciones ad hoc al propósito que nos guía. Hemos aplicado además una aproximación metodológica innovadora de modelación sistémica y de proyección de escenarios de intervención sistémica.

Un primer hallazgo al que llegamos es que la ENL, a pesar de una voluntad explícita de sustentabilidad, carece de un diagnóstico formal del estado actual de esa sustentabilidad que espera promover, lo cual pone en duda el sentido de realidad de sus propios objetivos, y el de la propia política pública. Ello nos ha obligado a reconstruir ese diagnóstico a partir de sus propios supuestos, como se explica más adelante, para a partir de allí evaluar ex ante sus posibles resultados.

Nuestra conclusión agregada de esa evaluación es que la ENL, a pesar de esa voluntad explícita de sustentabilidad, presenta un sesgo de sustentabilidad, estando prioritariamente enfocada en las dimensiones económica e institucional del desarrollo de esta industria. Esto indica que la ENL está focalizada en la mejora sólo de las dimensiones económica e institucional de la industria, lo que pudiera suponer riesgos no asumidos en sus dimensiones ambientales y sociales en términos absolutos.

El análisis de escenarios llevado a cabo permite concluir en síntesis que se dispone de un significativo margen para implementar políticas públicas de mayor nivel de sustentabilidad, aunque, visto desde una perspectiva dinámica, se puede a la vez señalar que la propuesta de la ENL produce una mejora en la sustentabilidad de la industria, pero, sesgadamente, favoreciendo primordialmente los elementos económicos e institucionales antes que los ambientales y sociales.

Por otro lado, las simulaciones muestran que de no mediar al menos ese foco institucional en la ENL el resultado de sustentabilidad sería generalizadamente negativo. Eso señala la relevancia de los aspectos institucionales de la política pública del litio, los que en alguna de sus vertientes son muy difíciles de gestionar y enormemente refractarios al cambio, constituyendo así un riesgo evidente para una política pública de sustentabilidad de la industria del litio.

Nuestras recomendaciones parten del supuesto que la ENL es un proceso mejorable. Así llamamos a profundizar en el diagnóstico sistémico de la sustentabilidad de la industria y a tomar las medidas para afrontar los riesgos de sustentabilidad de su actual formato, a no caer en la tentación simplista de reducir el futuro de la industria a la mera expansión productiva, y a asumir muy en profundidad los retos institucionales de los cuales depende el futuro sustentable de la industria.

Finalmente señalar que, como es de público conocimiento, la ENL se da en un contexto histórico singular, como es la necesidad impuesta por la transición energética y el rol del litio en la misma. Esta urgencia derivada de la crisis climática supone para el país, por un lado, una oportunidad, reflejada en el incremento de la demanda mundial del mineral, y por el otro, una responsabilidad, consistente en proveer un recurso estratégico para luchar contra el cambio climático global. Ambos condicionantes están en la base de la ENL, como ella misma lo declara. En este sentido la evaluación que acá se realiza es igualmente, y de forma agregada, una evaluación de la capacidad esta política pública de dar cuenta exitosamente de esos dos desafíos.

En una primera sección sentamos las bases de lo que en el contexto de formulación de la ENL se entiende por la sustentabilidad de la industria del litio. A continuación, y debido a la ausencia del mismo en la propia ENL, llevamos a cabo una reconstitución del diagnóstico del estado de la sustentabilidad de la industria del litio mediante la reconstitución de temáticas o temas claves (TC). En la siguiente sección modelamos el sistema de sustentabilidad de la industria del litio (SSIL) que nos sirve como herramienta analítica central para las evaluaciones siguientes. En una tercera sección, de mano de los TC se llevan a cabo dos primeras evaluaciones lineales de la ENL, por un lado, de explícita consideración de todas las dimensiones de la sustentabilidad de la industria del litio y por la otra, de virtualidad (i.e., plausibilidad) de las medidas contempladas en la ENL para dar cuenta de sus temáticas de sustentabilidad implícitas en esos TC. Finalmente, en una cuarta sección se desarrollan, a partir de la modelación del SSIL, varios escenarios de intervención de política pública. Por un lado, se crea genera el escenario correspondiente a la versión actual de la ENL, el que se complementa con otros dos escenarios alternativos, que nos

permiten comparar su efecto dinámico en el SSIL, y por tanto su beneficio dinámico de sustentabilidad. En una sección y cierre, se extraen las principales conclusiones del análisis y se realizan algunas recomendaciones.

II. SUSTENTABILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN DEL LITIO

Cada política pública debe definir en concreto lo que en su caso supone qué sea eso económico, social, ambiental y territorial que es preciso considerar de forma equilibrada para que su propuesta (de política pública) resulte en una apuesta sustentable, ya que ello no está universalmente dado (Jiliberto, 2022; Mensah, 2019, Klarin, 2018, Jiliberto 2006). En el caso de la ENL esta lo define por sí misma con mucha claridad, siguiendo la senda establecida por la Comisión Nacional del Litio (CNL) (MM, 2014).

Así, la CNL señala “La Comisión ha llegado a la convicción de que se requiere de una gestión sustentable de los salares, basada en asegurar que las funciones ecológicas de los sistemas naturales allí existentes puedan mantenerse a lo largo del tiempo, teniendo en consideración aspectos sociales, económicos y ambientales.” (MM, 2014, Pág. 17)

La ENL corrobora la misma idea en su primera página, “La presente Estrategia recoge este desafío (De incrementar la producción el litio dado su valor estratégico en la transición energética), asumiendo la responsabilidad de avanzar de manera sostenible, en términos económicos, ambientales y sociales, en el desarrollo de esta industria, reconociendo que los salares y su entorno, donde se concentran las reservas nacionales del mineral son ecosistemas complejos y únicos, reservas de agua en el desierto y hogar de pueblos y culturas milenarias que debemos respetar y cuidar.” (MM, 2023, Pág. 1)

En el caso de la ENL la caracterización de los elementos que componen ese desafío queda bien reflejado en sus capítulos iniciales, donde son desgranados, pero más aún y muy sintéticamente en sus objetivos, que son los siguientes:

- a) Desarrollo sostenible del potencial productivo. (Aumentar el potencial productivo + un mínimo impacto en el medio ambiente + diálogo y participación de las comunidades y pueblos indígenas)
- b) Sostenibilidad Social y Ambiental. (Nuevo marco institucional de salares y litio que ponga al día la normativa y regulación considerando especialmente aspectos de sostenibilidad; tales como consumo de agua fresca, uso de energías renovables, ecosistemas con valor intrínseco, disponibilidad real información ambiental, ampliar área salares protegidos)
- c) Desarrollo tecnológico y de encadenamientos productivos. (Superar lógica extractivista, promover desarrollo tecnológico y encadenamientos productivos, fomentar actividades productivas mayor sofisticación, mayor potencial generación de empleo mayor productividad. Encadenamientos productivos aguas arriba y agua abajo.)
- d) Participación del país en las rentas del litio. (Impulsar nuevo modelo asociación público-privada permitirá incrementar los recursos fiscales)
- e) Sostenibilidad fiscal. (Ajuste ingresos fiscales litio para mantener finanzas públicas ordenadas y sostenibles en el largo plazo)
- f) Diversificación de actores. (Incorporación nuevos actores a industria litio en Chile, de manera privada o en distintas modalidades de alianza con el Estado, es fundamental para

mercado más competitivo, abierto y transparente, una actividad más eficiente y comprometida con mayores estándares ambientales y sociales)

- g) Aporte a la diversificación productiva y potencial de crecimiento. (Contribución industria del litio a diversificación productiva del país, apostar a instalarnos como país en una posición más avanzada de la cadena global de valor del litio). (MM, 2023, Pág. 13 a 16)

Como resulta inmediato observar, los objetivos de la ENL no sólo son nominalmente de sustentabilidad, sino que comprenden de forma muy explícita su dimensión ambiental, económica, social y territorial.

Este conjunto de objetivos revela, además el momento histórico que vive la política minera nacional, ya anunciada con la política minera 2050 (MM, 2022), caracterizado por la voluntad del país de dar un giro al patrón histórico de explotación de sus recursos naturales, como bien señala Poveda (2020). “El impulso de la demanda por el litio, propiciada por los cambios tecnológicos que presenciamos desde inicios del nuevo milenio, revivió en Chile, el viejo dilema sobre la función del país como proveedor de materias primas para industrias transnacionales o la necesidad de un proceso de industrialización orientado a las energías renovables, la minería de bajas emisiones y los materiales avanzados de litio. (Poveda, 2020, pág.84)

III. UNA RECONSTITUCIÓN DEL DIAGNÓSTICO DEL OBJETO DE POLÍTICA PÚBLICA DE LA ENL

A pesar de su posicionamiento sustentable inicial, tanto la ENL y en menor medida el documento final de la CNL, no contienen una evaluación formal del estado actual de cada uno de esos componentes de la sustentabilidad de la industria del litio.

Así, por ejemplo, la ENL señala que es un objetivo “...alcanzar la Sostenibilidad Social y Ambiental en la explotación del litio promoviendo entre otros, un nuevo marco institucional de salares y litio que ponga al día la normativa y regulación considerando especialmente aspectos de sostenibilidad; tales como consumo de agua fresca, uso de energías renovables, ecosistemas con valor intrínseco, disponibilidad real información ambiental, ampliar área salares protegidos” (MM, 2023, pág. 13). Sin embargo, no facilita cuan distante está el país de alcanzar ese objetivo. O bien, propone la ENL un “Desarrollo tecnológico y de encadenamientos productivos, consistente, entre otros en, superar la lógica extractivista, promover el desarrollo tecnológico y los encadenamientos productivos, fomentar actividades productivas de mayor sofisticación, mayor potencial generación de empleo mayor productividad”. (MM, 2023, pág.14) Más, no hay en la ENL una valoración del estado actual de cada uno de estos elementos que permita calibrar cuán lejos estamos de alcanzarlos y las barreras o dificultades que existen para hacerlo. No cualifica cuál sea el desafío real de lograrlo.

En esas condiciones el “objetivo” es más bien la expresión de un ideal, un principio o una visión, antes que un punto específico al que se espera arribar con la ENL. En este sentido entendemos un objetivo como el propósito de mover un objeto de un punto específico a otro (Jiliberto, 2022). Esto implica que el objetivo es necesariamente un punto intermedio entre la situación actual y un estado ideal. Y lo que hace que sea así, es el estado actual de cosas, que en general impide que los propósitos o visiones últimas puedan ser logradas de una vez. Por ello el objetivo carga con el peso de la realidad, cosa que la visión o el principio no hace.

Esto supone que la formulación de objetivos de la ENL deja abierta justamente la pregunta de cuál pueda ser el objetivo efectivo de la ENL. O formulado en sus propios términos, deja abierta la pregunta de cuál de sus visiones, económicas, ambientales, sociales o territoriales, se verá privilegiada o no en los hechos, justamente porque parte de un mejor o de un peor estado de cosas.

Realizar formalmente ese diagnóstico del estado de cosas actual excede el alcance de este texto. No obstante, a partir de los propios textos de la ENL y de la CNL es posible hacer una reconstitución de ese diagnóstico del estado de los diversos elementos que se pueden considerar forman parte de una mirada de sustentabilidad sobre la explotación del litio.

Este esfuerzo analítico se aproxima a lo que en teoría y en la metodología de evaluación de políticas públicas se denomina explicitar la teoría del cambio de la intervención pública (Retazola, 2010), pues se trata, como ellas ilustran, de identificar la justificación subyacente (de realidad) que una política pública explicita. Metodológicamente se trata de explicitar su teoría del cambio, es decir de formalizar el conjunto de causas y efectos o el sistema de relaciones en el “mundo del problema” que explican la hipotética eficacia o pertinencia de sus medidas de política en ese mundo (Casillas et al., 2015).

Para esos efectos se ha llevado a cabo un doble proceso. Por un lado, se han revisado detenidamente estos documentos (MM, 2023; MM, 2014) y se han extraído los textos que en sí mismo enuncian una valoración del estado de cosas de algún aspecto de la explotación del litio. Por ejemplo, en el documento final de la CNL se dice: “Desde el inicio de sus sesiones, la Comisión constató la ausencia del Estado en las actividades relacionadas con la producción del litio, y, por ende, la necesidad de un Estado presente y garante del recurso mineral y de su explotación sostenible e inclusiva, que maximice y capture su renta económica con una mirada de largo plazo” (MM, 2014, pág. 5). Este enunciado es posible, entonces, expresarlo formalmente como un tema clave que reza: “ausencia del Estado en las actividades relacionadas con la producción del litio, cuya descripción más detallada es: el país no dispone de una institucionalidad que procure una explotación sustentable (integral) del litio como recurso estratégico.”

Por otro lado, se extrae de los documentos (MM, 2023; MM, 2014) textos que en sí mismo enuncian una necesidad de desarrollar algún aspecto para alcanzar una explotación sustentable del litio, que se interpreta como la expresión formal de una falencia y por tanto la enunciación implícita de una valoración del estado de cosas de algún aspecto de la explotación del litio. Así por ejemplo ya vimos que la ENL señala en su enunciación de objetivos “...la Estrategia del litio debe superar la lógica extractivista, promoviendo el desarrollo tecnológico y los encadenamientos productivos con empresas locales, así como fomentar actividades productivas de mayor sofisticación, que generen empleos de mayor productividad” (MM, 2023, pág.14). Este enunciado es entonces expresado formalmente como un tema clave que reza: “El impacto económico de la industria del litio es bajo. Y se detalla su contenido como: el valor agregado que actualmente genera la cadena de valor del litio en el país es baja, así como baja es su contribución a la generación de empleo y a la diversificación económica de las regiones donde se desarrolla.”

Llevado a cabo este proceso y depurado el conjunto de enunciados identificados, es posible obtener un conjunto de temas claves que, por un lado, grafican el estado de cosas del conjunto

de aspectos que caracterizan la explotación del litio, y por el otro, lo hacen considerado todos sus aspectos de sustentabilidad, como se refleja en la Tabla 1.

En un proceso formal de elaboración de una política pública lo adecuado sería, en primer lugar, respaldar cada uno de estos TC con la evidencia disponible, y, en segundo lugar, buscar entre los actores sociales concernidos un cierto consenso en cada una de estas aseveraciones. Ninguna de estas dos cosas es posible en el marco de este texto, pero ello no invalida su utilidad en el proceso de evaluación que nos planteamos, porque su función es solamente reconstruir el diagnóstico implícito de la propia ENL, no levantar uno para elaborarla. En este sentido lo único que se puede argumentar a su favor es que la redacción de cada tema clave tiene como referencia explícita afirmaciones muy precisas de los documentos referidos. Esto permite considerar que a priori la congruencia entre el tema clave y los textos es muy alta. Por otra parte, este conjunto de temas claves no resulta distante de los temas claves que emergieron durante la elaboración de la Política Minera 2050 (MM, 2022), y son muy similares a los problemas ambientales y de sustentabilidad recogidos en el informe final de la evaluación ambiental estratégica de esa política pública. (MM, 2021).

Tabla 1
Temas claves de la sustentabilidad de la explotación del litio.

Ámbito	Tema Clave	Descripción
Económico	El país dispone de una de las mayores reservas de litio a escala global y en condiciones competitivas de explotación.	Chile tiene una de las mayores reservas de litio del mundo, las que representan en la actualidad entre el 36% y el 40% del total global estimado, cuya explotación resulta muy competitiva gracias a la naturaleza de la disposición del mineral en los salares.
	La producción de litio en el país se ha incrementado sostenidamente en las últimas décadas	La producción de litio en el país se ha incrementado sostenidamente desde hace dos décadas.
	Industria litio ha enfrentado dificultades para ampliar su potencial productivo perdiendo oportunidades de crecimiento	Durante un largo periodo Chile fue líder de la producción mundial de litio, en particular a partir de salmueras. No obstante, en el último tiempo ha ido perdiendo progresivamente ese liderazgo, lo que revela su dificultad para incrementar su potencial productivo a pesar de la expansión del mercado mundial de este mineral. Expansión asociada al papel del litio en la transición energética derivada de la lucha contra el cambio climático, lo que ha supuesto un incremento notable de la demanda global de esta commodity, alcanzado altos precios internacionales en los últimos años.
	El país no dispone aún de un modelo de negocio que garantice la optimización social de su explotación	El país aún no ha sancionado un modelo de negocio para la explotación del litio que asegure el mayor beneficio social (sustentabilidad) para el país, lo que ha dilatado, entre otros, el logro de mayores niveles de producción.
	Los ingresos de la explotación del litio suponen una contribución importante a la renta nacional y a los ingresos públicos.	Los ingresos del litio suponen una mejora no marginal de la renta nacional y los ingresos públicos. Conservar la competitividad de Chile en la industria del litio es esencial para el cumplimiento del objetivo de maximizar la renta nacional y los ingresos públicos.
	Las tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio están en permanente desarrollo	Las tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio están en permanente desarrollo, lo que pudiera suponer que su efecto ambiental sea menor, además de generar nuevas oportunidades productivas al país.
Institucional	El impacto económico de la industria del litio es bajo	El valor agregado que actualmente genera la cadena de valor del litio en el país es bajo, así como baja es su contribución a la generación de empleo y a la diversificación económica de las regiones donde se desarrolla.
	Ausencia del Estado en las actividades relacionadas con la producción del litio	El país requiere de una importante participación del Estado en la institucionalidad sectorial para procurar una explotación sustentable (integral) del litio como recurso estratégico.
	Los parámetros normativos actuales para el funcionamiento de la actividad minera no aseguran una producción sustentable.	Chile tiene una larga y sólida experiencia en minería de roca, que se expresa institucionalmente en el Código de Minería y Las normas asociadas, así como los organismos y procedimientos para su regulación. Sin embargo, en el caso del litio, que se obtiene de las salmueras presente en los salares, gran parte de las normas útiles en caso de roca no se ajustan al caso de las salmueras.
	Las capacidades regulatorias y fiscalizadoras del Estado son insuficientes	Las agencias públicas encargadas de diversos ámbitos competenciales asociados a la producción del litio carecen de las suficientes capacidades regulatorias y fiscalizadoras, desde la exploración de los salares hasta la exportación de materias primas o productos más elaborados.
	Descoordinación y debilidad de los agentes públicos con competencias en la gestión de los salares.	La acción de los organismos públicos con competencias en la utilización de los salares no es coordinada, sea en su rol normativo, regulador, fiscalizador, o de productores de bienes públicos necesarios para cumplir sus funciones, y carecen de los recursos y la especialización técnica para cumplirlas.
Insuficiente información y conocimiento necesario para la gestión sustentable de la industria del litio	No se dispone de la información ni del conocimiento adecuado en ámbitos claves para la gestión del impacto ambiental de la actividad productiva minera en los salares, en particular en áreas como la hidrología o la biodiversidad. o en áreas cruciales para la	

Tabla 1
Temas claves de la sustentabilidad de la explotación del litio.

Ámbito	Tema Clave	Descripción
		competitividad de la industria, tecnologías, mercados, costos; ni se dispone de la capacidad para mantener actualizado el conocimiento científico en estas áreas.
Social	La explotación del litio ha afectado a comunidades indígenas vulnerables	La actual gobernanza del litio ha supuesto que significativos grupos vulnerables como son las comunidades indígenas que habitan ancestralmente los salares se hayan visto afectadas en su modo de vida y subsistencia.
	La explotación del litio ha incrementado la competición de las comunidades indígenas por el uso del suelo en los salares	El incremento de la producción de litio en los salares ha incrementado la competición por el uso del suelo con otras actividades económicas en auge, como el turismo, o la agricultura, ambas donde además son muy relevantes las comunidades indígenas.
	El modelo actual de gobernanza del litio no es inclusivo	La Gobernanza actual que domina el ciclo productivo del litio es poco inclusiva y no asegura la consideración de todos los actores en igualdad de condiciones en la toma de decisión sobre el uso de los salares.
Ambiental	En los salares en producción se ha agravado la explotación, la escasez y la competición por recurso hídrico, en contexto de cambio climático	Producto del uso más intensivo de los salares con fines mineros se ha incrementado la sobreexplotación del recurso hídrico en sus cuencas y ha aumentado la escasez y la competición por el recurso hídrico, todo lo cual se verá incrementado por efectos del cambio climático.
	La actual gestión del uso productivo de los salares no se condice con sus características de ecosistemas naturales dinámicos de gran complejidad y fragilidad	Los salares constituyen ecosistemas naturales dinámicos, de gran complejidad y fragilidad, cuya utilización con fines mineros implica riesgos sistémicos complejos, todo lo cual no es considerado adecuadamente en el actual modelo de gestión reactivo de las actividades productivas en estas áreas.
	La presencia de otros impactos ambientales relevantes en el área de los salares se suma a los derivados de la producción del litio	En el área de los salares producto de la actividad minera, y de otras actividades también se da la presencia de otros impactos ambientales, tales como la calidad del aire, riesgos a la salud de las personas por existencia de pasivos ambientales, deficiente gestión de residuos, entre otros.
	Otras iniciativas públicas incrementan la presión socio ambiental sobre el territorio de los salares	Otras iniciativas y desarrollos se suman a la presión socio ambiental que genera la explotación del litio, como el que el área se sitúa en medio del Eje Capricornio definido en la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA-COSIPLAN), corredor de integración productiva que involucra a Chile, Argentina, Brasil, Bolivia y Paraguay.

Fuente: Elaboración propia.

En total, 19 temas claves sintetizan el diagnóstico implícito de la ENL sobre el estado de la sustentabilidad de la industria. Con independencia de su contenido, estos sintetizan una realidad densa, compleja, y son una valoración del estado de algún componente de la explotación del litio. Tal valoración constituye la evaluación de un estado respecto de un estado ideal. Así, por ejemplo, el tema clave “En los salares en producción se ha agravado la explotación, la escasez y la competencia por recurso hídrico, en contexto de cambio climático” revela un déficit en el modo en que parece razonable utilizar el recurso hídrico. De este modo, cada tema clave revela en los hechos una evaluación del modo en que se han hecho las cosas, es decir, constituyen una evaluación de gestión, no una evaluación de cosas u objetos. Aunque cosas y objetos formen parte del enunciado en cuestión. Así los temas claves revelan el estado de la gestión de la industria del litio según la propia ENL y el informe final de la CNL. Una gestión social y en este caso a escala de la industria (Jiliberto, 2023).

Esta primera reconstrucción del diagnóstico de la ENL permite contrastar los objetivos de la ENL y las medidas diseñadas para alcanzarlos con el estado actual de cosas y los desafíos que suponen para la gestión de esta industria. Por ejemplo, es posible preguntarse si los objetivos que comprende la ENL dan cuenta razonablemente del hecho que “En los salares en producción se ha agravado la explotación, la escasez y la competencia por recurso hídrico, en contexto de cambio climático”, e interrogarse si las medidas que ellos comprenden son lo suficientemente ambiciosas y a la vez viables como para alcanzarlos.

IV. EL SISTEMA DE LA SUSTENTABILIDAD DE LA INDUSTRIA DEL LITIO

No obstante, para entender íntegramente el problema de sustentabilidad de la industria estos 19 componentes de su gestión no se pueden entender aisladamente, pues en los hechos se encuentran intensamente relacionados y condicionados mutuamente. Para dar cuenta de esta interdependencia se ha utilizado una herramienta de modelación denominada Modelación Sistémica Discursiva (MSD) (Jiliberto, 2023) que se ha aplicado a diversos formatos de política pública de desarrollo, como la adaptación de la gran minería, el desarrollo regional, o el del turismo, entre varios otros. (Jiliberto 2022; Ramos Jiliberto y Jiliberto, 2021a y 2021b; Proyecto FONDEF IDEA ID20I10147, 2022). Su propósito es transformar estos 19 temas claves en unidad de análisis integrada que describa sistémicamente la sustentabilidad de la gestión de la industria del litio, por lo que el resultado de ese ejercicio se puede denominar el sistema de la sustentabilidad de la industria del litio (SSIL).

No se facilita una descripción detallada de la metodología utilizada, pues para esos efectos se puede recurrir a la literatura arriba mencionada. Realizamos una breve explicación metodológica para entender el método de modelación utilizado. Para modelar el Sistema de la Sustentabilidad de la Industria del litio (SSIL) se procede metodológicamente de la siguiente forma:

- Identificación de temas claves. De cada ámbito temático se han extractado temas claves, consistentes en una afirmación razonablemente respaldada por la información

disponible. Cada tema clave constituye un elemento del sistema. Tarea ya descrita previamente.

- Definición de relaciones de influencia entre los elementos del sistema. Se definen relaciones de influencia direccionada entre los elementos del sistema con el propósito es construir una explicación sistémica (Relato/discurso) del estado de la sustentabilidad de la gestión de la industria, o de la forma en que el desarrollo de la misma produce y reproduce de forma recurrentes sus propiedades ambientales, económicas, sociales y territoriales. Es decir, se intenta describir el desarrollo de la industria (desde la sustentabilidad) como una totalidad auto sustentada, o autopoietica.
- Lectura del mapa sistémico. Se realiza una lectura del mapa obtenido. Se identifican los principales bucles de realimentación de los cuales está constituido el sistema para facilitar un relato coherente de la dinámica de comportamiento de la industria, y, por tanto, de los principales retos estructurales de política pública.

Al poner las valoraciones de gestión implícitas en los temas claves en relación mediante conectores, lo que se hace es proyectar una situación de gestión. Es decir, dibujar una configuración de posicionamientos mutuos entre estos elementos de gestión que dan lugar a una situación. El SSIL no constituye una explicación de cómo cada elemento del sistema es creado, sino de cómo, dados estos elementos, que se dan por hechos, se configura una situación que genera un patrón de gestión que se realimenta a sí mismo. Y que, como tal, constituye una estructura que tiene sentido tomar como referencia para la acción pública, pues no se trata de un evento que se disuelve en el tiempo, sino de un algo que es recurrente, porque es producto de un patrón que se retroalimenta.

Esta descripción del estado de la gestión del desarrollo sustentable de la industria es doblemente estructural, por un lado, describe una estructura de gestión, y por el otro lado, describe la gestión en su estructura, no en su dimensión operativa.

Para efectos de simplificar la modelación se simplifican los nombres de los temas claves que a partir de aquí se denominan elementos del sistema, como queda recogido en la Tabla 2.

El resultado del proceso de modelación es el mapa del SSIL, el que, para efectos de comunicación, se ha dividido inicialmente en dos dinámicas que se muestran a continuación. En primer lugar, la dinámica económica institucional (Ilustración 2 e Ilustración 3), y a continuación, la dinámica socio ambiental institucional (Ilustración 4 e Ilustración 5). Ambas son un extracto del sistema hallándose interconectadas como se puede observar en el mapa del sistema como un todo que se muestra en la Ilustración 6.

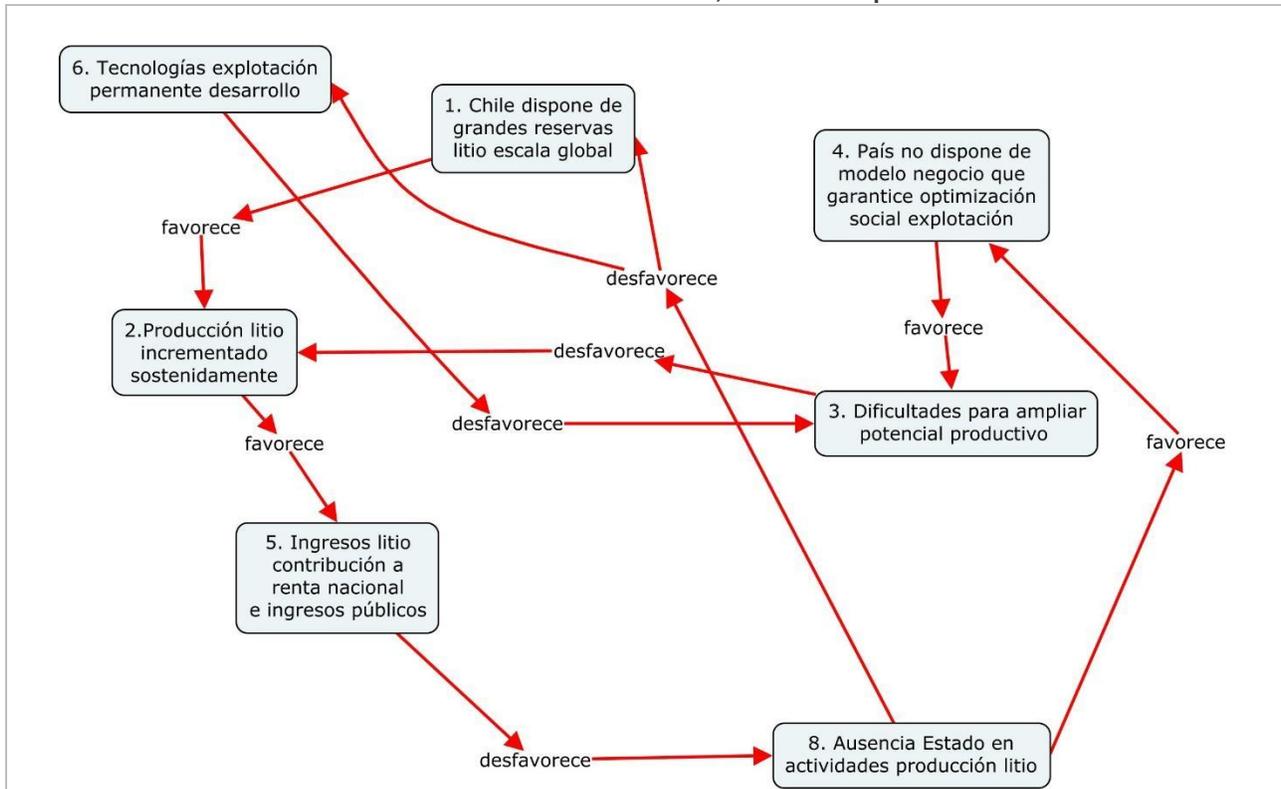
Tabla 2:
Temas claves de la sustentabilidad de la explotación del litio.

Ámbito	Tema Clave	Elemento
Económico	1. El país dispone de una de las mayores reservas de litio a escala global y en condiciones competitivas de explotación.	Chile dispone de mayores reservas litio a escala global
	2. La producción de litio en el país se ha incrementado sostenidamente en las últimas décadas	Producción litio incrementada sostenidamente
	3. Industria litio ha enfrentado dificultades para ampliar su potencial productivo perdiendo oportunidades crecimiento.	Dificultades para ampliar potencial productivo
	4. El país no dispone aún de un modelo de negocio que garantice la optimización social de su explotación	País no dispone de modelo de negocio que garantice optimización social de explotación
	5. Los ingresos de la explotación del litio suponen una contribución importante a la renta nacional y a los ingresos públicos.	Ingresos litio contribución importante a renta nacional e ingresos públicos
	6. Las tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio están en permanente desarrollo	Tecnologías explotación litio en permanente desarrollo
	7. El impacto económico de la industria del litio es bajo	Bajo impacto económico industria litio
Institucional	3. Ausencia de Estado en las actividades relacionadas con la producción del litio	Ausencia Estado en actividades producción litio
	9. Los parámetros normativos actuales para el funcionamiento de la actividad minera no aseguran una producción sustentable.	Parámetros normativos actividad minera no aseguran producción sustentable.
	10. Las capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado son insuficientes	Capacidades regulatorias y fiscalizadores Estado insuficientes
	11. Descoordinación y debilidad de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares.	Descoordinación y debilidad agencias públicas competencias en gestión salares.
	12. Insuficiente información y conocimiento necesario para la gestión sustentable de la industria del litio	Insuficiente información y conocimiento para gestión sustentable industria del litio
Social	13. La explotación del litio ha afectado a comunidades Indígenas vulnerables	Explotación litio ha afectado comunidades Indígenas vulnerables
	14. La explotación del litio ha incrementado la competición entre distintos usuarios del uso en los salares	Explotación litio ha incrementado competición entre distintos usuarios del suelo en los salares
	15. El modelo actual de gobernanza del litio no es inclusivo	Modelo no inclusivo gobernanza litio
Ambiental	16. En los salares en producción se ha agravado la explotación, la escasez y la competición por recurso hídrico, en contexto de cambio climático	Producción litio agrava explotación, escasez y competición hídrica
	17. La actual gestión del uso productivo de los salares no se condice con sus características como ecosistemas naturales dinámicos de gran complejidad y fragilidad	Gestión uso salares no se condice con su naturaleza dinámica de gran complejidad y fragilidad
	18. La presencia de otros impactos ambientales relevantes en el área de los salares se suma a los derivados de la producción el litio	Presencia otros impactos ambientales en salares
	19. Otras iniciativas públicas incrementan la presión socio ambiental sobre el territorio de los salares	Otras iniciativas públicas incrementan presión socio ambiental en territorio salares

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, la dinámica económica institucional aísla del conjunto del SSIL los componentes que permiten entender mejor cuál es el patrón de reproducción del estado de cosas económicas en el que se encuentra la industria. Esta dinámica está subdividida a su vez en dos tendencias. La primera de ellas recogida en la Ilustración 2 describe la tendencia que explica sus fuerzas de expansión.

Ilustración 2:
Dinámica Económica Institucional, tendencia expansiva

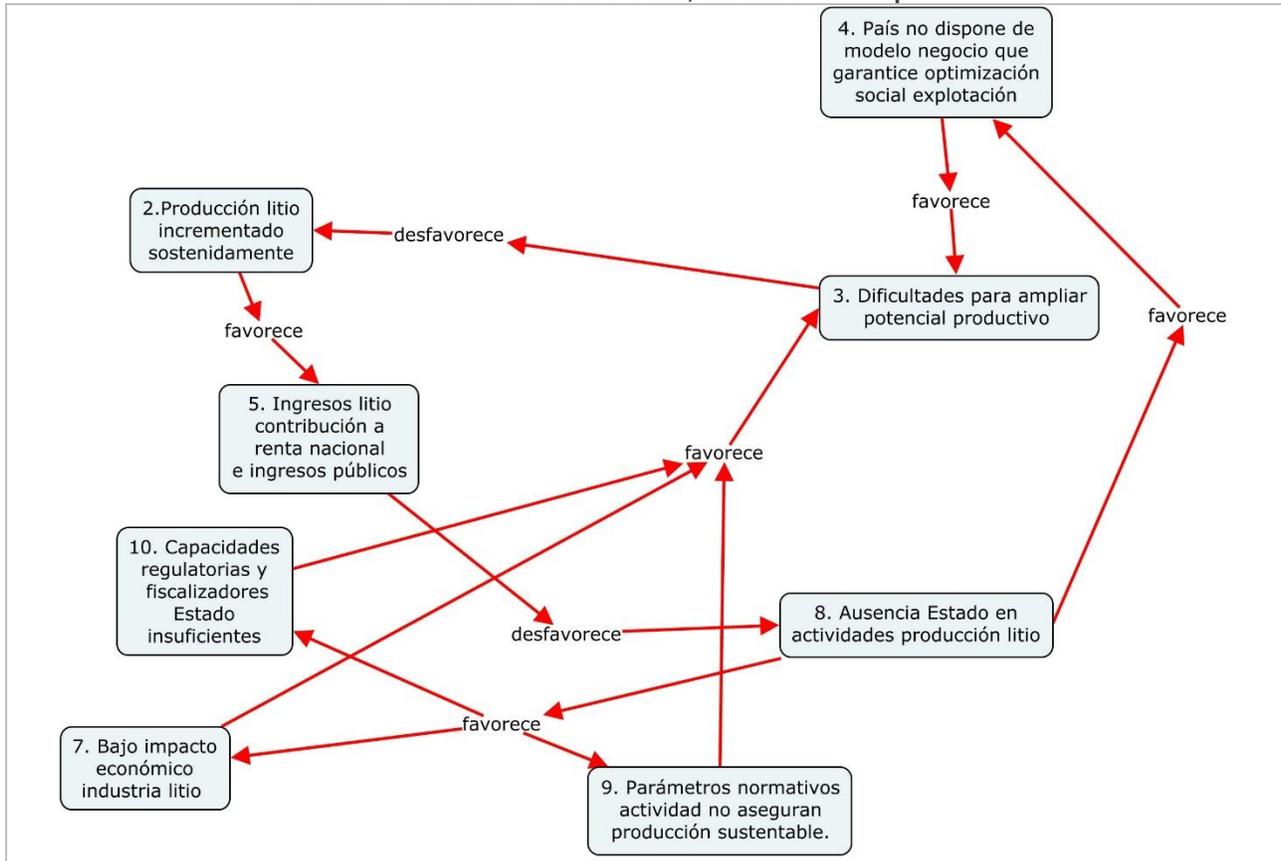


Fuente: Elaboración propia.

Esta primera tendencia, graficada por el bucle que dibujan las líneas rojas en la Ilustración 2, es el que refuerza la producción nacional de litio, y explica su comportamiento ascendente a pesar de las dificultades para ampliar el potencial productivo como se ilustra en el diagrama. Es decir, las reservas, el desarrollo tecnológico, la producción misma y los ingresos públicos que genera son capaces de compensar las dificultades para ampliar el potencial productivo y así explican la expansión de la industria.

La segunda tendencia tiene que ver con el bucle de freno de la expansión de la producción del litio graficada en la Ilustración 3.

Ilustración 3:
Dinámica Económica Institucional, tendencia anti expansiva.

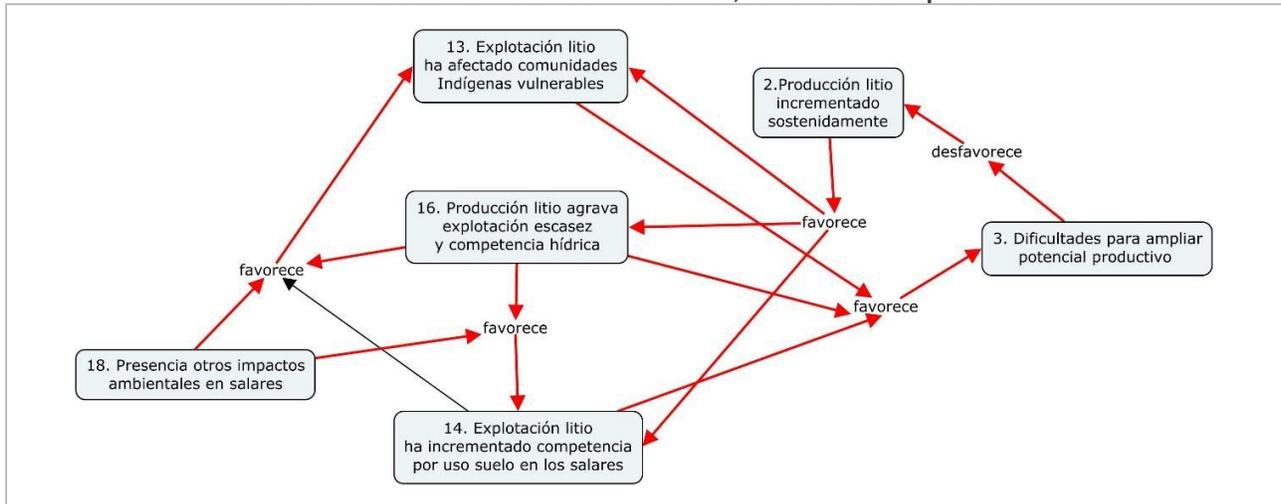


Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en este caso la tendencia, constituida por un conjunto amplio de elementos de diversa naturaleza como son la baja capacidad regulatoria, el bajo impacto económico de la industria, la debilidad de algunos parámetros normativos, la baja presencia del Estado en la industria, así como la ausencia de un modelo de negocio sustentable y consensuado para la industria, favorecen la dificultad para ampliar el potencial productivo de la industria. Así el desarrollo de la industria ocurre entre dos polaridades, donde en unos momentos predomina una y en otros la otra. Si se observa el estado actual de cosas pareciera ser que hasta hace unos pocos años la tendencia expansiva habría sido predominante, habiendo logrado la segunda tendencia un liderazgo más evidente en la actualidad. Esta dinámica no sólo evidencia la urgencia de la ENL, sino la dificultad sistémica que enfrenta para revertir el estado del conjunto de elementos que componen las actuales tendencias que caracterizan esta dinámica.

La dinámica socio ambiental institucional del SSIL puede singularizarse igualmente por la existencia de dos tendencias. Por un lado, por la tendencia a la generación de impactos derivados de la explotación del litio graficados por el bucle constituido por las líneas rojas en la Ilustración 4.

Ilustración 4:
Dinámica socio ambiental institucional, tendencia de impacto.

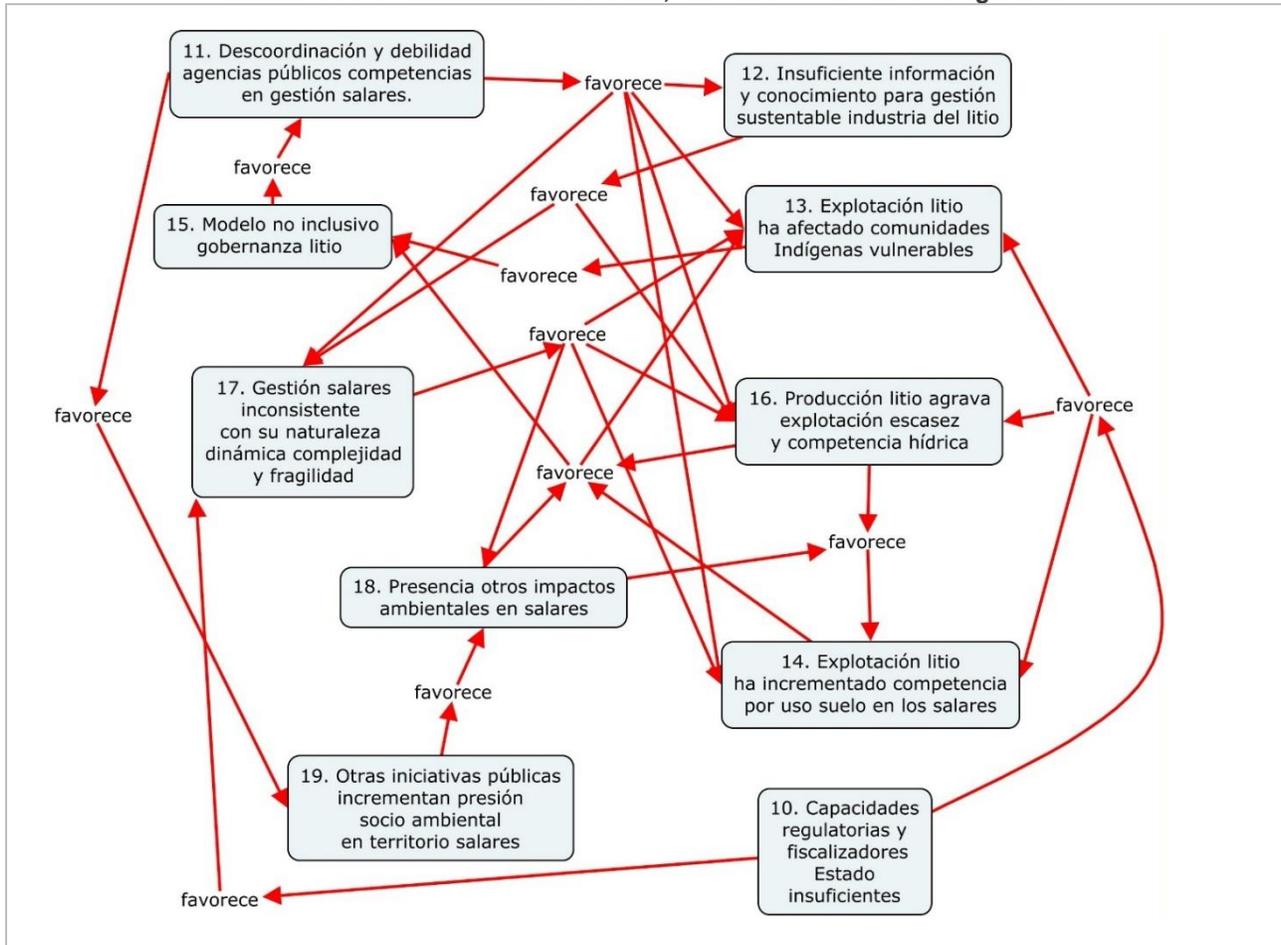


Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, la expansión de la producción del litio incentiva un conjunto de impactos o externalidades socio ambientales, afectación comunidades indígenas, impacto sobre la disponibilidad de agua, incremento de competencia por el uso del suelo, impactos en biodiversidad, que de vuelta redundan en dificultades para ampliar el potencial productivo, y, por tanto, suponen un freno al incremento de la producción efectiva, observándose en este sentido un bucle de compensación pues esa ralentización productiva disminuye los impactos socio ambientales del sistema. Se da en este caso una dinámica con elementos reforzadores y compensadores, que igualmente grafican un statu quo hacia el que pudiera ser que tiende la industria; es decir, crece, pero sus propios impactos desaceleran su capacidad de crecimiento.

La segunda tendencia de esta dinámica está caracterizada por las debilidades de gestión como se observa en la Ilustración 5.

Ilustración 5:
Dinámica socio ambiental institucional, tendencia de debilidad de gestión.

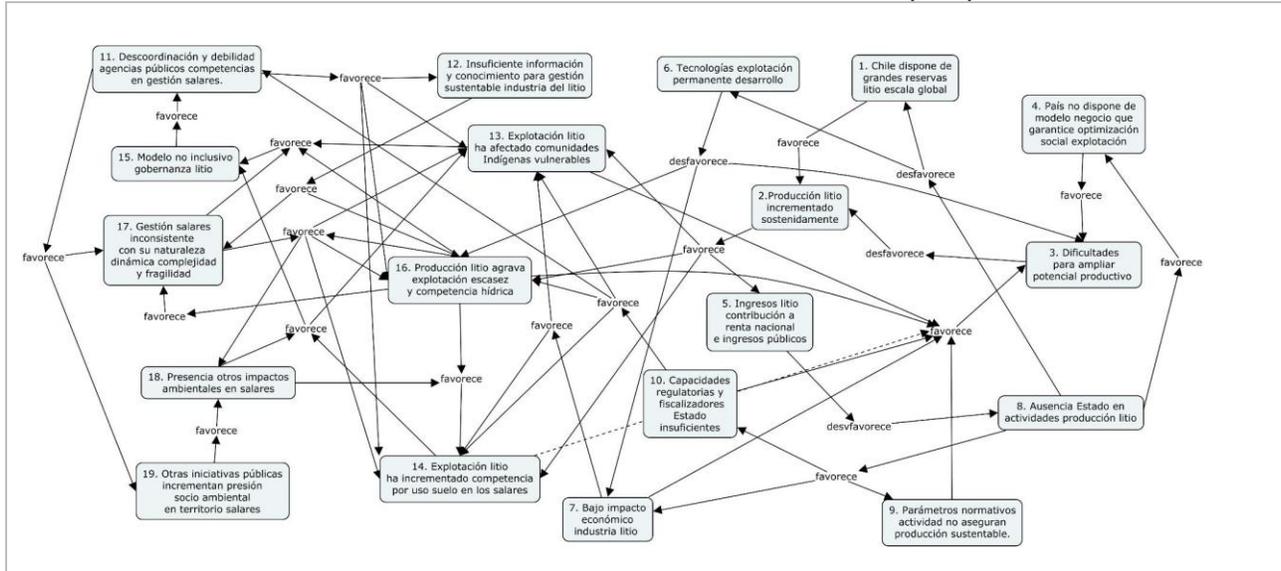


Fuente: Elaboración propia.

En este caso la ilustración muestra una debilidad de gestión pública de las externalidades socio ambientales que genera la actividad. La descoordinación institucional, las debilidades de fiscalización, y de información facilitan una débil gestión de las externalidades sociales y ambientales que genera la industria. Al mismo tiempo varias de estas externalidades se alimentan unas a otras y favorecen un débil estado de la gobernanza de la industria, lo que redundando luego en la debilidad institucional de gestión. Todo lo que, como se vio en la ilustración anterior fortalece las dificultades de expansión de la industria, favoreciendo su desaceleración. Si las externalidades socio ambientales constituyen en sí un elemento compensador a la expansión de la industria, la debilidad de gestión la refuerza. Esta dinámica complementa y refuerza la complejidad que enfrenta la fuerza expansiva de la industria.

La visión completa del sistema se recoge en la Ilustración 6, que da cuenta de la complejidad que enfrenta la ENL para alcanzar la sustentabilidad de la producción del litio en el país.

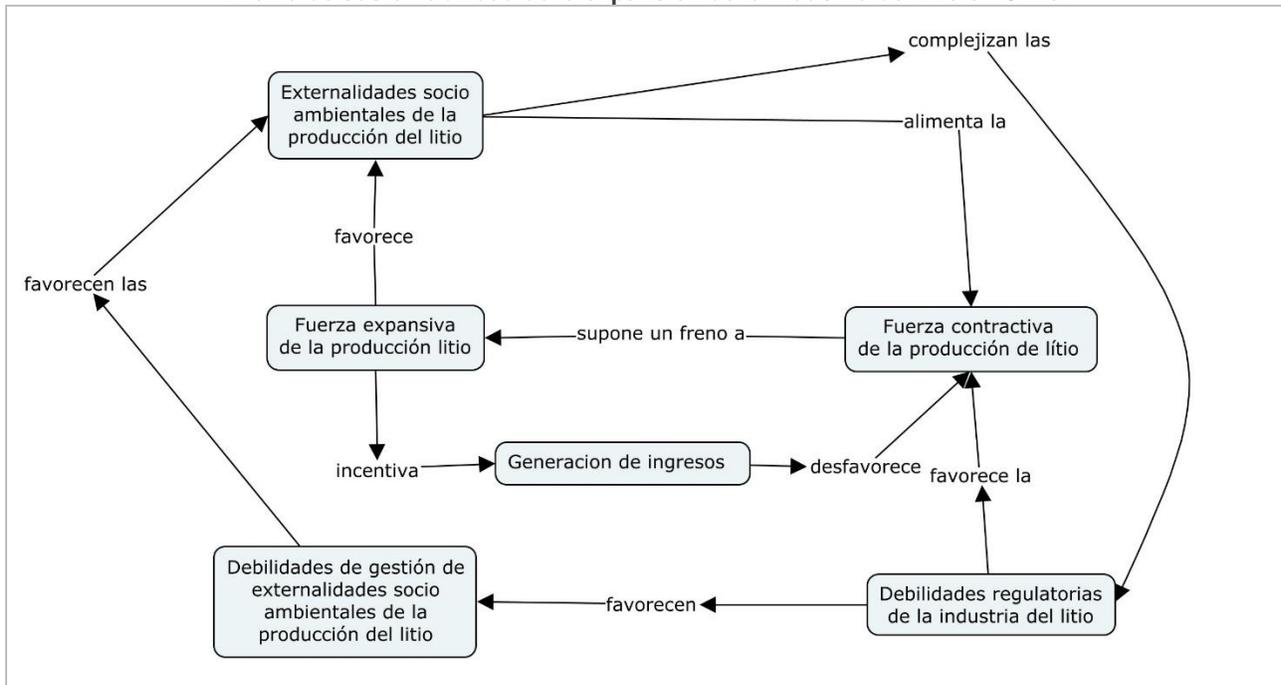
Ilustración 6:
Sistema de la sustentabilidad de la industria del litio (SSIL).



Fuente: Elaboración propia.

De manera muy sintética el dilema de sustentabilidad de la industria del litio y su expansión se resume en la Ilustración 7.

Ilustración 7:
Dilema de sustentabilidad de la expansión de la industria del litio en Chile.



Fuente: Elaboración propia.

El SSIL grafica que la consecución de la sustentabilidad de la industria del litio no sólo es muy compleja, sino que sus varias vertientes, económica, social, ambiental son muy interdependientes. No tiene sentido asegurar cada una de ellas por separado. Lo que es preciso asegurar es la sustentabilidad del sistema. El objetivo de sustentabilidad de la ENL debiera hacer referencia a la posibilidad de, en un plazo dado, mover el SSIL de su estado actual, a otro, que asegure una retroalimentación positiva de sus elementos.

La descripción del SSIL al especificar el reto de sustentabilidad que enfrenta la industria del litio hace evidente que lo que la ENL define como objetivos no hacen referencia a en ningún sentido al reto efectivo de sustentabilidad que enfrenta la industria del litio, sino que son la enunciación de valores, visiones o principios genéricos. Expresan así más una voluntad, que una voluntad enfrentada a su dimensión de realidad. Lo cual sin duda cuestiona su factibilidad como un instrumento de sustentabilidad.

Tanto el mapa del SSIL como la muy breve síntesis recogida en la Ilustración 6 reflejan que la futura expansión de la industria enfrenta nudos estructurales, que no tienen nada de voluntaristas, están ahí y las dinámicas presentes operarán con mayor o menor intensidad, pero lo harán frente a cualquier incentivo de política pública. Esto implica que toda política fundada en una mirada parcial o en una simplificación de la complejidad del desafío de sustentabilidad que enfrenta la industria terminará por fallar en el esfuerzo de facilitar continuidad a la industria. Se pueden reducir con mayor o menor artificialidad las dificultades más inmediatas para la expansión de la industria y se lograrán incrementos productivos, pero, si no se abordan con igual énfasis el resto de las limitantes estructurales, las externalidades terminarán por frenar la expansión, dejando de paso costes sociales, económicos, ambientales y territoriales sin pagar, y una industria a la deriva.

El riesgo de política pública es que esta tendencia a la simplificación también está enraizada en el SSIL, pues los beneficios y los costes implícitos en el sistema emergen de forma muy diferenciada. Por un lado, los beneficios asociados a la expansión son más inmediatos y son inmediatamente percibidos por sus beneficiarios. Los costes, por otro lado, económicos, sociales, y ambientales tienden a visibilizarse de forma más tardía y, por hallarse muy distribuidos son percibidos muy difusamente por quienes los sufren.

Así, la política pública se ve sometida a una asimetría significativa, los beneficiarios, por un lado, muy bien informados de sus posibles pérdidas y ganancias, y con posibilidades de agencia, influyen por opciones expansivas de corto plazo y menos integrales. Por otro lado, los potenciales damnificados, altamente distribuidos, sin conciencia de los costes, y sin agencia, tienden a permanecer ajenos al hecho de política pública hasta que las externalidades se hacen presentes. El débil estado de la gobernanza del sistema, descrito en un tema clave, es una pieza importante del patrón de reproducción de este dilema que enfrenta la industria, porque, el propio sistema, dado el modo en que visibiliza sus costes y beneficios, genera importantes asimetrías de agencia que el propio sistema no puede corregir, y con ello no puede desatar los elementos compensadores que requiere el sistema para romper el círculo vicioso que enfrenta.

Este ejercicio de reconstitución del diagnóstico y, por tanto, del estado de sustentabilidad de la industria nos facilita una primera respuesta a la pregunta sobre la medida en que la ENL se hace cargo de la sustentabilidad de la expansión de la industria del litio, pero como se verá a continuación nos permite profundizar en esa respuesta.

V. COBERTURA DE SUSTENTABILIDAD LA ENL

La descripción del SSIL nos permite evaluar más formalmente la medida en que la actual ENL considera el estado de la sostenibilidad de la industria. Para esos efectos se ha llevado a cabo, en primer término, una contrastación formal de la consideración de cada TC en cada uno de los tres componentes propositivos de la ENL: sus objetivos, lo que denomina sus definiciones estratégicas y finalmente su implementación, o hitos de implementación.

La metodología seguida consistió en cruzar cada uno de estos componentes y sus subcomponentes de la ENL con todos y cada uno de los 19 TC, y allí donde el contenido del objetivo, de la definición estratégica o del hito de implementación coincidía con la cuestión recogida en el TC, entonces, se le asignaba un valor de 1. Esto es, se establece que existe una coincidencia de contenido y alcance entre el objetivo, la definición estratégica o el hito de implementación con la cuestión que TC suscita. En el anexo 1 está la descripción detallada de los componentes de la ENL tal como se utilizaron para el ejercicio. En el anexo 2 se encuentra la matriz en la cual se llevó a cabo la evaluación mencionada, y en el anexo 3 los resultados desagregados por TC.

La Tabla 3 recoge el ranking de los temas claves según su porcentaje promedio de coincidencia con los tres componentes de la ENL. El valor de la columna de la izquierda indica el promedio del porcentaje de coincidencia del tema clave con cada uno de los tres elementos de la ENL.

El primer lugar en el ranking lo ocupa el TC N°8 *Ausencia de Estado en las actividades relacionadas con la producción del litio* con un 15%, lo que significa que este tema clave concentró en sí como promedio un 15% de las coincidencias de todos los TC con los tres elementos de la ENL. Esto permite afirmar que se trata de un elemento del SSIL particularmente importante en la ENL, especialmente si se le compara con el TC N° 14 *La explotación del litio ha incrementado la competencia por el uso del suelo en los salares* cuyo promedio es igual a cero, o si se compara con el TC N°18 *La presencia de otros impactos ambientales relevantes en el área de los salares se suma a los derivados de la producción el litio*, cuyo promedio es 1,9%.

Para entender correctamente esta evaluación es bueno precisar que no se está evaluando si de implementarse en los hechos un componente o subcomponente de la ENL ello pudiera o no tener un efecto sobre ese TC. Solamente se está identificando y evaluando dónde están los énfasis directos de la ENL, que se entienden dados por esa coincidencia de literalidad entre los TC identificados y los componentes de la ENL, es decir, sus objetivos, sus definiciones estratégicas y finalmente sus hitos de implementación.

Tabla 3:
Ranking de Temas Claves según porcentaje promedio de coincidencia con los componentes de la ENL.

Ámbito	N°	Tema Clave	Porcentaje promedio coincidencia con directrices ENL con TC
Institucional	8	Ausencia de Estado en las actividades relacionadas con la producción del litio	15,3%
Económico	4	El país no dispone aún de un modelo de negocio que garantice la optimización social de su explotación	9,2%
Económico	2	La producción de litio en el país se ha incrementado sostenidamente en las últimas décadas	8,3%
Económico	5	Los ingresos de la explotación del litio suponen una contribución importante a la renta nacional y a los ingresos públicos.	8,0%
Ambiental	16	En los salares en producción se ha agravado la explotación, la escasez y la competencia por recurso hídrico, en contexto de cambio climático	7,1%
Económico	7	El impacto económico de la industria del litio es bajo	6,1%
Social	13	La explotación del litio ha afectado a comunidades Indígenas vulnerables	6,0%
Económico	1	El país dispone de una de las mayores reservas de litio a escala global y en condiciones competitivas de explotación.	5,9%
Institucional	11	Descoordinación y debilidad de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares.	5,1%
Económico	6	Las tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio están en permanente desarrollo	5,0%
Ambiental	17	La actual gestión del uso productivo de los salares no se condice con sus características como ecosistemas naturales dinámicos de gran complejidad y fragilidad	4,9%
Social	15	El modelo actual de gobernanza del litio no es inclusivo.	4,0%
Institucional	9	Los parámetros normativos actuales para el funcionamiento de la actividad minera no aseguran una producción sustentable.	3,1%
Institucional	10	Las capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado son insuficientes	3,1%
Institucional	12	Insuficiente información, ni conocimiento necesario para la gestión sustentable de la industria del litio	3,1%
Económico	3	Industria litio ha enfrentado dificultades para ampliar su potencial productivo perdiendo oportunidades de crecimiento	2,1%
Ambiental	18	La presencia de otros impactos ambientales relevantes en el área de los salares se suma a los derivados de la producción el litio	1,9%
Ambiental	19	Otras iniciativas públicas incrementan la presión socio ambiental sobre el territorio de los salares	1,9%
Social	14	La explotación del litio ha incrementado la competencia por el uso del suelo en los salares	0,0%

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 3 permite, por tanto, una primera evaluación del equilibrio o desequilibrio de la ENL a la hora de abordar la complejidad de su diagnóstico, indicando el mayor valor con el que el TC es considerado en la ENL.

La Tabla 4 facilita una visión agregada de la evaluación realizada. Como se puede observar en la segunda columna, los TC económicos concentran el 44,6% de las coincidencias de todos los TC con todos los componentes de la ENL, seguidos de los TC institucionales con un 29,6%, los ambientales, con un 15,9% y finalmente los sociales, con un 9,9%. Esto

significa que, contrastados los objetivos, las definiciones estratégicas, y las medias de implementación de la ENL con el conjunto de problemáticas ambientales, económicas, sociales y territoriales que describen los TC los que resultan formalmente más considerados son los económico institucionales. Son por decirlo así, los que parecen hacer más sentido a la ENL. En principio estos datos revelan una ENL de marcado carácter productivo e institucional, con mucho menor énfasis socio ambiental.

Esto se ve refrendado por los datos de la columna de la izquierda de la Tabla 4. Esta columna recoge el dato del promedio del porcentaje de coincidencia entre los componentes de la ENL y los TC de cada una de las cuatro áreas en que estos se dividen.

Tabla 4:
Porcentaje y promedio de porcentaje de coincidencia de TC con los componentes de la ENL por área temática.

TC	Porcentaje de coincidencia directrices ENL con TC por área	Promedio de porcentaje de coincidencia directrices ENL con TC por área
Económicos	44,6%	6,4%
Institucional	29,6%	5,9%
Social	9,9%	3,3%
Ambiental	15,9%	4,0%

Fuente: Elaboración propia.

Así, los TC económicos cada uno de ellos, como media concentró un 6.4% de las coincidencias dentro de los 3 componentes de la ENL, en tanto que los TC institucionales concentraron un 5.9%, los ambientales un 4,0% y finalmente los sociales un 3,3%. Este dato corrobora el anterior, pues si el porcentaje total de coincidencias de los TC de un área pudiera estar sesgado por el N° total de TC, en este dato la evaluación es TC a TC. Esto viene a confirmar que la ENL pone al menos un mayor énfasis en los componentes económico-institucionales de su diagnóstico que en los socioambientales.

VI. VIRTUALIDAD DE SUSTENTABILIDAD DE LA ENL

Una segunda evaluación que nos permite la reconstrucción del diagnóstico de la ENL es el de la hipotética efectividad de sus objetivos y medidas, (Véase 0) al menos de las contempladas en el capítulo de implementación. Se trata de evaluar cuán virtuales son cada uno de los propósitos expresados en estos dos componentes de la ENL de cara a las cuestiones y problemáticas que recogen cada uno de los TC de su diagnóstico. Por ejemplo, se trata de evaluar cuan plausible resulta afirmar que el objetivo "Riguroso estudio de los impactos ambientales, con participación gobiernos regionales y comunidades" si puede dar cuenta de las problemáticas respectivas identificadas en los TC.

En este contexto entendemos como virtualidad el establecimiento de la plausibilidad de que algo que es concebido o conceptualizado pueda llegar a materializarse. La entendemos como una expresión del "realismo" de las propuestas de la ENL en función de su plausibilidad de ocurrencia. En este sentido es una evaluación más blanda que la factibilidad que facilita una medida de la posibilidad de que algo ocurra, no su mera plausibilidad.

Para este propósito se utilizó la misma matriz de coincidencia entre TC y esos dos componentes; objetivos e implementación, utilizadas en la evaluación anterior, solo que allí donde había una coincidencia marcada se procedió a evaluar cualitativamente la virtualidad que tenía la propuesta de la ENL, en términos de objetivos o de hitos de implementación, de llegar a ser efectiva para dar cuenta de la cuestión enunciada en el tema clave. Para esos efectos no se evaluó si la acción eficiente implícita en el objetivo o en el hito de implementación pudiera solucionar o no la cuestión enunciada en el TC, es decir, no se evaluó su pertinencia técnica, sino que se evaluó la complejidad que la acción o acciones implícitas en los objetivos y medidas se gatillen. Esto es un símil de una evaluación de factibilidad de objetivos y medidas valorada para cada TC, sólo que expresada en términos de plausibilidad de ocurrencia.

Para valorar esto se ha utilizado un indicador ad hoc como se describe en la Tabla 5. Como se observa el indicador de virtualidad se deriva de la aplicación de dos criterios: Criterio de Complejidad sistémica, Criterio de Complejidad de gobernanza.

- El Criterio de Complejidad sistémica trata de valorar si la acción que implica un objetivo o un hito de implementación requiere o no de nuevos componentes o sistemas sociales para poder materializarse. Se suponen tres situaciones.
 - En la primera situación no se requieren nuevos elementos para que la acción que supone el objetivo o el hito de implementación se pueda materializar. Por ejemplo, si para materializar el objetivo se requiere solo que opere un Contrato Especial de Operación del Litio (CEOL) ese objetivo se encontraría en esa situación. Se trata de una herramienta jurídica bien constituida, que no requiere elementos adicionales para poder utilizarse.
 - Una segunda situación estaría caracterizada porque para poder alcanzar el objetivo o hito de implementación de la ENL se requieren nuevos factores o elementos en sistemas ya existentes. Es el caso, por ejemplo, del objetivo de establecer un nuevo modelo de asociación público-privada, pues requiere habilitar nuevos elementos en el marco normativo para que ocurra, entonces, estaría en el segundo caso, en el que se requieren nuevos factores o elementos en sistemas ya existentes. Puede ser el caso también de la medida Crear una Red de Salares Protegidos pues implica una nueva figura dentro de un sistema existente.
 - Una tercera situación se da cuando se requiere un nuevo elemento o factor en más de un sistema para que el objetivo o hito de implementación opere. Por ejemplo, el objetivo de Incorporación tecnologías minimizan el impacto ambiental requiere para operar efectivamente sobre la cuestión a la que apunta el tema clave, por ejemplo, la escasez de agua, nuevos factores propiamente tecnológicos, pero también normativos, de información, entre otros, insertos ellos en diversos sistemas.
- El criterio de Complejidad de gobernanza trata de valorar el escenario de gobernanza que enfrenta la acción que implica un objetivo o un hito de implementación para poder materializarse. Para ello contempla nuevamente tres niveles de complejidad.
 - Un primer nivel de gobernanza simple, en este caso, para que se desate la acción que supone el objetivo o hito de implementación se requiere el

alineamiento de varios actores de un mismo sistema con objetivos similares, pero con diferencias de grado. Por ejemplo, puede ser nuevamente el caso los contratos CEOL mediante los cuales se vehiculiza la nueva asociación público-privada.

- o En un segundo nivel de complejidad es el caso donde, para que se desate la acción que supone el objetivo o hito de implementación, se requiere el alineamiento de varios actores en un mismo sistema, pero con objetivos distintos. Puede ser, por ejemplo, el caso de objetivos o medidas que requieren un trámite legislativo, como es el caso de la empresa estatal del litio.
- o Finalmente, el mayor nivel de complejidad de gobernanza se da cuando, para que se desate la acción que supone el objetivo o hito de implementación, se requiere el alineamiento de actores de distintos sistemas. Puede ser el caso del objetivo de Modernizar el marco institucional pues para que los incentivos de diversificación operen se requiere el alineamiento de actores, que no solo tienen distintos objetivos, sino que se encuentran en distintos sistemas, gobierno, parlamento, universidades, sector privado, sindicatos, lo que desde ya les supone distintas tipologías de objetivos.

De esta forma, es posible construir un índice de virtualidad, como se ve en la Tabla 5. Un objetivo o medida tiene el mayor nivel de virtualidad cuando su tanto nivel de complejidad sistémica, como de gobernanza, son el más bajo, celda superior izquierda de la tabla, y se le asigna un valor de 10. Por el contrario, un objetivo o medida tiene el más bajo nivel de virtualidad cuando su tanto nivel de complejidad sistémica, como de gobernanza, son el más alto, celda a la derecha abajo en la tabla, y se le asigna el valor de 1. La escala utilizada para medirlo es heurística y enfatiza la dificultad real de gatillar medidas.

Tabla 5:
Indicador de virtualidad de los objetivos e hitos de implementación de la ENL

Criterio de Complejidad de Gobernanza / Criterio de Complejidad Sistémica	Para que se desate la acción que supone el objetivo o medida se requiere el alineamiento de varios actores de un mismo sistema con objetivos similares, pero con diferencias de grado	Para que se desate la acción que supone el objetivo o medida se requiere el alineamiento de varios actores en un mismo sistema, pero con objetivos distintos	Para que se desate la acción que supone el objetivo o medida se requiere el alineamiento de actores de distintos sistemas
No se requieren factores adicionales. Basta con que el sistema en operación funcione para que la acción que supone el objetivo o medida opere y actúe sobre la cuestión apuntada en el TC	10	5	3
Se requieren factores adicionales en un sistema existente para que la acción que supone el objetivo o medida opere y actúe sobre la cuestión apuntada en el TC	5	5	3
Se requieren factores adicionales en más de un sistema para que la acción que supone el objetivo o medida opere y actúe sobre la cuestión apuntada en el TC	3	3	1

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, el índice de virtualidad tiene la escala recogida en la Tabla 6, permite valorar de forma agregada el grado de virtualidad que tiene la ENL para dar cuenta de las problemáticas identificadas en los TC.

Tabla 6:
Grado de virtualidad en el componente de la ENL para dar cuenta de los suscitado por el TC.

Grado de virtualidad	Rango de valores
Virtualidad alta	10.0 – 7.5
Virtualidad media alta	7.4 – 5.0
Virtualidad media baja	4.9 - 2.5
Virtualidad baja	2.4 - 1.0

Fuente: Elaboración propia.

Este análisis se puede enmarcar dentro del análisis de consistencia de decisiones, las que, como el análisis del marco lógico, incorpora un análisis ex post (cuando el proyecto o plan está definido), de la viabilidad de los supuestos implícitos en cada una de las medidas que lo componen (Rodríguez R., 2019). Y se aproxima a los últimos desarrollos de esta metodología, las que proponen transformar el análisis de los supuestos implícitos en las medidas de planificación de la matriz del marco lógico en un análisis de los riesgos implícitos en esos supuestos (Couillard, J., Garon, S., & Riznic, J., 2009).

La Tabla 7 ordena el listado de TC en forma decreciente según el grado de virtualidad de los objetivos y los hitos de implementación de la ENL para dar cuenta de la cuestión que el TC suscita. Así, por ejemplo, el TC N° 1, *El país dispone de una de las mayores reservas de litio a escala global y en condiciones competitivas de explotación tiene un nivel de virtualidad de 10*, virtualidad alta, lo que significa que es plausible pensar que las acciones asociadas a los objetivos e hitos de implementación que operan sobre ese TC se pueden llegar a poner en marcha y actuar eficientemente sobre la cuestión apuntada por el TC, que en este caso es el estado del conocimiento de las reservas de litio. Es de remarcar que en el valor del índice de virtualidad adoptado por ese TC pueden operar la virtualidad de más de un objetivo o hitos de implementación, pues puede verse afectado por varios de ellos. En el caso de todos los objetivos e hitos que operan sobre ese TC tuvieron un índice de virtualidad muy alta.

Tabla 7:
Ranking de TC según promedio de virtualidad de objetivos e Hitos de implementación.

Ámbito	N°	Tema Clave	Promedio virtualidad	Virtualidad
Económico	1	El país dispone de una de las mayores reservas de litio a escala global y en condiciones competitivas de explotación.	10	Alta
Económico	5	Los ingresos de la explotación del litio suponen una contribución importante a la renta nacional y a los ingresos públicos.	10	Alta
Económico	2	La producción de litio en el país se ha incrementado sostenidamente en las últimas décadas	9,2	Alta
Institucional	8	Ausencia de Estado en las actividades relacionadas con la producción del litio	9,2	Alta
Económico	6	Las tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio están en permanente desarrollo	8,8	Alta
Institucional	12	Insuficiente información, ni conocimiento necesario para la gestión sustentable de la industria del litio	7,5	Alta
Económico	4	El país no dispone aún de un modelo de negocio que garantice la optimización social de su explotación	5,8	Media alta
Económico	7	El impacto económico de la industria del litio es bajo	5	Media alta
Institucional	9	Los parámetros normativos actuales para el funcionamiento de la actividad minera no aseguran una producción sustentable.	5	Media alta
Social	13	La explotación del litio ha afectado a comunidades Indígenas vulnerables	4,7	Media baja
Ambiental	16	En los salares en producción se ha agravado la explotación, la escasez y la competencia por recurso hídrico, en contexto de cambio climático	4,7	Media baja
Social	15	El modelo actual de gobernanza del litio no es inclusivo	4,5	Media baja
Ambiental	17	La actual gestión del uso productivo de los salares no se condice con sus características como ecosistemas naturales dinámicos de gran complejidad y fragilidad	4,2	Media baja
Institucional	10	Las capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado son insuficientes	4	Media baja
Institucional	11	Descoordinación y debilidad de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares.	3	Media baja

Tabla 7:
Ranking de TC según promedio de virtualidad de objetivos e Hitos de implementación.

Ámbito	N°	Tema Clave	Promedio virtualidad	Virtualidad
Ambiental	18	La presencia de otros impactos ambientales relevantes en el área de los salares se suma a los derivados de la producción el litio	3	Media baja
Ambiental	19	Otras iniciativas públicas incrementan la presión socio ambiental sobre el territorio de los salares	3	Media baja
Social	14	La explotación del litio ha incrementado la competencia por el uso del suelo en los salares	3	Media baja
Económico	3	Industria litio ha enfrentado dificultades para ampliar su potencial productivo perdiendo oportunidades de crecimiento	No aplica	No aplica

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 7 el grado de virtualidad de los objetivos e hitos de implementación contempladas de la ENL para dar cuenta de las cuestiones que suscitan los temas claves está muy polarmente distribuido. Objetivos e hitos tienen una virtualidad muy alta para dar cuenta de las cuestiones que suscitan 6 de los 19 temas claves, la mayoría de ellos de naturaleza económica, y 2 de naturaleza institucional. Tres tienen una virtualidad media alta, dos económicos y uno institucional.

Este dato confirma el foco económico institucional de la ENL, pues, si el análisis previo estableció que estas dos áreas (con énfasis en la económica) son las que concentran las coincidencias de los componentes de la ENL con TC, este análisis añade que son los TC correspondientes a estas mismas dos áreas donde objetivos y medidas tienen la mayor virtualidad para efectivamente gatillar las acciones que permiten dar cuenta de las cuestiones que esos temas claves implican. Así, la ENL estaría focalizada en las temáticas económicas institucionales, y sería preponderantemente eficiente en esas mismas áreas, en detrimento de las áreas socio ambientales.

A continuación, en el caso de 9 temas claves (4 temas ambientales, 3 sociales, y 2 institucionales), los objetivos e hitos tienen una virtualidad media baja de dar cuenta de las problemáticas que esos TC suscitan. Se incluyen en esta categoría la totalidad de los TC ambientales y sociales, lo que viene a decir que resulta mucho menos plausible pensar que las acciones que suponen objetivos e hitos gatillen efectivamente y den cuenta de las problemáticas que suscitan estos TC, dejando así el equilibrio de sustentabilidad de la ENL en cuestión.

El TC Económico N° 3 *Industria litio ha enfrentado dificultades para ampliar su potencial productivo perdiendo oportunidades de crecimiento* no tiene evaluación de virtualidad pues se ha considerado que es un TC finalista. Es decir, que sintetiza una situación que resulta del estado de varios otros TC, por lo que resulta redundante valorarlo.

La Tabla 8 ratifica lo señalado al estimar el promedio de virtualidad de los objetivos y las medidas asociadas a los hitos de implementación de la ENL por área de TC. Como promedio para el área temática económica el indicador de virtualidad es alta. Esto es para el conjunto de los temas claves económicos es plausible pensar que muy seguramente los objetivos y

medidas consideradas gatillarán medidas que de una forma u otra darán cuenta de las problemáticas implícitas en ellos.

En el caso de los TC institucional ese indicador es de media alta. Esto permite plausiblemente pensar que seguramente los objetivos y medidas consideradas gatillarán medidas que de una forma u otra darán cuenta de las problemáticas implícita en los TC institucionales.

Tabla 8:
Nivel de virtualidad de objetivos y medidas de Implementación de la ENL.

Área TC	Promedio virtualidad de objetivos y Medidas de implementación por área	Nivel virtualidad
Económicos	8,1	Alta
Institucional	5,7	Media alta
Social	4,6	Media baja
Ambiental	3,9	Media baja

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los TC social y ambiental el indicador de virtualidad de objetivos y medidas de implementación es media baja, con mayor acento a la baja en el caso de los TC ambientales que en los sociales. Este dato permite conjeturar de manera no arbitraria que es muy plausible pensar que objetivos y medidas de implementación tendrán importantes dificultades para gatillar las acciones que deban dar cuenta de las problemáticas que esos TC suponen, y que esta dificultad será un poco mayor en el caso de los TC ambientales que en los sociales. Esto confirma que en su formato actual la ENL supone un sesgo de sustentabilidad, que es además estructural, por la homogeneidad del sesgo para las 4 áreas temáticas consideradas en los indicadores analizados.

VII. LOS ESCENARIOS DE INTERVENCIÓN EN EL SSIL

Hasta ahora hemos valorado el efecto de los componentes de la ENL en cada uno de los TC o en cada uno de los elementos del SSIL. Pero, dado que cada intervención en un elemento del SSIL repercute en todo el sistema, incluso vuelve sobre el elemento inicialmente incentivado, es útil entender cuál podría ser el efecto sistémico de aplicar distintas alternativas de intervención en el sistema. El instrumental de modelación utilizado permite ese ejercicio mediante la generación de escenarios alternativos de intervención en un objeto de política pública (Proyecto FONDEF IDEA, 2022). Para ello, es preciso formalizar matemáticamente la modelación sistémico-discursiva (MSD) del SSIL llevada a cabo hasta aquí.

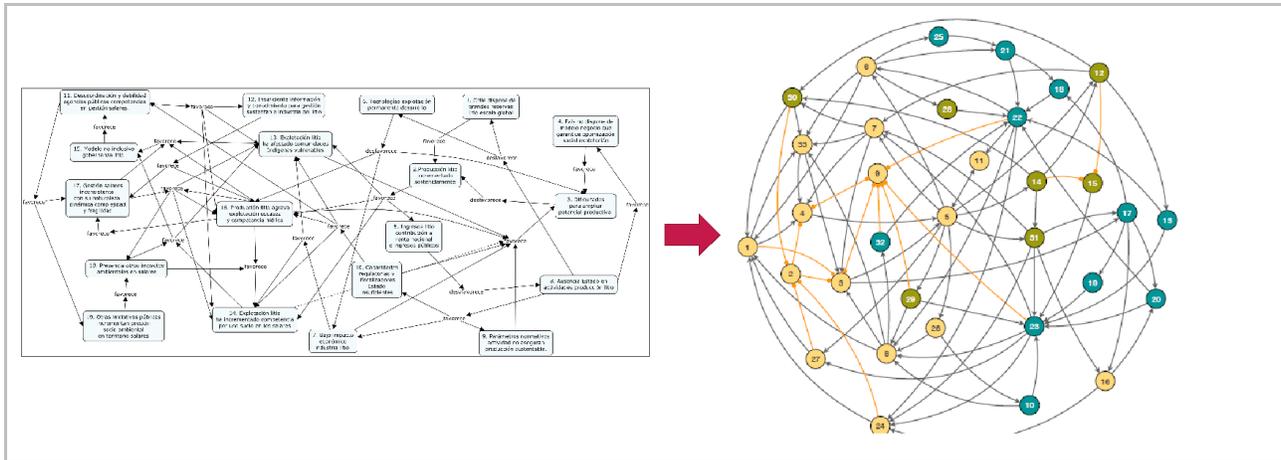
INTRODUCCIÓN METODOLÓGICA

Para esos efectos se utiliza la modelación estructural cualitativa basada en sidigrafos (i.e., grafos dirigidos signados). Esta herramienta de modelación matemática está fundada en el análisis de grafos y en el álgebra matricial aplicada a sistemas socio naturales. (Levins,

1998; Dambacher, & Ramos-Jiliberto, 2007; Ramos-Jiliberto y Jiliberto-Herrera, 2021^a; Ramos-Jiliberto, y Jiliberto-Herrera, 2021b)

Gráficamente el tránsito de la modelación sistémica discursiva (MSD) a su representación en la técnica matemática de sidigrafos se puede visualizar en la Ilustración 8.

Ilustración 8:
Formalización matemática de la modelación sistémico-discursiva del SSIL.



Fuente: Elaboración propia.

Para realizar esa transición se debe llevar a cabo una “variabilización” del MSD, mediante la cual los elementos del SSIL o TC, son redefinidos como variables cuantitativas continuas. La variabilización realizada en este caso se encuentra en el Anexo 6 Variabilización de los elementos del SSIL.

A continuación, se construye lo que se denomina la matriz de adyacencia, que consiste en traspasar las relaciones y sus signos, presentes en la MSD del SSIL, a una matriz de doble entrada donde las variables han reemplazado a los elementos del sistema de la MSD. Las relaciones tienen dirección desde el elemento de origen hacia el elemento de destino y poseen un signo, positivo o negativo. Una relación positiva indica que un aumento (disminución) en el nivel de la variable de origen genera directamente un aumento (disminución) de la variable de destino, en torno a un equilibrio del sistema. Opuestamente, una relación negativa indica que un aumento (disminución) en el nivel de la variable de origen genera directamente una disminución (aumento) de la variable de destino, en torno a un equilibrio del sistema.

A partir de la matriz de adyacencia es posible estimar lo que se denomina la matriz de efectos netos, cálculo que identifica el efecto neto que genera la perturbación de una variable en cualquiera de las otras variables del sistema. Se denomina efecto neto, pues integra todas las cadenas de influencia que se transmiten entre las múltiples variables del sistema. El cálculo matemático lo que hace, por tanto, es estimar el cambio en el nivel de equilibrio de las variables del sistema, producto de la perturbación sostenida en algunas de sus variables. Adicionalmente, se realizan iteraciones de este cálculo con los valores de la matriz de adyacencia alterados aleatoriamente, a fin de obtener una tendencia central de los efectos

netos, con cierta independencia de los supuestos numéricos adoptados. Para efectos analíticos los resultados de simulación se estructuran en los siguientes indicadores:

- Variación Elemental (VE) de cada variable del sistema, que es el cambio neto en el valor de una variable del sistema derivado de la perturbación sostenida de otras variables de este, debido a la estructura (elementos y relaciones) del sistema al que pertenece. Así cada variable puede tener una variación elemental nula (0), moderada (-1 o 1), o fuerte (-2 o 2) Si bien cualquier variable puede comportarse en ese rango, la valoración de esa variación no es igual para todas ellas. Como se puede observar en el Anexo 6 Variabilización de los elementos del SSIL hay algunas variables en las que un incremento es positivo, ejemplo, reservas de litio, pero en otras es negativo, presión sobre el recurso hídrico, por ejemplo. Por tanto, ello requiere una evaluación discriminada de los resultados.
- Respuesta sistémica global (RSG), que es la suma de la variación elemental de todas las variables del sistema producto de la perturbación de una o más variables del mismo, ponderadas según la bondad de la variación elemental generada, y referida al máximo posible a alcanzar en un sistema dado. Es una indicación simple de la respuesta estructural del sistema ante una perturbación, y útil para comparar el efecto estructural de intervenciones alternativas en el sistema.

LOS ESCENARIOS DE INTERVENCIÓN EN EL SSIL

Esta metodología permite estimar los efectos de opciones alternativas de intervención en el SSIL con el fin de valorar el perfil de sustentabilidad de cada una de ellas. En primer lugar, se ha generado un escenario denominado BAU (por su denominación en inglés, Business As Usual), que simula el efecto en el SSIL de fomentar solamente la dimensión productiva de mercado del SSIL, lo que es igual a la ausencia de una intervención de política pública en el SSIL.

A continuación, se ha generado un escenario que simula el efecto en el SSIL de la implementación más plausible de la ENL, es decir una que se limita a las intervenciones con mayor índice de virtualidad que derivó del análisis llevado a cabo en el capítulo anterior.

Finalmente, se ha generado un escenario que simula el efecto en el SSIL de una intervención de sustentabilidad, consistente en incentivar aquellos elementos del SSIL que, de forma aislada, más contribuyen a mejorar las variables que es posible entender constituyen los objetivos de sustentabilidad del SSIL, y que se han definido son las siguientes: Producción de litio, Calidad de vida de comunidades indígenas, Nivel de extracción del recurso hídrico en salares, Bienestar social neto generado por la explotación del litio. Estos escenarios alternativos de política pública, que incluye una alternativa de no-política pública, están recogidos en la Tabla 9.

Tabla 9:
Escenarios de Política Pública en el SSIL.

Escenario	Relato	Variables de intervención
BAU	El escenario simula el comportamiento del SSIL en ausencia de una política pública sostenida, donde, por tanto, la principal estimulación del sistema proviene de las inversiones en exploración y producción del litio.	Nivel de reservas de litio Producción de litio
ENL	El escenario simula el comportamiento del SSIL ante la implementación más plausible de la ENL, es decir, considera que son estimulados sólo los 4 elementos con mayor nivel de virtualidad tal como se analizó en el capítulo anterior.	Nivel de reservas de litio Producción de litio Disponibilidad tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio Nivel de actividad estatal en la producción del litio
Sustentable	El escenario simula el comportamiento del SSIL ante una eventual intervención que incentiva las 4 variables que más positivamente influyen sobre las variables objetivos de sustentabilidad del SSIL (Producción de litio, Calidad de vida de comunidades indígenas, Nivel de extracción del recurso hídrico en salares, Bienestar social neto generado por la explotación del litio)	Disponibilidad tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio Nivel de actividad estatal en la producción del litio Capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado Nivel de coordinación de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares

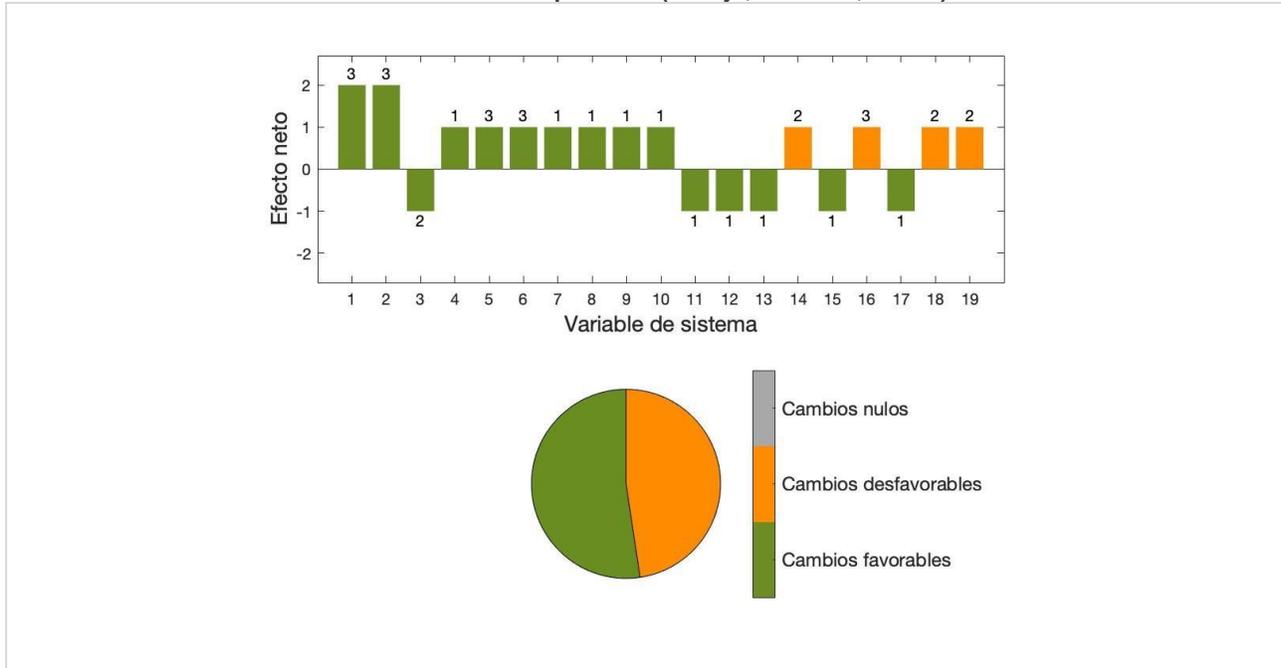
Fuente: Elaboración propia.

EL ESCENARIO BAU

La Ilustración 9 grafica la Variación Elemental (VE) de las variables del SSIL en el escenario BAU. Como se observa en la gráfica en este escenario, que simula una intervención puramente productiva en el SSIL, la mayoría de los primeros 10 elementos del sistema muestran un cambio positivo moderado, pues se incrementan en un punto (Disponibilidad de opciones sociales de negocio, Ingresos fiscales del litio, Disponibilidad tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio, Bienestar social neto generado por la explotación del litio, Nivel de actividad estatal en la producción del litio, Nivel de funcionalidad del marco normativo del litio y Capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado). Se trata de elementos económicos e institucionales. Luego, dos variables, Nivel de reservas de litio y Producción de litio aumentan, son las que muestran un mayor incremento de manera consistente con la orientación productivista del escenario. Finalmente, y de forma muy significativa, la variable Potencial productivo industria del litio muestra un retroceso de un punto, lo que viene a señalar que una alternativa centrada únicamente en incrementar la producción mina el potencial productivo de la industria.

Ilustración 9:

Variación Elemental de las variables del SSIL en el Escenario BAU. Las barras verdes/naranjas representan elementos con valor normativo positivo/negativo. Los números sobre las barras indican el nivel evaluado de cada variable en el presente (1: bajo, 2: medio, 3: alto).



Fuente: Elaboración propia.

Luego, de la variable 11 a la 19, todos los efectos del escenario son desfavorables, pues o bien bajan aquellas variables calificadas como positivas, en verde en el gráfico, o bien se incrementan las calificadas como negativas, naranjas en el gráfico. Estas incluyen a todas las variables sociales y ambientales, y una institucional (Nivel de coordinación de los agencias públicas con competencias en la gestión de los salares, Nivel de información para la gestión sustentable de la industria del litio, Calidad de vida de comunidades indígenas, Nivel de competencia por el uso del suelo en los salares, Grado de exclusividad de modelo de gobernanza del litio, Nivel de extracción del recurso hídrico en salares, Grado de conservación de dinámicas ecológicas en salares, Nivel de Impacto ambiental otros impactos ambientales en el área de salares, Nivel presión socio ambiental de proyectos no litio en salares).

Esto supone que el funcionamiento del sistema en un modo BAU producirá beneficios claros en términos económicos y algo más moderados en alguna variable económico social e institucional (Bienestar social neto generado por la explotación del litio, Nivel de actividad estatal en la producción del litio), y un deterioro en las otras dimensiones de sostenibilidad, ambientales y sociales, y que pone en cuestión el potencial productivo a largo plazo, que se verá minado, como parece ser que en los hechos ha venido ocurriendo.

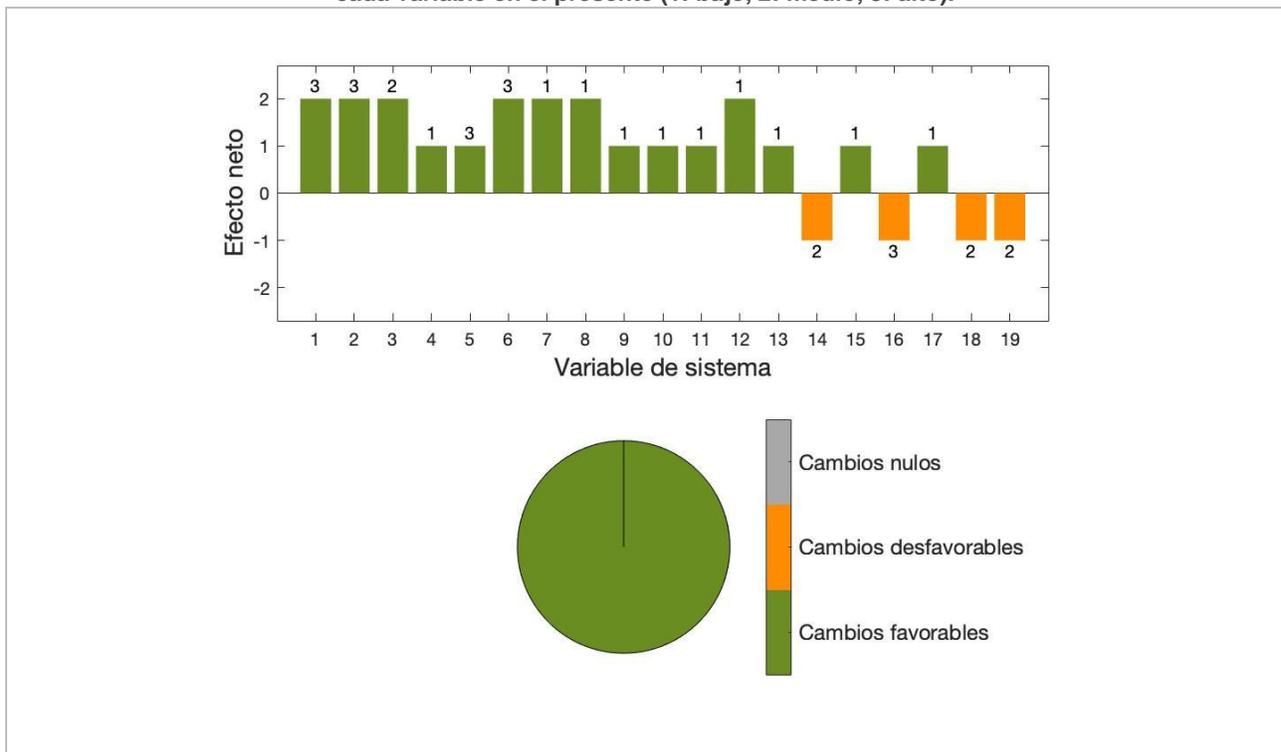
ESCENARIO ENL

La Ilustración 10 recoge los resultados del escenario que se ha denominado ENL. Como se dijo este escenario simula el comportamiento de las variables del SSIL ante una intervención que incorpora aquellas propuestas de la ENL que, de acuerdo al capítulo Virtualidad de sustentabilidad de la ENL, tienen la mayor plausibilidad de ocurrir. De acuerdo a ese análisis los elementos del SSIL que con mayor plausibilidad serían incentivados por la ENL serían: Nivel de reservas de litio, Producción de litio, Disponibilidad tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio, Nivel de actividad estatal en la producción del litio.

La primera conclusión que es posible extraer es que en este escenario todas las variables tienen un comportamiento favorable, lo que se comprueba porque todas las variables en verde en el gráfico suben y todas las naranjas bajan. En particular suben las variables: Nivel de reservas de litio, Producción de litio, potencial productivo industria del litio, Disponibilidad tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio, Bienestar social neto generado por la explotación del litio, Nivel de actividad estatal en la producción del litio y Nivel de información para la gestión sustentable de la industria del litio. Como se observa se ven particularmente favorecidas por esta alternativa las variables económicas e institucionales, lo que ratifica lo identificado en el capítulo anterior en el sentido de que la ENL tiene foco económico institucional.

Ilustración 10:

Variación Elemental de las variables del SSIL en el Escenario ENL. Las barras verdes/naranjas representan elementos con valor normativo positivo/negativo. Los números sobre las barras indican el nivel evaluado de cada variable en el presente (1: bajo, 2: medio, 3: alto).



Fuente: Elaboración propia.

Las variables institucionales tales como Nivel de funcionalidad del marco normativo del litio, Capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado, Nivel de coordinación de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares, o las ambientales tales como Nivel de extracción del recurso hídrico en salares o Grado de conservación de dinámicas ecológicas en salares mejoran, pero, como media, menos que las económicas.

Este escenario resulta instructivo pues señala que, una intervención pública sostenida, con un foco productivo, al que se le suman acciones de fortalecimiento institucional implica una mejora que, aunque desigual, abarca a todas las variables de sustentabilidad del sistema. Recordar, que con respecto al escenario BAU éste suma dos variables de intervención, la Disponibilidad tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio, y el Nivel de actividad estatal en la producción del litio. Esto revela una alta sensibilidad del sistema en dos sentidos. Uno, una sensibilidad del sistema mismo, pues reacciona de forma muy diferenciada al incluir solo 2 nuevas variables a la intervención, y dos, la sensibilidad del sistema a variables de naturaleza institucional. Finalmente, el escenario revela algo que puede parecer trivial, pero que no lo es en absoluto, y es que ilustra el sentido y el valor añadido diferencial de la política pública, pues grafica el significativo diferencial de logro del bien público en el SSIL entre un escenario sin y uno con política pública.

ESCENARIO SUSTENTABLE

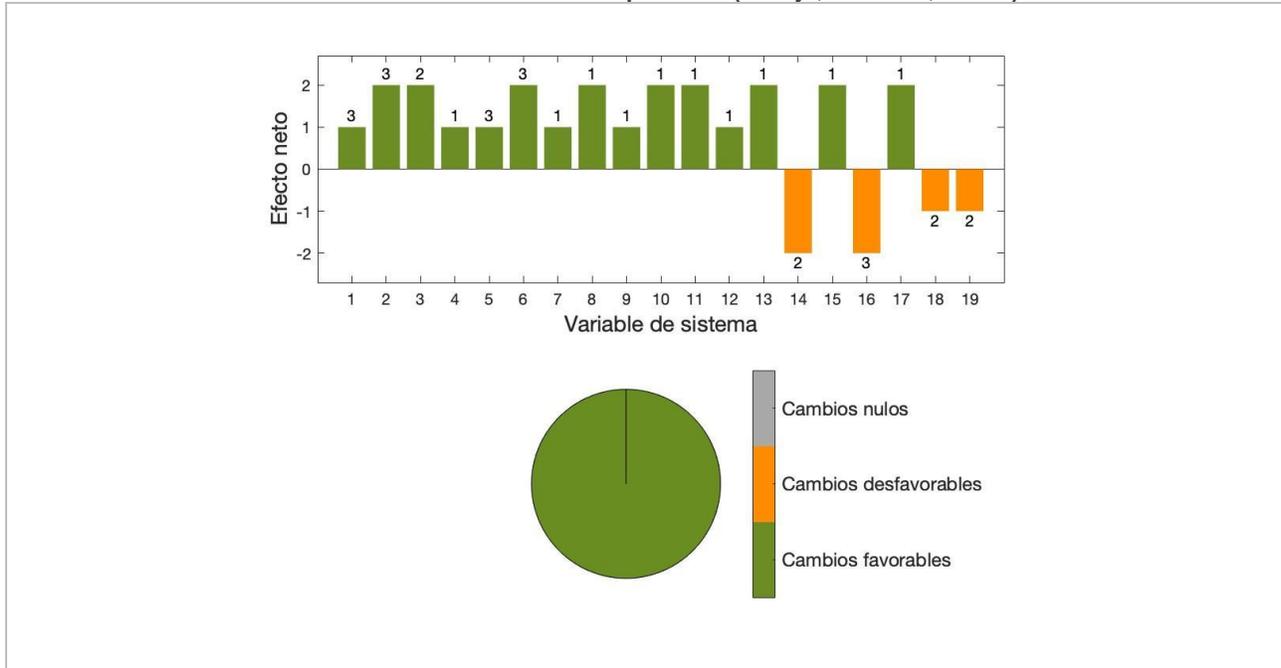
El siguiente es el escenario sustentable. En este caso, las variables que conforman la intervención en el SSIL son las 4 que más contribuyen, de forma aislada, a la mejora de cuatro variables que se definieron como variables con objetivo de sustentabilidad, a saber, Producción de litio, Calidad de vida de comunidades indígenas, Nivel de extracción del recurso hídrico en salares, Bienestar social neto generado por la explotación del litio. Las variables objetivo de sustentabilidad pudieron haber sido otras, pero eso no es relevante para el ejercicio, el que sólo quiere testear cómo responde el sistema a una intervención que tiene un propósito equilibrado de sustentabilidad.

La identificación de las 4 variables protagonistas de esta intervención se lleva a cabo mediante la modelación matemática ya descrita y ellas resultaron ser las siguientes; Las tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio están en permanente desarrollo, Ausencia de Estado en las actividades relacionadas con la producción del litio, Las capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado son insuficientes, Descoordinación y debilidad de los agencias públicas con competencias en la gestión de los salares. Este resultado resulta desde ya indicativo, pues señala que las variables que más movilizan al sistema en un sentido de sustentabilidad son todas ellas variables institucionales. La dimensión institucional del sistema da cuenta de sus objetivos de sustentabilidad.

La Ilustración 11 recoge los resultados del escenario sustentable. En este caso, al igual que en el ENL, el conjunto de variables muestra un comportamiento favorable, todas las columnas verdes crecen y todas las columnas naranjas decrecen. Pero, a diferencia de ese, en éste esa mejora es mayor en magnitud, pues 11 variables mejoran 2 puntos contra 7 de la alternativa ENL, y esa mejora está mucho más distribuida entre todas las dimensiones de la sustentabilidad.

Ilustración 11:

Variación Elemental de las variables del SSIL en el Escenario de Sustentabilidad. Las barras verdes/naranjas representan elementos con valor normativo positivo/negativo. Los números sobre las barras indican el nivel evaluado de cada variable en el presente (1: bajo, 2: medio, 3: alto).



Fuente: Elaboración propia.

De hecho, de las 11 variables que más crecen positivamente:, dos son ambientales, Nivel de extracción del recurso hídrico en salares, y Grado de conservación de dinámicas ecológicas en salares; tres son sociales, Nivel de competencia por el uso del suelo en los salares, Calidad de vida de comunidades indígenas y Grado de inclusividad del modelo de gobernanza del litio; 3 son económicas, Producción de litio, Potencial productivo industria del litio, y Disponibilidad tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio; y 3 son institucionales, Nivel de actividad estatal en la producción del litio, Capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado, y Nivel de coordinación de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares.

De este modo, esta intervención revela una calidad significativamente mayor que la alternativa ENL, alcanzando un notable logro de sustentabilidad.

SÍNTESIS DEL ANÁLISIS DE ESCENARIOS

La Tabla 10 realiza una primera síntesis del análisis de escenarios llevado a cabo. Ella recoge la variación elemental neta de las variables del SSIL, es decir, sumando las variaciones consideradas positivas y restando con las negativas para cada escenario y cada área temática. Allí se verifica el beneficio neto diferencial que genera cada escenario según área temática.

Tabla 10:
Síntesis del comportamiento de la Variación Elemental Neta Promedio.

Áreas	Efecto neto promedio (Resultado neto)		
	Escenario BAU	Escenario ENL	Escenario Estructural
Económica	7,0	12,0	9,0
Institucional	1,0	7,0	7,0
Social	-3,0	3,0	6,0
Ambiental	-4,0	4,0	5,0

Fuente: Elaboración propia.

El escenario BAU es beneficioso casi exclusivamente para las variables económicas, y bastante negativo para las variables sociales y ambientales. Este resultado es sin duda preocupante, pues pudiera corresponder casi linealmente a una opción de política pública con apoyo a nivel nacional¹. El escenario ENL es marcadamente favorable para las variables económicas e institucionales, y bastante menos para las sociales y ambientales. Finalmente, en el escenario de sustentabilidad las variables económicas son las que tiene un comportamiento más favorable-, lo que no es de extrañar tratándose el SSIL del sistema de sostenibilidad de un sistema productivo-, pero, resulta igualmente bueno para el resto de las variables, institucionales, ambientales y sociales.

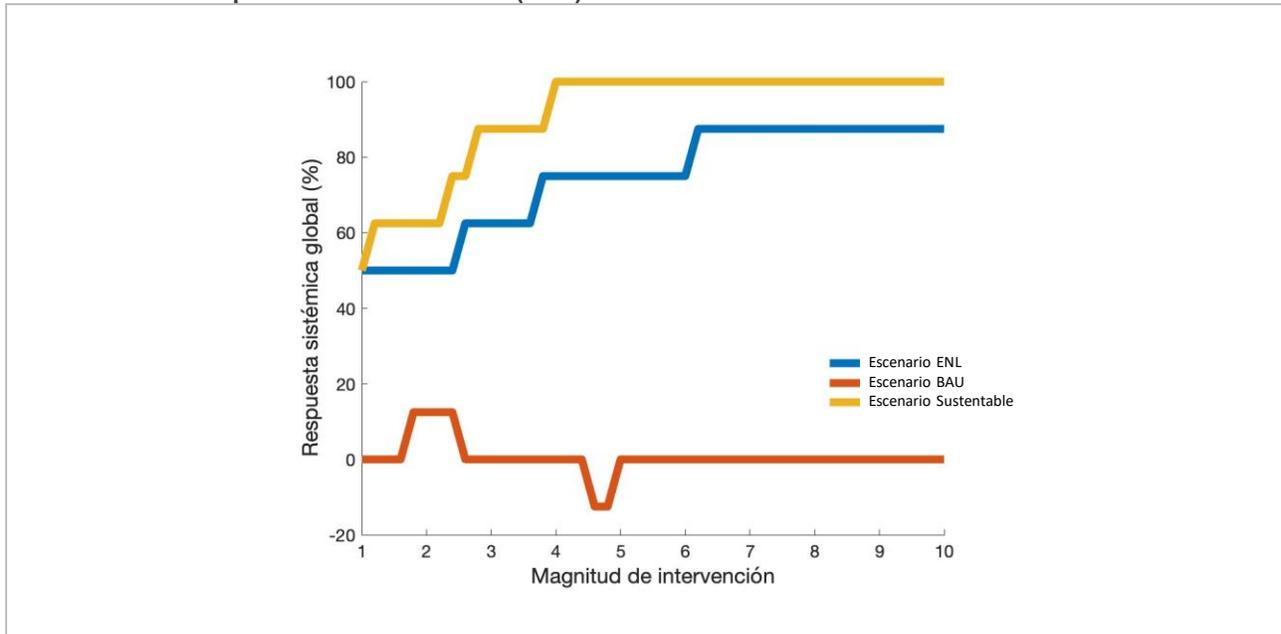
A continuación, una última mirada agregada sobre los escenarios nos la facilita la Respuesta sistémica Global (RSG) que hemos definido como la suma de la variación elemental de todas las variables del sistema producto de la perturbación de una o más variables del mismo, ponderadas según la bondad de la variación elemental generada, y referida al máximo posible a alcanzar en un sistema dado. Es una indicación de la respuesta estructural del sistema ante una perturbación, y útil para comparar el efecto estructural de intervenciones alternativas en el sistema.

La Ilustración 12 recoge el cálculo de la RSG para cada uno de los escenarios analizados. La RSG permite una evaluación agregada de la medida en la cual cada escenario o alternativa de intervención en el SSIL es capaz de movilizar su potencial sistémico de mejora y, como se observa, no lo hace distinguiendo entre el origen temático de las variables.

En primer término, llama la atención el pobre desempeño de la alternativa BAU comparada con los dos restantes. Ello viene a confirmar que, en este caso, el escenario de no intervención o el de una intervención solamente focalizada en la mejora productiva del SSIL produce muy pobres resultados de sustentabilidad.

¹ Recientemente un grupo de Diputados ha presentado un proyecto de Ley para hacer concesible el litio que, en los hechos, asume este escenario como propósito de política pública. <https://www.ex-ante.cl/diputados-presentan-proyecto-para-hacer-concesible-el-litio-y-desafian-a-boric/>

Ilustración 12:
Respuesta Sistémica Global (RSG) de los escenarios de intervención en el SSIL.



Fuente: Elaboración propia.

Si se observa la curva de este escenario se ve además su escaso dinamismo. Es decir, sus resultados son casi inmunes o inelásticos a la modificación de la intensidad de la intervención.

Los dos restantes escenarios son bastante mejores en explotar el potencial sistémico de mejora del SSIL, aunque el desempeño del escenario sustentable es claramente mejor que el del escenario ENL. Este último alcanza en sus últimos escalones a aprovechar algo más del 80% de ese potencial, en tanto que el escenario sustentable lo hace en un 100%, condición que junto con las consideraciones anteriores lo hacen un mejor escenario.

Un segundo elemento a considerar es que el escenario sustentable logra mucho antes que el ENL su máximo rendimiento. Entre las magnitudes de intervención 4 y 5 el escenario sustentable alcanza ya su máximo rendimiento, en tanto que el ENL lo hace entre las magnitudes 6 y 7. Esto supone que la intensidad de la intervención en el SSIL debe ser mayor para lograr sus máximos niveles potenciales de eficiencia, lo que en el caso de una política pública resulta importante. Esto también se puede leer como que el SSIL tiene una mayor elasticidad a la intervención que supone el escenario sustentable que al escenario ENL.

VIII. CONCLUSIONES

La evaluación de la sustentabilidad de la ENL que hemos llevado a cabo ha tenido los siguientes componentes, que se recogen en la Tabla 11.

Tabla 11:
Listado de análisis realizados.

Análisis	Propósito
Modelación sistémica de la sustentabilidad de la industria del Litio	Identificación del estado de la sustentabilidad de la industria del litio y sus dinámicas mediante una aproximación analítica integradora que incorpora sus distintas dimensiones de sustentabilidad y que da lugar a lo que se denomina el Sistema de Sustentabilidad de la Industria del Litio (SSIL).
Grado de cobertura de sustentabilidad de la ENL	Evaluar la medida en que objetivos, definiciones estratégicas e hitos de implementación de la ENL consideran explícitamente cada uno de los elementos claves del diagnóstico.
Virtualidad de sustentabilidad de la ENL	Evaluar la medida en la cual resulta plausible que los objetivos e hitos de implementación de la ENL pueden dar cuenta de las problemáticas que suscitan los elementos claves del diagnóstico de sustentabilidad
Escenarios de intervención en el SSIL	Simular escenarios alternativos de intervención en el SSIL para identificar, desde una perspectiva dinámica, los efectos diferenciales de sustentabilidad de opciones alternativas de política pública.

Fuente: Elaboración propia.

Estos análisis nos permiten extraer un conjunto de conclusiones que detallamos a continuación.

Como resulta inmediato observar, los objetivos de la ENL no sólo son nominalmente de sustentabilidad, sino que comprenden de forma muy explícita su dimensión ambiental, económica, social y territorial. Sin embargo, la ENL no contiene una evaluación formal del estado actual de cada uno de los componentes de la sustentabilidad de la industria del litio. En esas condiciones el “objetivo” definido es más bien la expresión de un ideal, un principio o una visión. Un objetivo es necesariamente un punto intermedio entre la situación actual y un estado ideal. Y lo que hace que sea así, es el estado actual de cosas, que en general impide que los propósitos o visiones últimas puedan ser logradas de una vez. Por ello el objetivo carga con el peso de la realidad, cosa que la visión o el principio no hace. En este sentido se puede afirmar que la ENL es una política pública que, al carecer de un diagnóstico estructurado del estado actual de cosas, no dispone de objetivos razonablemente establecidos.

Valorar, entonces, el perfil de sustentabilidad de la ENL requiere reconstituir el estado de cosas actual (el diagnóstico) de la sustentabilidad de la industria del litio para poder verificar

la medida en que la propuesta que hace la ENL puede o no, y hasta donde, modificar ese estado de cosas.

Tomando como referencia a la propia ENL y a su antecesora de política pública y muy relacionada con ella, la Comisión Nacional del Litio, se reconstruyó el diagnóstico implícito de la ENL en lo que denominamos el SSIL.

Lo que reveló el SSIL es que la industria del litio se encuentra en medio de un nudo complejo de dinámicas que, por un lado, refuerzan su expansión, y que, por el otro, redobladamente la frenan. Estas dinámicas se realimentan las unas a las otras haciendo muy poco probable poder desatarlo sin un examen cuidadoso de las circunstancias que lo generan y de las opciones reales que hay para desatarlo, siendo lo más probable, tal como ocurre hasta hora, que el sistema se mantenga en un status quo, que se traduce en una lenta pérdida de la posición global de la industria chilena en el mercado mundial del mineral.

La consecución de la sustentabilidad de la industria del litio no sólo es muy compleja, sino que sus varias vertientes, económica, social, ambiental, son muy interdependientes. No tiene sentido asegurar cada una de ellas por separado. Lo que es preciso asegurar es la sustentabilidad del sistema.

La descripción del SSIL, al especificar el reto de sustentabilidad que enfrenta la industria del litio, hace evidente que los objetivos de la ENL no hacen referencia en ningún sentido al reto efectivo de sustentabilidad que enfrenta la industria del litio, sino que son la enunciación de valores, visiones o principios genéricos. Expresan así más una voluntad, que una voluntad enfrentada a su dimensión de realidad, lo cual sin duda cuestiona su factibilidad como un instrumento de sustentabilidad.

El SSIL revela que los nudos estructurales que enfrenta la sustentabilidad de la industria no tienen nada de voluntaristas, están ahí y las dinámicas presentes operarán con mayor o menor intensidad, pero lo harán frente a cualquier incentivo de política pública. Esto implica que toda política fundada en la mera voluntad, como parece ser el caso de la ENL, o una mirada productivista simplificadora de la complejidad del desafío de sustentabilidad que enfrenta, terminará por fallar en el intento de otorgar continuidad a la expansión de la industria.

El problema de política pública consiste en que, tanto una política pública simplificadora de corte meramente productivista, como la dificultad de llevar adelante una política integradora, están enraizadas en el SSIL, pues los beneficios y los costes implícitos en el sistema emergen de forma muy diferenciada. Por un lado, los beneficios asociados a la expansión son más inmediatos y son inmediatamente percibidos por sus beneficiarios. Los costes, por otro lado, económicos, sociales, y ambientales, tienden a visibilizarse de forma más tardía y, por hallarse muy distribuidos son percibidos muy difusamente por quienes los sufren.

Así, la política pública se ve sometida a una asimetría significativa, los beneficiarios, por un lado, muy bien informados de sus posibles pérdidas y ganancias, y con posibilidades de agencia, influyen por opciones expansivas de corto plazo y menos integrales. Por otro lado, los potenciales damnificados, altamente distribuidos, sin conciencia de los costes, y sin

agencia, tienden a permanecer ajenos al hecho de política pública hasta que las externalidades se hacen presentes, lo que se traduce en una persistente desconfianza ante cualquier desarrollo. El débil estado de la gobernanza del sistema, descrito como parte del sistema, es una pieza importante del patrón de reproducción de este dilema que enfrenta la industria, porque, el propio sistema, dado el modo en que visibiliza sus costes y beneficios, genera importantes asimetrías de agencia que el propio sistema no puede corregir, y, por ello, se ve imposibilitado para desatar los elementos compensadores que requiere el sistema para romper el círculo vicioso que enfrenta.

El análisis del grado de equilibrio en la consideración literal de las diversas temáticas de sustentabilidad en la ENL concluye que ésta presenta en su diseño un sesgo que favorece marcadamente la consideración de las temáticas económicas del SSIL (44,6%), seguidas por las institucionales (29,6%), con bastante menos peso las ambientales (15,9%) y finalmente las sociales (9,9%). Esto significa que, contrastados los objetivos, las definiciones estratégicas, y las medidas de implementación de la ENL con el conjunto de problemáticas ambientales, económicas, y sociales que describen el diagnóstico y el SSIL, los que resultan formalmente más considerados son los económico institucionales. Estos datos revelan una ENL de marcado carácter productivo e institucional, con un mucho menor énfasis socio ambiental, lo cual constituye un primer riesgo de sustentabilidad.

Esta conclusión se vio reforzada con el análisis del grado de virtualidad de los objetivos y medidas contempladas en los Hitos de Implementación de la ENL para dar cuenta de las cuestiones que suscitan los temas claves del diagnóstico y del SSIL, pues se constató que ello está muy polarmente distribuido. Objetivos y medidas tienen una virtualidad muy alta para dar cuenta de las cuestiones que suscitan 6 de los 19 temas claves del diagnóstico, la mayoría de ellos de naturaleza económica, y 2 de naturaleza institucional. Tres tienen una virtualidad media alta, dos económicos y uno institucional.

En el caso de los Temas Claves social y ambiental el indicador de virtualidad de objetivos y medidas de implementación es media baja, con mayor acento a la baja en el caso de los ambientales que en los sociales. Este dato permite conjeturar de manera no arbitraria que es muy plausible pensar que objetivos y medidas de implementación tendrán importantes dificultades para gatillar las acciones que deban dar cuenta de las problemáticas que esos temas claves suponen, y que esta dificultad será un poco mayor en el caso de los ambientales que en los sociales. Esto confirma que, en su formato actual, la ENL importa un sesgo de sustentabilidad, que es además estructural, por la homogeneidad del sesgo para las 4 áreas temáticas consideradas en los indicadores analizados. Este análisis refuerza el riesgo de sustentabilidad ya identificado anteriormente.

La simulación de escenarios de intervención en el SSIL permitió valorar la respuesta del sistema ante opciones alternativas de política pública, entre ellas la que supone la ENL. Se generaron tres escenarios ; un primer escenario denominado BAU que simula la respuesta del SSIL en ausencia de una política pública, o una situación en la cual la política pública sólo se focaliza en incentivar la inversión destinada al incremento de las reservas y la producción; un segundo escenario, que simula la respuesta del SSIL a la propuesta de política pública que implica la ENL considerando solamente los componentes de mayor

virtualidad de la ENL; y finalmente, un tercer escenario, que simula la respuesta del SSIL ante una intervención orientada a beneficiar explícitamente un conjunto integrado de componentes económicos, ambientales y sociales del SSIL.

Cuando se compara el efecto de cada escenario en cada una de las variables del SSIL los resultados son bastantes diferenciados. El escenario BAU resultó beneficioso casi exclusivamente para las variables económicas, y bastante negativo para las variables sociales y ambientales. Resultado sin duda preocupante si pudiera corresponder a un escenario de una política pública exclusivamente productivista o bien corresponder con una situación donde no prevalece ninguna. De forma muy significativa, este escenario desfavorece el potencial productivo de la industria del litio, lo que viene a señalar que, aunque resulte paradójico, una alternativa centrada únicamente en incrementar la producción termina por minar el potencial productivo de la industria

El escenario ENL es generalizadamente favorable, todas las variables del sistema responden favorablemente, más lo hacen de forma mucho más marcada las económicas y las institucionales, y bastante menos las sociales y ambientales, lo que ratifica lo concluido anteriormente en el sentido de que la ENL tiene foco económico institucional. Este escenario resulta instructivo pues señala que una intervención pública sostenida, aunque con un foco productivo al que se le suma una perspectiva institucional genera una mejora que, aunque desigual, abarca a todas las variables de sustentabilidad del sistema.

Finalmente, el escenario de sustentabilidad, aunque sigue siendo más favorable para las variables económicas resulta casi similarmente bueno para el resto de las variables, institucionales, ambientales y sociales. De este modo esta intervención revela una calidad significativamente mayor que la alternativa ENL, alcanzando un notable logro de sustentabilidad.

Cuando se observa la capacidad de cada escenario para explotar el potencial implícito de mejora en el SSIL que mide la Respuesta Sistémica Global, se obtiene en primer término, que llama la atención el pobre desempeño de la alternativa BAU comparada con los dos restantes. Ello viene a confirmar que, en este caso, el escenario de no intervención o el de una intervención solamente focalizada en la mejora productiva del SSIL produce muy pobres resultados de sustentabilidad.

Los dos restantes escenarios son bastante mejores en explotar el potencial sistémico de mejora del SSIL, aunque el desempeño del escenario sustentable es claramente mejor que el del escenario ENL, además de alcanzar un mayor rendimiento con una intervención de menor intensidad o menor esfuerzo, lo que demuestra la calidad diferencial de los puntos de intervención escogidos en cada caso.

El análisis de escenarios permite concluir en síntesis el sistema dispone, como señala la alternativa sustentable, de un significativo margen para implementar políticas públicas de mayor nivel de sustentabilidad, aunque, visto desde una perspectiva dinámica, se puede señalar que la propuesta de la ENL produce una mejora en el SSIL, pero más sesgadamente,

favoreciendo primordialmente los elementos económicos y ambientales antes que los ambientales y sociales.

Por otra parte, tanto la alternativa ENL como la sustentable demuestran claramente que las variables que más dinamizan positivamente, es decir, en un sentido de sustentabilidad al SSIL, son las variables institucionales. Lo mismo muestra la alternativa BAU, pero lo hace de forma inversa, pues muestra al no contemplar una variable institucional, obtiene muy pobres resultados de sustentabilidad.

En síntesis, la ENL está presidida por una voluntad de sustentabilidad, pero carece de una construcción formal de una “realidad de su sustentabilidad”, que le permita definir objetivos fácticamente eficientes para la sostenibilidad de la industria del Litio. Eso no le impide definir un conjunto de propósitos de acción que tienen un marcado acento económico institucional, que dejan en un segundo plano las dimensiones social y ambiental de la misma, lo que constituye un riesgo como se señaló. Esto resulta particularmente preocupante cuando se analiza la virtualidad de las acciones que materializan esos propósitos de acción, pues allí se verifica que las acciones orientadas a temas económicos e institucionales tienen mayor plausibilidad que los temas sociales y ambientales. Esto indica que la ENL, en los hechos, es una estrategia de mejora sólo de los aspectos económicos institucionales de la industria. Esto en términos absolutos es preocupante y constituye un claro riesgo de sustentabilidad.

La modelación sistémica permite poner esta situación en una perspectiva dinámica y a la vez relativa. Dinámica pues permite analizar el efecto sistémico, considerando las interacciones entre los elementos del sistema, de lo que vemos es el foco económico institucional de la ENL. Y relativo, pues nos dice si tras una intervención una variable sube o baja, pero no materialmente cuánto, ni cuánto ese cambio afecta al estado actual de la misma. No obstante, permite valorar relativamente el efecto sistémico de una intervención frente a otra.

En términos relativos, entonces, el efecto de una ENL con un foco económico institucional no resulta linealmente negativo, pues da como resultado que hay una mejora de todas las dimensiones de sustentabilidad del SSIL, aunque con un marcado acento en las económicas e institucionales. Esto resulta tranquilizador, pero solo en términos relativos. Más relevante es que, en términos relativos, hay un notable margen de mejora de la sustentabilidad de una política de sustentabilidad de la industria del litio, plasmada en el escenario sustentable, que supera en calidad al escenario ENL. Esto señala una importante oportunidad de sustentabilidad.

IX. RECOMENDACIONES

Al inicio de este documento se señaló que esta es una evaluación de la sustentabilidad de la ENL como decisión. Y en ella hemos identificado varios riesgos inscritos en su estructura como decisión. Se trata de que en la estructura de la decisión hay elementos que incrementan la posibilidad de que la ENL no resulte en una intervención sustentable en la industria del litio. Por tanto, para disminuir esas probabilidades de daño hay que actuar sobre la decisión, mejorarla. Para hacerlo no se requieren más o mejores conocimientos sobre los distintos aspectos que conforman el mundo real de la sustentabilidad de la industria

del litio. Se trata de mejorar la decisión, su estructura y conformación y en la evaluación están los elementos y componentes sobre los que es necesario operar. Y operar en un sentido de urgencia.

En este sentido la ENL ayuda pues está diseñada, pero en un formato abierto, es decir, sus pilares están allí, pero su implementación es sujeto de permanente mejora. Ahí el Comité del Litio y Salares (CLS), ya creado a mediados de 2023 y que surge como iniciativa de la propia ENL juega un papel fundamental y naturalmente el Ministerio de Minas (MM). La primera recomendación, es, entonces, que la CLS tome en consideración estos sesgos y riesgos de sustentabilidad implícitos en la versión actual de la ENL y pueda imprimir un sello de sustentabilidad más fuerte a su implementación.

El CLS y el MM pueden mejorar el actual perfil de sustentabilidad de la ENL al menos en los siguientes sentidos:

- Es necesario formalizar un diagnóstico sistemático del estado actual de la sustentabilidad de la industria del litio que permita definir objetivos concretos para cada una de las dimensiones de sustentabilidad, en base a una caracterización precisa de las debilidades y de los nudos de sustentabilidad que enfrenta el desarrollo de la industria. Es necesario bajar de la voluntad de sustentabilidad a su dura realidad, y definir allí los riesgos implícitos de sustentabilidad en las decisiones de expansión de la industria.
- Es necesario identificar estrategias y acciones que permitan conjugar tales riesgos, por ejemplo, encadenando decisiones que supongan incentivos productivistas al logro de objetivos precisos en el ámbito de las dimensiones blandas del sistema.
- Es necesario desarrollar una estrategia de intervención institucional integral que contenga medidas de fortalecimiento de las dimensiones institucionales que van más allá del ámbito de competencia del sistema minero, pues son de radical importancia para la sustentabilidad de la industria, incluso más que aquellas que generan un beneficio directo a aspectos asociados a su dimensión ambiental o social. En este sentido se identificaron 4 variables claves; Disponibilidad de tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio, Nivel de actividad estatal en la producción del litio, Capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado, Nivel de coordinación de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares, estando las dos últimas formalmente ausentes de la ENL.
- Es necesario generar un mecanismo de monitoreo y seguimiento de todas las dimensiones de sustentabilidad de la expansión de la industria del litio con efectos decisionales concretos y bajo una gobernanza abierta y participativa.
- Es necesario que la acción pública sea estratégicamente orientada y sostenida en el tiempo, pues es, por sí misma, un factor de sustentabilidad de la industria del litio, lo que implica que se deben mantener e incluso progresivamente incrementar la intensidad de la política pública en el sistema, de lo contrario lo más probable sea repetir los modelos productivos históricos.
- Es necesario interiorizar en la industria y en el sistema minero que la sustentabilidad de desarrollo de la industria no es un elemento añadido a su bondad productiva sino un factor consustancial a su viabilidad de desarrollo a largo plazo, hasta hacerlo una

cultura productiva; la única oportunidad que puede perder la industria es la de ser una industria sustentable.

X. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por la Agencia Nacional de Investigación de Chile [ANID/Fondef ID20110147. Herramientas para la Construcción de Escenarios Prospectivo de Gestión del Riesgo Climático y Desarrollo de Estrategias de Adaptación: el Caso del Sector Minero)

Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de Pablo González, Profesor Adjunto del Departamento de Ingeniería Industrial (DII) y Director Académico del Centro de Sistemas Públicos (CSP) del DII de la FCFM de la Universidad de Chile; y de Andrea Peroni Fiscarelli, Profesora Asociada Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile. No obstante, las opiniones vertidas en este artículo son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, O. y Custodio, E. et al., (2008). Impactos ambientales de las extracciones de agua subterránea en el Salar del Huasco (norte de Chile). *Boletín Geológico y Minero*, 119 (1): 33-50 ISSN: 0366-0176
- Arnim Scheidel et al., (2023) Global impacts of extractive and industrial development projects on Indigenous Peoples' lifeways, lands, and rights. *Sciences Advance*, Vol 9 N° 23 .DOI:10.1126/sciadv.ade9557
- Aroca P., (2011) Impacts and development in local economies based on mining: the case of the Chilean II region, *Resources Policy*, Volume 27, Issue 2, 2001, Pages 119-134, ISSN 0301-4207, [https://doi.org/10.1016/S0301-4207\(01\)00013-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4207(01)00013-7).
- Bustos, B., Prieto, M., (2019). Nuevas aproximaciones teóricas a las regiones-commodity desde la ecología política. *EURE* (Santiago), 45(135), 153-176. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612019000200153>
- Campos, F., Fuentes, V., y Fonseca, F., (2022). Industria minera chilena: una aproximación a las paradojas de la sustentabilidad. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(99), 1078-1094. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.99.14>
- Cardemil M., (2023). Impactos socioeconómicos de la minería en Chile. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Serie Informes N° 04-23.
- Casillas, C., Macía, M., Merino, M., Paja, M., Rico, J., Ruiz, A. (2015). Guía práctica para el diseño y la realización de evaluaciones de políticas públicas Enfoque AEVAL. Agencia Estatal de Evaluación de las Políticas Públicas y la Calidad de los Servicios (AEVAL). COLECCIÓN: GUÍAS.

- Couillard, J., Garon, S., & Riznic, J. (2009). The Logical Framework Approach-Millennium. *Project Management Journal*, 40(4), 31-44. <https://doi.org/10.1002/pmj.20117>
- Daher, A., (2003). Regiones-commodities: Crisis y contagio en Chile. *EURE (Santiago)*, 29(86), 89-108. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612003008600005>
- Daher, A., Moreno, D., Aninat M., (2017). Efectos socioterritoriales en Chile del súper ciclo de los commodities y de su término *Social. Cad. Metropole* 19 (38) Jan-Apr 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2017-3805>
- Dambacher, J. M., & Ramos-Jiliberto, R. (2007). Understanding and predicting effects of modified interactions through a qualitative analysis of community structure. *The Quarterly review of biology*, 82(3), 227-250. <https://doi.org/10.1086/519966>
- Folchi, M., (2003). La insustentabilidad del boom minero chileno: política y medio ambiente, 1983-2003. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/122792>
- Gaete, R., (2023). Institucionalidad ambiental y conflictos de interés: el caso del proyecto minero Dominga en Chile. *Perspectiva Geográfica*, 28(2), 1–19. <https://doi.org/10.19053/01233769.14824>
- Jiliberto R., 2022. Giro Estructural a la Política Pública de Medio Ambiente. *Políticas Públicas para el cambio climático y el antropoceno*. RIL Editores, Santiago Chile. (2022)
- Jiliberto R., 2023. Metodología de Modelación Sistémica Discursiva se los Objetos de Política Pública. El caso de la Política Pública de Adaptación al Cambio Climático. Nota Técnica. Centro de Sistemas Públicos (CSP) del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. Available at <https://www.sistemaspublicos.cl/publicacion/metodologia-de-modelacion-sistemica-discursiva-de-los-objetos-de-politica-publica-el-caso-de-la-politica-publica-de-adaptacion-al-cambio-climatico/>, (accesed 15.03.2023)
- Jiliberto, R., (2006), A new systemic epistemology for sustainability analysis. *Internacional Journal on Sustainable Development*, Vol 9 nº 3, 2006, páginas 211-226
- Klarin, T., (2018). The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues. *Zagreb International Review of Economics and Business*, vol.21, no.1, 2018, pp.67-94. <https://doi.org/10.2478/zireb-2018-0005>
- Levins, R. (1998). Qualitative mathematics for understanding, prediction, and intervention in complex ecosystems. In *Ecosystem Health*, pp. 178–204. Ed. by Raport D. Costanza R. Epstein P. Gaudet C. Levins R. Blackwell Science, MA. 372 pp.
- Mensah J., (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action. Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5: 1653531 <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>

- MM, (2014). Litio: Una fuente de Energía, una Oportunidad para Chile. Informe final de la comisión nacional del Litio. Ministerio de Minas de la República de Chile
- MM, (2021). Informe Final Evaluación Ambiental Estratégica Política Nacional Minera 2050.. Ministerio de Minas de la República de Chile.
- MM, (2022). Política Nacional Minera. Minería 2050. Ministerio de Minas de la República de Chile.
- MM, (2023). Estrategia Nacional de Litio. Ministerio de Minas de la República de Chile.
- Odell, SD., (2020). Hydrosocial displacements: Climate change and community relations in Chile's mining regions. Dissertation submitted to Clark University, Graduate School of Geography. ProQuest Dissertations & Theses Global (28000622).
- Ojeda I., Campos, F., Pezoa, H., (2023). Mining tailings dumps and socio-territorial inequalities in Chile: an exploratory study. *Journal of Maps* doi: 10.1080/17445647.2023.2217514
- Poveda, R., (2020). Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile. Serie Recursos Naturales Desarrollo, N° 195 (LC/TS.2020/40), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL)
- Proyecto FONDEF IDEA, ID20I10147, (2022). "Herramientas para la construcción de escenarios prospectivos de gestión del riesgo climático y desarrollo de estrategias de adaptación: el caso del sector minero" Resumen ejecutivo, documentación disponible en www.sistemaspublicos.cl/wp-content/uploads/2022/12/csp_resumenejecutivo-1.pdf
- Ramos-Jiliberto R and Jiliberto Herrera R (2021a) Evaluating Social Policy Scenarios for Tourism Development of Barú Island (Colombia) Using Structural Qualitative Modeling. *Front. Ecol. Evol.* 9:632067.doi: 10.3389/fevo.2021.632067
- Ramos-Jiliberto R., Jiliberto-Herrera R., (2021b) Modelización y análisis de escenarios de intervención en sistemas socio-naturales: el caso del sistema de sustentabilidad energía-territorio de la Región de Coquimbo (Chile). *Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci)* (Enero-Junio, 2021). Vol 55(1): 1-31. <https://doi.org/10.15359/rca.55-1.1>
- Ramos-Jiliberto, R., Jiliberto-Herrera, R. (2021a) Evaluating Social Policy Scenarios for Tourism Development of Barú Island (Colombia) Using Structural Qualitative Modeling. *Front. Ecol. Evol.* 9:632067.doi: 10.3389/fevo.2021.632067
- Ramos-Jiliberto, R., Jiliberto-Herrera, R. (2021b), Modelización y análisis de escenarios de intervención en sistemas socio-naturales: el caso del sistema de sustentabilidad energía-territorio de la Región de Coquimbo (Chile). *Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci)* (Enero-Junio, 2021) . Vol 55(1): 1-31.

- Retolaza, I.. (2010). Teoría de cambio. Un enfoque de pensamiento-acción para navegar en la complejidad de los procesos de cambio social. Guatemala: Hivos–Instituto Humanista de Cooperación al Desarrollo-PNUD.
- Rodríguez R., (2019). Metodología del Marco Lógico con Enfoque de Gestión de Riesgos para mejorar la eficacia de los Proyectos de Cooperación al Desarrollo. Tesis (Doctoral), E.T.S.I. Industriales (UPM). <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.55788>
- Romero, H., (2018). Etnicidades, etno-territorios y conflictos mineros: aportes para una geografía humana de los aymaras en Chile 1. Revista de geografía Norte Grande, (71), 211-234. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022018000300211>
- Soza Amigo, S., Fuders, F., & Aroca, P. (2021). La importancia del sector minero para el desarrollo de la economía chilena: la evolución de sus campos de influencia. El trimestre económico, 88(351), 831-872. Epub 06 de diciembre de 2021.<https://doi.org/10.20430/ete.v88i351.1216>
- Sturla, G., Illanes, C., (2014). La Política de Aguas en Chile y la Gran Minería del Cobre MPRA Paper 76089, ANID: Agencia Nacional de Investigación de Chile

XII. LISTADO DE SIGLAS

- BAU: Bussiness As Usual
- CEOL: Contrato Especial de Operación del Litio
- CLS: Comité del Litio y Salares
- CNL: Comisión Nacional del Litio
- CSP: Centro de Sistemas Públicos
- DII: Departamento de Ingeniería Industrial
- ENL: Estrategia Nacional del Litio
- MM: Ministerio de Minas
- MSD: Modelación Sistémica Discursiva
- RSG: Respuesta sistémica global
- SSIL: Sistema de la Sustentabilidad de la Industria del litio
- TC: Temas claves
- VE: Variación Elemental

XIII. ANEXOS

ANEXO 1: COMPONENTES DE LA ENL UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN

OBJETIVOS DE LA ENL (se incluyen los subcomponentes descriptivos de cada objetivo)

- a) Desarrollo sostenible del potencial productivo
 - Elevar producción en Salar de Atacama, resguardando sustentabilidad y dinámicas hidrogeológicas.
 - Establecer condiciones para proyectos extracción en otros salares, comenzando con conocimiento preliminar.
 - Riguroso estudio de los impactos ambientales, con participación gobiernos regionales y comunidades
 - Incorporación de tecnologías minimizan el impacto ambiental.
- b) Sostenibilidad Social y Ambiental
 - Nuevo marco institucional de salares y litio poner al día normativa y regulación, (sostenibilidad, minimizar consumo agua, asegurar uso energías renovables, solar fotovoltaica y eólica)
 - Líneas base de biodiversidad e hidrogeología previo a explotación mineral. (nº y complejidad probable pasos para ser efectivo)
 - Protección porcentaje representativo salares con efectos para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)
- c) . Desarrollo tecnológico y de encadenamientos productivos
 - Promover desarrollo tecnológico y encadenamientos productivos aguas arriba. encadenamientos productivos aguas abajo con empresas locales, fomentar actividades productivas de mayor sofisticación, mayor generación empleo y productividad.
- d) Participación del país en las rentas del Litio
 - Nuevo modelo de asociación público-privada
- e) Sostenibilidad fiscal
 - Gobierno ajusta ingresos fiscales de litio. Regla simple que evitará que se puedan gastar los ingresos del litio por encima de un umbral.
- f) Diversificación de actores permite desarrollar una actividad más eficiente a la vez que altamente comprometida con el cumplimiento de mayores estándares ambientales y sociales.
 - Una mayor competencia, búsqueda, por parte del Estado, de diversos socios privados para cada faena.
- g) Aporte a la diversificación productiva y potencial de crecimiento Constituye también un objetivo prioritario de esta
 - Apostar a instalarnos como país en una posición más avanzada de la cadena global de valor del litio.

DEFINICIONES ESTRATÉGICAS DE LA ENL

1. Involucramiento del Estado en todo el ciclo industrial
 - Empresa Nacional de Litio.
 - Iniciar participación decisiva del Estado a través empresas estatales: Codelco y Enami. (filiales litio)
 - Comité Corfo: Impulsar y proponer políticas de desarrollo científico-tecnológico e industrial que permitan impulsar nuevas actividades productivas aguas arriba y aguas abajo en el ciclo del Litio, así como de identificar y aprovechar oportunidades.
2. Creación de capacidades
 - Instituto tecnológico y de investigación público, para la generación e internalización de conocimientos en torno al litio y los salares, incluyendo la cadena de valor asociada al mineral.
3. Asociación Público -Privada.
 - Desarrollo de asociaciones público-privadas para extracción del mineral mediante joint-ventures y CEOL, aproximación diferenciada en salares con y sin pertenencias mineras.
4. Marco institucional;
 - Revisar aspectos normativos, el funcionamiento de organismos fiscalizadores, como también la relación entre las decisiones centrales y los gobiernos regionales y comunales.
 - Respecto a los organismos públicos cuyos roles y/o funciones tienen relación con el litio y los salares es necesario un ordenamiento institucional que dé cuenta de la complejidad e importancia de los salares y Las actividades relacionadas con la explotación de las salmueras y el Litio.
5. Sostenibilidad social y territorial: involucramiento de comunidades.
 - Definir instancias de diálogo y participación con todos aquellos actores interesados en presentar sus puntos a la discusión de esta Estrategia, especialmente las comunidades de pueblos indígenas vinculados a los salares.

IMPLEMENTACIÓN: HITOS FUNDAMENTALES 2023-2024

- Crear Comité Estratégico de Litio y Salares liderado por el Ministerio con el objetivo de conducir la implementación de las diversas acciones contempladas en la Estrategia. CORFO
- Iniciar un proceso de diálogos y participación con los diversos actores
- Crear la Empresa Nacional del Litio
- Crear una Red de Salares Protegidos
- Iniciará proceso para incorporar a Chile a la iniciativa EITI (Extractive Industries Transparency Initiative)
- Modernizar el marco institucional.
- Instituto Tecnológico y de Investigación Público de Litio y Salares
- Incorporar al Estado en la actividad productiva del Salar de Atacama.

- Prospección de otros salares. Codelco y Enami + Join venture . piso condiciones y beneficios para el Estado y las comunidades que hoy se establecen en los contratos que mantiene Corfo en el Salar de Atacama.

ANEXO 2: MATRIZ DE ANÁLISIS DE COINCIDENCIA DE LOS COMPONENTES DE LA ENL CON LOS TEMAS CLAVES

La matriz completa se puede encontrar en el siguiente documento link:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1S77JhqMJAYuAwJnZI5nJKDt6DXHhImFx/edit?usp=share_link&ouid=115956766657567182086&rtpof=true&sd=true

ANEXO 3: RESULTADO DESAGREGADO DEL ANÁLISIS DE COINCIDENCIA DE LOS COMPONENTES DE LA ENL CON LOS TEMAS CLAVES

Ámbito	Nº	Tema clave	% Coincidencia Objetivos ENL con TC	% Coincidencia Definiciones Estratégicas ENL con TC	% Coincidencia Implementación ENL con TC	Promedio coincidencias directrices ENL con TC
Económico	1	El país dispone de una de las mayores reservas de litio a escala global y en condiciones competitivas de explotación.	3,3%	6,3%	8,1%	5,9%
Económico	2	La producción de litio en el país se ha incrementado sostenidamente en las últimas décadas	10,0%	9,4%	5,4%	8,3%
Económico	3	Industria litio ha enfrentado dificultades para ampliar su potencial productivo perdiendo oportunidades de crecimiento	0,0%	6,3%	0,0%	2,1%
Económico	4	El país no dispone aún de un modelo de negocio que garantice la optimización social de su explotación	10,0%	9,4%	8,1%	9,2%
Económico	5	Los ingresos de la explotación del litio suponen una contribución importante a la renta nacional y a los ingresos públicos.	6,7%	9,4%	8,1%	8,0%
Económico	6	Las tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio están en permanente desarrollo	3,3%	6,3%	5,4%	5,0%
Económico	7	El impacto económico de la industria del litio es bajo	6,7%	6,3%	5,4%	6,1%
Institucional	8	Ausencia de Estado en las actividades relacionadas con la producción del litio	20,0%	12,5%	13,5%	15,3%
Institucional	9	Los parámetros normativos actuales para el funcionamiento de la actividad minera no aseguran una producción sustentable.	3,3%	3,1%	2,7%	3,1%
Institucional	10	Las capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado son insuficientes	3,3%	3,1%	2,7%	3,1%
Institucional	11	Descoordinación y debilidad de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares.	3,3%	9,4%	2,7%	5,1%



Ámbito	Nº	Tema clave	% Coincidencia Objetivos ENL con TC	% Coincidencia Definiciones Estratégicas ENL con TC	% Coincidencia Implementación ENL con TC	Promedio coincidencia directrices ENL con TC
Institucional	12	Insuficiente información, ni conocimiento necesario para la gestión sustentable de la industria del litio	3,3%	3,1%	2,7%	3,1%
Social	13	La explotación del litio ha afectado a comunidades Indígenas vulnerables	6,7%	3,1%	8,1%	6,0%
Social	14	La explotación del litio ha incrementado la competencia por el uso del suelo en los salares	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Social	15	El modelo actual de gobernanza del litio no es inclusiva	3,3%	3,1%	5,4%	4,0%
Ambiental	16	En los salares en producción se ha agravado la explotación, la escasez y la competencia por recurso hídrico, en contexto de cambio climático	10,0%	3,1%	8,1%	7,1%
Ambiental	17	La actual gestión del uso productivo de los salares no se condice con sus características como ecosistemas naturales dinámicos de gran complejidad y fragilidad	6,7%	0,0%	8,1%	4,9%
Ambiental	18	La presencia de otros impactos ambientales relevantes en el área de los salares se suma a los derivados de la producción el litio	0,0%	3,1%	2,7%	1,9%
Ambiental	19	Otras iniciativas públicas incrementan la presión socio ambiental sobre el territorio de los salares	0,0%	3,1%	2,7%	1,9%
Total			100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

ANEXO 4: MATRIZ DE EVALUACIÓN DE VIRTUALIDAD DE OBJETIVOS E HITOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ENL

La matriz completa se puede encontrar en el siguiente documento link:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UaR5AI_DGoY0oTHIMRQ_wBp9nmfyPuGR/edit?usp=share_link&ouid=115956766657567182086&rtpof=true&sd=true

ANEXO 5: RESULTADO DESAGREGADO DE EVALUACIÓN DE VIRTUALIDAD DE OBJETIVOS E HITOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ENL

Ámbito	Nº	Tema clave	Promedio virtualidad Objetivos ENL	Promedio virtualidad implementación ENL	Promedio virtualidad
Económico	1	El país dispone de una de las mayores reservas de litio a escala global y en condiciones competitivas de explotación.	10,0	10,0	10,0
Económico	2	La producción de litio en el país se ha incrementado sostenidamente en las últimas décadas	8,3	10,0	9,2
Económico	3	Industria litio ha enfrentado dificultades para ampliar su potencial productivo perdiendo oportunidades de crecimiento			
Económico	4	El país no dispone aún de un modelo de negocio que garantice la optimización social de su explotación	5,0	6,7	5,8
Económico	5	Los ingresos de la explotación del litio suponen una contribución importante a la renta nacional y a los ingresos públicos.	10,0	10,0	10,0
Económico	6	Las tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio están en permanente desarrollo	10,0	7,5	8,8
Económico	7	El impacto económico de la industria del litio es bajo	5,0	5,0	5,0
Institucional	8	Ausencia de Estado en las actividades relacionadas con la producción del litio	8,3	10,0	9,2
Institucional	9	Los parámetros normativos actuales para el funcionamiento de la actividad minera no aseguran una producción sustentable.	5,0	5,0	5,0
Institucional	10	Las capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado son insuficientes	3,0	5,0	4,0
Institucional	11	Descoordinación y debilidad de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares.	1,0	5,0	3,0



Ámbito	Nº	Tema clave	Promedio virtualidad Objetivos ENL	Promedio virtualidad implementación ENL	Promedio virtualidad
Institucional	12	Insuficiente información, ni conocimiento necesario para la gestión sustentable de la industria del litio	10,0	5,0	7,5
Social	13	La explotación del litio ha afectado a comunidades Indígenas vulnerables	5,0	4,3	4,7
Social	14	La explotación del litio ha incrementado la competencia por el uso del suelo en los salares	3,0	3,0	3,0
Social	15	El modelo actual de gobernanza del litio no es inclusivo	5,0	4,0	4,5
Ambiental	16	En los salares en producción se ha agravado la explotación, la escasez y la competencia por recurso hídrico, en contexto de cambio climático	5,0	4,3	4,7
Ambiental	17	La actual gestión del uso productivo de los salares no se condice con sus características como ecosistemas naturales dinámicos de gran complejidad y fragilidad	4,0	4,3	4,2
Ambiental	18	La presencia de otros impactos ambientales relevantes en el área de los salares se suma a los derivados de la producción el litio	0	3,0	3,0
Ambiental	19	Otras iniciativas públicas incrementan la presión socio ambiental sobre el territorio de los salares	0	3,0	3,0
Total			6,3	6,0	

ANEXO 6: VARIABILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SSIL

Ámbito	Nº	Tema clave	Variable	Valor normativo (1=crecimiento variable considerado positivo, -1= a la inversa)	Estado (1=estado actual variable bajo, 2= medio, 3= alto)
Económico	1	El país dispone de una de las mayores reservas de litio a escala global y en condiciones competitivas de explotación.	Nivel de reservas de litio	1	3
Económico	2	La producción de litio en el país se ha incrementado sostenidamente en las últimas décadas	Producción de litio	1	3
Económico	3	Industria litio ha enfrentado dificultades para ampliar su potencial productivo perdiendo oportunidades de crecimiento	potencial productivo industria del litio	1	2
Económico	4	El país no dispone aún de un modelo de negocio que garantice la optimización social de su explotación	Disponibilidad de opciones sociales de negocio (Disponibilidad de opciones de negocio que maximicen el bienestar social en la explotación del litio)	1	1
Económico	5	Los ingresos de la explotación del litio suponen una contribución importante a la renta nacional y a los ingresos públicos.	ingresos fiscales del litio	1	3
Económico	6	Las tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio están en permanente desarrollo	Disponibilidad tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio	1	3
Económico	7	El impacto económico de la industria del litio es bajo	Bienestar social neto generado por la explotación del litio	1	1
Institucional	8	Ausencia de Estado en las actividades relacionadas con la producción del litio	Nivel de actividad estatal en la producción del litio	1	1
Institucional	9	Los parámetros normativos actuales para el funcionamiento de la actividad minera no aseguran una producción sustentable.	Nivel de funcionalidad del marco normativo del litio	1	1
Institucional	10	Las capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado son insuficientes	Capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado	1	1
Institucional	11	Descoordinación y debilidad de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares.	Nivel de coordinación de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares	1	1
Institucional	12	Insuficiente información, ni conocimiento necesario para la gestión sustentable de la industria del litio	Nivel de información para la gestión sustentable de la industria del litio	1	1
Social	13	La explotación del litio ha afectado a comunidades indígenas vulnerables	Calidad de vida de comunidades indígenas	1	1
Social	14	La explotación del litio ha incrementado la competencia por el uso del suelo en los salares	Nivel de competencia por el uso del suelo en los salares	-1	2



Ámbito	Nº	Tema clave	Variable	Valor normativo (1=crecimiento variable considerado positivo, -1= a la inversa)	Estado (1=estado actual variable bajo, 2= medio, 3= alto)
Social	15	El modelo actual de gobernanza del litio no es inclusivo	Grado de inclusividad de modelo de gobernanza del litio	1	1
Ambiental	16	En los salares en producción se ha agravado la explotación, la escasez y la competencia por recurso hídrico, en contexto de cambio climático	Nivel de extracción del recurso hídrico en salares	-1	3
Ambiental	17	La actual gestión del uso productivo de los salares no se condice con sus características como ecosistemas naturales dinámicos de gran complejidad y fragilidad	Grado de conservación de dinámicas ecológicas en salares	1	1
Ambiental	18	La presencia de otros impactos ambientales relevantes en el área de los salares se suma a los derivados de la producción del litio	Nivel de Impacto otros impactos ambientales en el área de los salares	-1	2
Ambiental	19	Otras iniciativas públicas incrementan la presión socio ambiental sobre el territorio de los salares	Nivel presión socio ambiental de proyectos no litio en salares	-1	2

ANEXO 7: VARIACIÓN ELEMENTAL (VE) DE LAS VARIABLES DEL SISTEMA EN LOS ESCENARIOS SIMULADOS

Ámbito	Variable	Nº	VE Escenario ENL	VE Escenario BAU	VE Escenario sustentabilidad
Económico	Nivel de reservas de litio	1	2	2	1
Económico	Producción de litio	2	2	2	2
Económico	Potencial productivo industria del litio	3	2	-1	2
Económico	Disponibilidad de opciones sociales de negocio	4	1	1	1
Económico	Ingresos fiscales del litio	5	1	1	1
Económico	Disponibilidad tecnologías para la explotación y aprovechamiento del litio	6	2	1	2
Económico	Bienestar social neto generado por la explotación del litio	7	2	1	1
Institucional	Nivel de actividad estatal en la producción del litio	8	2	1	2
Institucional	Nivel de funcionalidad del marco normativo del litio	9	1	1	1
Institucional	Capacidades regulatorias y fiscalizadores del Estado	10	1	1	2
Institucional	Nivel de coordinación de las agencias públicas con competencias en la gestión de los salares	11	1	-1	2
Institucional	Nivel de información para la gestión sustentable de la industria del litio	12	2	-1	1
Social	Calidad de vida de comunidades indígenas	13	1	-1	2
Social	Nivel de competencia por el uso del suelo en los salares	14	-1	1	-2
Social	Grado de inclusividad de modelo de gobernanza del litio	15	1	-1	2
Ambiental	Nivel de extracción del recurso hídrico en salares	16	-1	1	-2
Ambiental	Grado de conservación de dinámicas ecológicas en salares	17	1	-1	2
Ambiental	Nivel de Impacto otros impactos ambientales en el área de los salares	18	-1	1	-1
Ambiental	Nivel presión socio ambiental de proyectos no litio en salares	19	-1	1	-1