

La ignorancia como permiso para la extracción de litio de los salares altoandinos de Argentina, Bolivia y Chile

Ignorance as permission in lithium extraction from the high-Andean salt flats of Argentina, Bolivia and Chile

 Andherson J. Aguirre-Lanegra ^a

^a Universidad Tecnológica del Perú, sede Lima

Cómo citar: Aguirre-Lanegra, A. J. (2026). La ignorancia como permiso para la extracción de litio de los salares altoandinos de Argentina, Bolivia y Chile. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (18), A-022. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202602.A022>



Resumen: La extracción de litio en los salares altoandinos de Argentina, Bolivia y Chile se justifica por su papel en la descarbonización. La hidrogeología revisada por pares sostiene, en cambio, que la atribución causal permanece indeterminada: el sistema amortigua la señal de su alteración y una sequía prolongada coincide con el aumento del bombeo. Este artículo analiza cómo esa indeterminación es administrada por el discurso institucional de la transición energética y distribuida por los tres ordenamientos nacionales. El estudio es documental y combina el análisis crítico del discurso sobre los cuatro informes que la Agencia Internacional de la Energía dedicó a los minerales críticos entre 2021 y 2026, la revisión integradora de la literatura hidrogeológica y el estudio comparado de once normas primarias. El corpus reconoce que la extracción de salmuera afecta sistemas hídricos interconectados y la cuantifica como huella hídrica, aunque sus remedios se limitan al monitoreo, la tecnología y la gobernanza. La duda se enuncia, así, donde amenaza la inversión y la aceptación social, nunca donde impediría autorizar. Los tres ordenamientos difieren a su vez en el estatuto del recurso, y convergen en que ninguno supedita la autorización a que el conocimiento permita atribuir efectos. Ahora bien, el sistema absorbe la perturbación hasta agotar su capacidad de amortiguación, de modo que la ausencia de efecto observado carece de valor demostrativo, lo que fundamenta invertir la carga de la prueba. La categoría propuesta nombra ese proceso: la incertidumbre se vuelve riesgo distribuible mientras el beneficio de la duda favorece a la operación.

Palabras clave: Triángulo del Litio. Argentina, Bolivia y Chile. Análisis crítico del discurso. Carga de la prueba. Principio precautorio. Agnotología.

Abstract: Lithium extraction in the high-Andean salt flats of Argentina, Bolivia and Chile is justified by its role in decarbonisation. Peer-reviewed hydrogeology holds, by contrast, that causal attribution between extraction and water impacts remains indeterminate, because the system dampens the signal of its own alteration, its water derives from ancient recharge, and a prolonged drought coincides with increased pumping. This article analyses how that indeterminacy is managed by the institutional discourse of the energy transition and distributed by the three national legal orders. The study is documentary and combines three procedures: critical discourse analysis of the four International Energy Agency reports on critical minerals published between 2021 and 2026, an integrative review of the hydrogeological literature, and a comparative case study of eleven primary legal instruments. The institutional corpus acknowledges that brine extraction affects interconnected water systems and quantifies it as a water footprint, yet the remedies it proposes are confined to monitoring, technology and governance. Doubt is voiced where it threatens investment and social acceptance, never where it would prevent authorisation. The three legal orders differ in the status they assign to the resource and converge in that none makes authorisation conditional upon knowledge sufficient to attribute effects. If the system dampens its response, the absence of an observed effect carries no demonstrative value, which grounds a reversal of the burden of proof. The proposed category names the process whereby uncertainty becomes distributable risk while the benefit of the doubt favours the operation.

Keywords: Lithium Triangle. Argentina, Bolivia and Chile. Critical discourse analysis. Burden of proof. Precautionary principle. Agnotology.

1. Introducción

Los recursos identificados de litio en el mundo ascienden a 150 millones de toneladas, de los cuales Argentina concentra 28 millones, Bolivia 23 y Chile 13, esto es, el 42.7% del total (United States Geological Survey [USGS], 2026, p. 119). Si se atiende, en cambio, a las reservas, que suman 37 millones de toneladas, la participación regional desciende al 36.8%, puesto que solo Chile y Argentina registran 9.2 y 4.4 millones, respectivamente, mientras Bolivia no consigna ninguna (USGS, 2026, p. 119). Esa diferencia entre una y otra categoría rara vez se observa, y de ahí que la literatura reproduzca proporciones que oscilan entre más de la mitad y el 80%, sin distinguir reservas de recursos ni actualizar la base de cálculo (Bustos-Gallardo et al., 2021; van Pampus et al., 2023; Mosquera et al., 2017). Ambas magnitudes descienden, por lo demás, conforme avanza la exploración mundial: entre las ediciones de 2025 y 2026, los recursos globales pasaron de 115 a 150 millones de toneladas, mientras los de la región crecían de 57 a 64 millones (USGS, 2025, p. 111; USGS, 2026, p. 119). La proporción exacta permanece en disputa; la concentración,

en cambio, no admite duda y sitúa a estas cuencas endorreicas hiperáridas en el centro del abastecimiento mundial.

El Salar de Atacama constituye la mayor operación de extracción desde salmuera, aunque la producción global la encabeza Australia a partir de roca dura, con 92 000 toneladas, frente a 56 000 de Chile en 2025 (USGS, 2026, p. 119). Sobre esa base material se ha levantado un consenso internacional que presenta el suministro de minerales críticos como condición de posibilidad de la descarbonización, y que la Agencia Internacional de la Energía (en adelante, AIE) ha formulado en una serie de informes publicados desde 2021.

La crítica latinoamericana lo ha leído en clave de continuidad. El colonialismo energético constituye la pieza central de un «Consenso de la Descarbonización» que «condena a los países periféricos a ser zonas de sacrificio, sin cambiar el perfil metabólico» de la economía mundial (Bringel & Svampa, 2023, p. 1), tesis que prolonga el diagnóstico de Gudynas (2009) sobre un extractivismo que muda de justificación conservando su estructura. Voskoboinik y Andreucci (2022) muestran cómo los discursos ambientales operan en la gobernanza del Triángulo del Litio, Bustos-Gallardo et al. (2021) reconstruyen la dinámica industrial que convierte la salmuera en mercancía y Riofrancos (2023) documenta el modo en que la seguridad de suministro y la sostenibilidad se anudan en la relocalización productiva del Norte global. El repertorio conceptual disponible resulta denso, con el acaparamiento verde (Fairhead et al., 2012), la colonialidad climática (Sultana, 2022) y la fractura metabólica (Foster, 1999) entre sus categorías principales.

Ahora bien, el agua relictas y una sequía prolongada coincidente con el aumento de la extracción «complica la atribución de impactos ambientales específicos de origen humano» (Moran et al., 2022, p. 1; traducción propia), y los modelos hidrológicos de uso corriente sobrestiman de manera sustancial el caudal y la disponibilidad, con lo que producen clasificaciones inexactas de escasez hídrica (Kirshen et al., 2025). La atribución causal entre extracción y afectación permanece indeterminada, sin que esa indeterminación equivalga a inocuidad. El supuesto que buena parte del repertorio crítico comparte, según el cual el daño se encuentra acreditado y la operación consiste en denunciar su ocultamiento, requiere, por tanto, examen.

Frente a ese supuesto, Proctor (2008) acuñó la agnotología para nombrar la producción cultural de la ignorancia, y McGoey (2012) mostró que el desconocimiento puede funcionar como recurso estratégico además de como carencia. Jasanoff articula ambos planos al sostener que «en pocas palabras, la coproducción es una forma abreviada de expresar la idea de que las formas en que conocemos y representamos el mundo (tanto la naturaleza como la sociedad) son inseparables de las formas en que elegimos vivir en él» (2004, p. 2; traducción propia). Aplicado a los salares, ese enfoque encuentra su desarrollo más próximo en van Pampus et al. (2023), quienes analizan la contradicción entre el temor comunitario a la desestabilización del ecosistema y los estudios que las empresas

presentan para refutarlo, y concluyen que el campo de producción de conocimiento se halla desequilibrado, con un Estado que adopta posición pasiva, empresas dominantes por su acceso histórico a equipamiento y datos, y comunidades sin capacidad equivalente. Babidge (2019) había señalado antes, para el agua subterránea en Atacama, que sostener la ignorancia puede constituir una forma de agencia.

Con todo, la recomendación de más investigación independiente con un Estado proactivo presupone que la incertidumbre se disuelve mediante mayor esfuerzo científico, cuando una porción de ella deriva de propiedades del propio sistema; a saber: i) tiempos de residencia superiores a la escala de la observación, ii) una capacidad de amortiguación que retrasa la manifestación del efecto y iii) la coincidencia temporal entre el factor climático y el antrópico. A ese desplazamiento sustantivo se añaden dos de alcance, puesto que aquel estudio examina quién produce el conocimiento en un salar, mientras aquí se examina qué hacen con la indeterminación resultante un discurso institucional transnacional y tres ordenamientos jurídicos. La pregunta pertinente deja de ser cómo eliminar la duda y pasa a ser quién soporta su costo mientras persiste.

La asimetría en la producción de conocimiento ha sido documentada, pues, a escala local, sin que se haya examinado todavía cómo el discurso institucional que ordena la demanda global administra esa misma indeterminación, ni cómo los ordenamientos de los tres países la distribuyen entre quienes autorizan y quienes habitan la cuenca. El interés del examen excede el caso, dado que la extracción de litio funciona como laboratorio de un problema general de gobernanza ambiental, esto es, el de decidir bajo incertidumbre irreducible cuando la decisión favorece de manera sistemática a una de las partes.

El objetivo de este artículo consiste en analizar el modo en que la indeterminación causal reconocida por la hidrogeología de los salares altoandinos es administrada por el discurso institucional de la transición energética y distribuida por los ordenamientos de Chile, Argentina y Bolivia. La tesis que se argumenta sostiene que la legitimación climática opera sin necesidad de negar el daño, dado que le basta con convertir la indeterminación en riesgo tolerable, cuyo costo asume el territorio de extracción. Para nombrar ese mecanismo, se propone la acumulación verde por legitimación climática, entendida como el proceso por el cual la incertidumbre científica sobre los efectos, en lugar de suspender la autorización, se transforma en riesgo distribuible, mientras el beneficio de la duda favorece a la operación. La categoría específica dentro de la familia disponible el mecanismo epistémico que ninguna de sus integrantes designa.

2. Diseño metodológico del estudio documental

El trabajo es teórico-cualitativo y exclusivamente documental, y articula tres procedimientos sobre tres tipos de material: un corpus institucional, la literatura hidrogeológica revisada por pares y las fuentes normativas primarias de Chile, Argentina y Bolivia. La triangulación permite contrastar lo que la ciencia declara, lo que el discurso enuncia y lo que el derecho dispone, sin que ninguno valide a los otros.

En cuanto al primero, el corpus institucional está integrado por los cuatro informes que la Agencia Internacional de la Energía ha dedicado a los minerales críticos entre 2021 y 2026, esto es, el informe especial sobre su papel en las transiciones de energía limpia y las tres ediciones del panorama mundial de minerales críticos. El criterio de selección atiende a la serie temática completa, y la paginación corresponde a la edición publicada.

Sobre ese corpus se practicó un análisis crítico del discurso conforme al modelo tridimensional de Fairclough (1992), que distingue el texto, la práctica discursiva y la práctica social. En el nivel textual se examinó la modalidad de los enunciados sobre demanda futura. En el de la práctica discursiva, se comparó de manera diacrónica una misma variable, la proyección de demanda de litio hacia 2040, a lo largo de las cuatro ediciones, y se registraron las revisiones que los propios documentos declaran. En el de la práctica social se interpretaron esos resultados en relación con el régimen extractivo, con atención a los remedios que el corpus propone ante los efectos que reconoce. La interpretación descansa en el análisis de los papeles semánticos y en la determinación de aquello de lo que se predica la incertidumbre, con apoyo en la dimensión sociocognitiva de van Dijk (1993) y en la noción de encuadre de Entman (1993).

Por su parte, la literatura hidrogeológica se trató mediante revisión integradora, procedimiento que Snyder (2019) distingue de la revisión sistemática por perseguir cobertura representativa antes que exhaustiva y orientarse a la construcción conceptual. Se seleccionaron doce trabajos revisados por pares sobre hidrogeología de salares altoandinos publicados entre 2016 y 2025, sintetizados en función de una pregunta única: qué permite y qué no permite afirmar la evidencia en materia de atribución causal.

Las fuentes normativas, en fin, se examinaron mediante estudio comparado de casos con diseño de sistemas más similares. Los tres países comparten i) el bioma de cuencas endorreicas hiperáridas, ii) el recurso alojado en salmuera y iii) la inserción en la narrativa de transición energética; y difieren en el régimen jurídico, condición que permite atribuir a esa variable las diferencias observadas. Sobre el texto íntegro de once normas, se practicó búsqueda exhaustiva de términos, se identificó el precepto que gobierna cada criterio y se construyó una matriz de comparación sobre cinco variables.

Cuatro criterios gobiernan el rigor: la triangulación entre las fuentes, la declaración del corpus, la localización de cada cita en la edición publicada y la explicitación de las limitaciones. Entre estas destaca la asimetría documental, dado que las fuentes primarias sobre Bolivia son menos numerosas que las de Chile y Argentina, lo que condiciona el alcance de las conclusiones sobre ese caso y pertenece, además, al fenómeno examinado.

3. Indeterminación causal en la hidrogeología de los salares altoandinos

La zona de mezcla entre el agua dulce y la salmuera se forma por el balance de masas entre el agua recargada y la salmuera que se evapora, proceso cuya geometría

tridimensional resulta cartografiable (Marazuela et al., 2018). El modelo regional de flujo, propuesto un año más tarde, invalidó los valores de infiltración aplicados hasta entonces a las zonas hiperáridas, al justificar tasas que alcanzan el 75% (Marazuela et al., 2019a, p. 668). Y el parámetro sobre el que descansaba el balance hídrico resultó, así, equivocado.

En la geometría de la interfaz influye de manera decisiva la continuidad horizontal de las unidades hidroestratigráficas, que gobierna además el tiempo requerido para alcanzar un nuevo estado de equilibrio dinámico tras una variación de la recarga, con sensibilidades que los modelos de medio homogéneo no capturan (McKnight et al., 2021). Las lagunas de la zona de transición dependen de los aportes que reciben y responden al clima a lo largo del tiempo, mientras los episodios de precipitación extrema gobiernan la extensión de las masas de agua superficial, que tras una tormenta llegaron a multiplicarse por un factor de 2.7 (Munk et al., 2021). Median así desfases temporales entre causa y manifestación, junto a una variabilidad climática capaz de producir señales semejantes a las de la extracción.

Que el bombeo altera el sistema consta también. La comparación entre el periodo previo a la explotación (1986-1994) y el de explotación (1994-2015) registra cambios apreciables en la dinámica del nivel freático (Marazuela et al., 2019b, p. 1119), y el estudio isotópico del núcleo de halita atribuye a la extracción intensiva la inducción de flujos verticales ascendentes desde el acuífero inferior (Herrera et al., 2024). El balance consolidado de la cuenca consigna entradas de 6810 l/s en régimen natural, frente a salidas de entre 8442 l/s y 8842 l/s en el sistema influido por extracciones antrópicas entre 2000 y 2015, con un caudal efectivo de 1600 l/s y un máximo autorizado de 1700 l/s para la mayor faena (Garcés & Álvarez, 2020, pp. 192, 194).

Al descender el nivel freático se reduce la tasa de evaporación, y esa reducción compensa en parte el volumen bombeado dentro del balance de la cuenca, con lo que el descenso observable queda por debajo del esperable; la capacidad de amortiguación se agota cuando el nivel cae entre 0.5 y 2 m de profundidad (Marazuela et al., 2019b, p. 1125). El salar absorbe entonces la perturbación y la sustrae a la observación hasta consumir ese margen. De ello se sigue que la ausencia de descenso apreciable no acredita ausencia de afectación, y que la evidencia del daño puede sobrevenir una vez rebasado el umbral.

A ello se suma que casi la totalidad del aporte a la cuenca procede de agua recargada hace más de 65 años, de modo que el balance moderno está dominado por reservas antiguas, y una sequía prolongada, coincidente con el aumento de la extracción, «complica la atribución de impactos ambientales específicos de origen humano» (Moran et al., 2022, p. 1; traducción propia). Esa misma investigación sostiene que las conceptualizaciones deficientes de estos sistemas han perpetuado tanto la asignación errónea del agua como la atribución errónea de los impactos. El problema reaparece en el plano ecológico, donde la abundancia de flamencos fluctúa a escala regional con el nivel de agua superficial, sin exhibir tendencia temporal, mientras que en el salar de Atacama la minería

se correlaciona negativamente con dos de las tres especies estudiadas (Gutiérrez et al., 2022).

En 28 cuencas con producción activa o proyectada, el cálculo de aportes modernos arroja valores de entre 2 y 33 mm anuales y revela que los modelos hidrológicos de uso corriente sobrestiman de manera sustancial el caudal y la disponibilidad, con lo que producen clasificaciones inexactas de escasez hídrica (Kirshen et al., 2025, p. 3). La modelación del flujo subterráneo introduce una corrección de mayor alcance. La extracción de agua dulce afecta a los humedales entre un 200% y un 2300% más que la de salmuera en un horizonte de 200 años. La observación de la vegetación junto a dos faenas registra, en el mismo sentido, una reducción del 90% de la superficie de humedal vegetado atribuible al uso de agua dulce, sin cambio observable atribuible al uso de salmuera. Esa menor afectación se predica, con todo, de las magnitudes registradas hasta la fecha, y no despeja la cuestión de fondo, dado que los tiempos de residencia del sistema exceden la escala de la observación disponible y la respuesta del acuífero ante una modificación de la recarga tarda en completarse. El flujo de almacenamiento gobernado por densidad magnifica los efectos de la primera y atenúa los de la segunda (Corkran et al., 2025).

Con todo, el margen sur del núcleo de halita recibe recarga contemporánea apreciable, confirmada mediante mediciones de tritio durante episodios de precipitación intensa (Boutt et al., 2016). La evidencia desmiente por igual la imagen de un depósito íntegramente fósil y la de un sistema cuya recarga compense la extracción, dado que la precipitación moderna sostiene los humedales sin alterar el predominio del agua antigua.

La literatura revisada por pares acredita un sistema acoplado que el bombeo altera, que amortigua durante un tiempo la señal de esa alteración y cuyo comportamiento responde de manera simultánea a la extracción y a una sequía prolongada, sin que los instrumentos disponibles permitan separar ambas contribuciones. La indeterminación deriva de propiedades del sistema mismo, a saber: i) tiempos de residencia superiores a la escala de la observación, ii) una capacidad de amortiguación que retrasa la manifestación del efecto y iii) una coincidencia temporal entre el factor climático y el antrópico, y no de una laguna transitoria que la investigación futura vaya a colmar. Toda autorización de extracción se adopta, por tanto, bajo incertidumbre irreducible. Queda planteada una cuestión que la hidrogeología no resuelve con sus propios medios, y es a quién corresponde soportar el costo de esa incertidumbre.

4. Administración discursiva de la incertidumbre en el corpus institucional

El desplazamiento hacia un sistema energético limpio «prevé que impulse un enorme aumento en la demanda» de minerales críticos (AIE, 2021, p. 5; traducción propia), la demanda «continúa creciendo» (AIE, 2024, p. 6; traducción propia) y «está destinada a crecer rápidamente en todos los escenarios» (AIE, 2025, p. 89; traducción propia), enunciados que comparten una modalidad de certeza. La magnitud concreta, en cambio,

varía entre ediciones para el mismo mineral y el mismo horizonte: más de 40 veces hacia 2040 en el Escenario de Desarrollo Sostenible (AIE, 2021, p. 8), 9 veces en el de Cero Emisiones Netas (AIE, 2024, p. 7) y 5 veces en el de Políticas Declaradas (AIE, 2025, p. 89). Y el informe de 2026 prescinde del multiplicador.

La elección de escenario tampoco agota la explicación de esa divergencia, dado que el documento de 2021 admite por sí mismo que la demanda de litio en 2040 podría resultar 13 veces mayor que la actual si las baterías de flujo de vanadio penetran con rapidez, o 51 veces mayor si las de estado sólido se comercializan antes de lo previsto (p. 53). La propia institución revisa además sus resultados de un año a otro y lo consigna: el déficit de suministro de cobre proyectado para 2035 «se ha estrechado de alrededor del 30% en el informe del año pasado al 25%» conforme avanzan nuevos proyectos (AIE, 2026, p. 7; traducción propia).

A esa inestabilidad se añade un desplazamiento del marco: los minerales críticos «se han situado al frente de las agendas de energía, economía y seguridad nacional» (AIE, 2026, p. 6; traducción propia), formulación que desplaza el eje desde la urgencia climática hacia la seguridad geopolítica sin que el imperativo extractivo se altere. La continuidad del suministro permanece, pues, como premisa; lo que cambia es la razón que la justifica.

En ese encuadre, el cobre y el litio resultan «particularmente vulnerables al estrés hídrico dados sus altos requerimientos de agua», y más del 50% de la producción actual de ambos se concentra en zonas de alto estrés (AIE, 2021, p. 12; traducción propia), de suerte que el sujeto vulnerable es la faena, con lo que la relación causal que documenta la hidrogeología comparece permutada. La escasez hídrica se enuncia, en la misma línea, como una de las restricciones más significativas para la expansión minera en América Latina (AIE, 2026, p. 320).

Los efectos socioambientales sí comparecen. La producción y el procesamiento de recursos minerales originan cuestiones que, «si se gestionan mal, pueden dañar a las comunidades locales y perturbar el suministro» (AIE, 2021, p. 12; traducción propia), fórmula que coordina el daño al territorio con la interrupción del abastecimiento y los presenta como males del mismo orden. El informe de 2026 aborda además de manera expresa el caso que aquí interesa, al reconocer que en la extracción de litio desde salmuera «persisten las preocupaciones sobre el agotamiento de aguas subterráneas y los impactos en los ecosistemas», y que la extracción en salares de altura «puede afectar sistemas hídricos interconectados que sostienen la biodiversidad y las comunidades locales» (p. 319; traducción propia).

La misma página convierte la cuestión en una magnitud contable, al cifrar en torno al 70% la porción de la huella hídrica por tonelada de producto que corresponde a la producción de salmuera concentrada en el salar de Atacama, y los remedios que propone son la gestión cuidadosa, el monitoreo mejorado, la inversión en infraestructura, la innovación tecnológica mediante extracción directa y el fortalecimiento de la gobernanza (AIE, 2026,

pp. 319-320). Ninguno contempla la suspensión ni la abstención, de manera que el reconocimiento del daño resulta compatible con la continuidad de la operación, y en esa compatibilidad reside su eficacia. La indeterminación documentada en la sección precedente no comparece en ningún punto del corpus; lo que comparece es una contabilidad determinada allí donde la ciencia declara que la atribución no puede establecerse.

Los responsables públicos tienen, por último, «un papel crucial en estrechar esta incertidumbre» declarando sus ambiciones, operación «vital para reducir los riesgos de inversión y asegurar un flujo adecuado de capital hacia nuevos proyectos» (AIE, 2021, p. 8; traducción propia). Y los enfoques integrales que aseguren la sostenibilidad del uso del agua «reducirán la incertidumbre a nivel de proyecto y fortalecerán la aceptación social de los proyectos mineros en la región» (AIE, 2026, p. 320; traducción propia). La incertidumbre aparece, así, como defecto corregible, y el valor de corregirla reside en el riesgo de inversión y en la licencia social.

Dos regímenes de incertidumbre coexisten entonces sin comunicarse. Uno, el del conocimiento hidrogeológico, reconoce que la atribución causal permanece indeterminada por propiedades del sistema. El otro admite la duda, la cuantifica y la administra, aunque siempre en el plano donde amenaza la continuidad del proyecto. La operación no consiste en negar el daño, extremo que expondría al enunciador a la refutación empírica, sino en convertir una pregunta que la ciencia declara sin respuesta en un problema de gestión con respuesta disponible. Quien decide bajo incertidumbre lo hace, así, sobre una descripción del mundo donde la duda relevante ya fue sustituida por otra que sí admite solución.

5. Distribución jurídica de la carga probatoria en tres ordenamientos

El artículo 7 del Código de Minería chileno excluye al litio de la concesión minera, junto a los hidrocarburos líquidos y gaseosos y a los yacimientos situados en zonas declaradas de importancia para la seguridad nacional con efectos mineros, y el artículo 9 remite su administración a la Comisión Chilena de Energía Nuclear. Los salares donde se concentran la extracción y los proyectos avanzados en los tres países se localizan en la Figura 1. La explotación queda así reservada al Estado y sujeta a contratos especiales o a sociedades con participación estatal, régimen que la Estrategia Nacional del Litio articuló desde 2023 y que el acuerdo suscrito el 31 de mayo de 2024 entre Codelco y la Sociedad Química y Minera de Chile materializó para el salar de Atacama.

En Argentina, en cambio, el dominio originario de los recursos naturales corresponde a las provincias argentinas por mandato constitucional, dado que el artículo 124 dispone en su párrafo final que «corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio». El litio conserva, en consecuencia, la condición de sustancia concesible ordinaria bajo el Código de Minería, y la autorización se resuelve en

sede provincial, mientras el Régimen de Incentivo para Grandes Inversiones incorporado por la Ley 27.742 añade estabilidad normativa de largo plazo a los proyectos que superen los umbrales de inversión previstos.

Bolivia, a su vez, declara al litio y al potasio «elementos estratégicos cuyo desarrollo se realizará por empresas públicas mineras» (Ley 535, art. 26.IV), e incorpora expresamente las salmueras al elenco de minerales industriales comprendidos en la ley (art. 3). La explotación se reserva al actor estatal, sin que el ordenamiento admita para estos elementos la figura del concesionario privado que Argentina conserva ni la asociación con participación mayoritaria pública que Chile ha construido por vía contractual. Los tres esquemas responden a modelos institucionales de industrialización divergentes, cuya comparación ha sido sistematizada por Mosquera et al. (2017).

La Tabla 1 sistematiza los cinco criterios sobre los que se practica la comparación. Sobre la cautela, la Ley 25.675 argentina dispone que, ante peligro de daño grave o irreversible, «la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente» (art. 4), y faculta al juez para disponer «todas las medidas necesarias para ordenar, conducir o probar los hechos dañosos en el proceso» (art. 32). En la Ley 19.300 chilena, el término precautorio no comparece ninguna vez, tampoco en la Ley 1333 boliviana. Ahora bien, el principio argentino habita una ley nacional de presupuestos mínimos mientras la autorización se otorga en sede provincial, de suerte que el nivel que enuncia la cautela difiere de aquel donde se decide sobre el permiso.

Ninguna de las tres leyes marco emplea la expresión carga de la prueba, y la inversión probatoria argentina se deriva por vía interpretativa del principio precautorio y de las facultades judiciales del artículo 32. El umbral de la evaluación ambiental opera, además, sobre efectos previstos: el artículo 11 de la Ley 19.300 somete a Estudio de Impacto Ambiental los proyectos que «generen o presenten a lo menos uno» de los efectos que enumera. Quien solicita la autorización debe describir efectos, y la indeterminación causal que la hidrogeología declara carece de traducción procedimental, puesto que no existe supuesto normativo en el que la imposibilidad de atribuir causalidad opere como impedimento.

La consulta previa, por último, se garantiza en Bolivia a nivel constitucional «respecto a la explotación de los recursos naturales no renovables en el territorio que habitan» los pueblos indígenas (art. 30.II.15) y se desarrolla en el Título VI de la Ley 535; Chile la reglamentó mediante el Decreto Supremo 66 de 2014, cuyo objeto declarado comprende «establecer la oportunidad en que debe hacerse la consulta»; y Argentina carece de reglamentación nacional, de modo que opera mediante protocolos construidos por las propias comunidades. En los tres casos, el procedimiento recae sobre una medida ya formulada, de modo que la participación alcanza al modo de ejecutar la medida y no a la decisión de adoptarla.

Los tres ordenamientos divergen, pues, en aquello que la literatura suele destacar, esto es: i) quién es titular del recurso, ii) qué autoridad concede el permiso y iii) qué grado de reserva estatal se impone; y convergen en aquello que rara vez se examina, dado que ninguno condiciona la autorización a que el estado del conocimiento permita atribuir efectos. La cautela, cuando existe, se enuncia en un plano normativo distinto de aquel donde se resuelve, y la consulta se ejerce cuando la decisión sustantiva ya fue adoptada. Cabe sostener, entonces, que quien habita la cuenca soporta una doble asignación: la de probar el daño en un sistema donde la prueba resulta científicamente inalcanzable, y la de convivir con la operación mientras esa prueba no se produzca. Y ese traslado posee, además, contenido económico. Bajo un régimen de cautela, el costo de la incertidumbre gravaría a quien pretende extraer, en forma de estudios previos, garantías o postergación del permiso. Distribuido como está, lo absorbe la cuenca sin contraprestación, mientras el valor que la operación genera circula hacia los mercados de destino. Lo que se acumula, entonces, es el beneficio de la duda.

Figura 1. Salares altoandinos con extracción o proyectos avanzados de litio en Argentina, Bolivia y Chile



Nota. Las superficies de los salares de Uyuni, Coipasa, Atacama, Punta Negra y Arizaro proceden de la capa de playas de Natural Earth a escala 1:10 000 000; los restantes se representan mediante marcador de localización aproximada, de modo que la figura cumple función ilustrativa y no admite empleo con fines de medición.

Tabla 1. Estatuto jurídico del litio y distribución de la carga probatoria en Chile, Argentina y Bolivia

Criterio	Chile	Argentina	Bolivia
Estatuto del litio	No concesible (Cód. Minería, art. 7)	Concesible ordinario (Cód. Minería)	Elemento estratégico estatal (Ley 535, art. 26.IV)
Estatuto de la salmuera	Sin designación autónoma	Sin designación autónoma	Mineral industrial (Ley 535, art. 3)
Autoridad que autoriza	Estado central	Provincias (Const., art. 124)	Estado central
Principio precautorio en ley marco	Ausente (Ley 19.300)	Consagrado (Ley 25.675, art. 4)	Ausente (Ley 1333)
Consulta previa	Reglamento (D.S. 66/2014)	Sin reglamento nacional	Constitucionalizada (art. 30.II.15)

Elaboración propia a partir de las fuentes normativas citadas.

6. Conclusiones

La pregunta que abrió este trabajo indagaba qué ocurre con la decisión extractiva cuando la ciencia declara que no puede atribuir causalidad. La respuesta que arroja el examen de los salares altoandinos es que la indeterminación no suspende la autorización, sino que se redistribuye.

En primer término, la hidrogeología revisada por pares acredita un sistema acoplado que el bombeo altera de manera verificable y que, a la vez, atenúa la señal de esa alteración hasta consumir un margen físico. A ello se suman tiempos de residencia superiores a la escala de la observación, una sequía prolongada coincidente con el aumento de la extracción y una sobrestimación sistemática de la disponibilidad por parte de los modelos de uso corriente.

El discurso institucional que ordena la demanda global, por su parte, reconoce la afectación hídrica de la extracción en salares de altura, la cuantifica y propone gestionarla, sin que la suspensión figure entre sus remedios. La indeterminación causal que la hidrogeología declara no comparece en ese corpus, donde la duda se enuncia en el plano del riesgo de inversión y de la aceptación social. La proyección de demanda se formula con certeza mientras varía entre ediciones, y la propia institución consigna sus revisiones sin tematizarlas como incertidumbre.

Los ordenamientos examinados, en fin, divergen en el estatuto jurídico del recurso y convergen en que ninguno condiciona la autorización a que el conocimiento disponible permita atribuir efectos. La cautela, donde se enuncia, habita un plano normativo distinto de aquel donde se resuelve el permiso, y la consulta se ejerce sobre una medida ya formulada.

De la propiedad física acreditada se sigue un criterio probatorio que ni la literatura hidrogeológica extrae ni el derecho recoge. En un sistema cuya capacidad de amortiguación absorbe la perturbación hasta agotarse a determinada profundidad, la ausencia de efecto observado carece de valor demostrativo mientras ese margen no se consume. Aguardar la evidencia asegura, en consecuencia, que esta solo aparezca una vez rebasado el umbral, cuando la alteración ya se produjo. La inversión de la carga probatoria encuentra fundamento en una característica del sistema que la propia ciencia describe. Quien pretenda extraer debería acreditar la inocuidad, y no quien habita la cuenca acreditar el daño.

La acumulación verde por legitimación climática nombra ese arreglo, esto es, el proceso por el cual la incertidumbre sobre los efectos se convierte en riesgo distribuible mientras el beneficio de la duda favorece a la operación. Su alcance excede el litio y alcanza a todo sistema ambiental que reúna tiempos largos de residencia, capacidad de amortiguación y señales confundidas entre el factor climático y el antrópico.

Decidir bajo incertidumbre irreducible resulta inevitable. Que el costo de esa incertidumbre recaiga siempre sobre el mismo lado, no lo es.

Referencias

- Agencia Internacional de la Energía (2021). The role of critical minerals in clean energy transitions. AIE. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- Agencia Internacional de la Energía (2024). Global critical minerals outlook 2024. AIE. <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024>
- Agencia Internacional de la Energía (2025). Global critical minerals outlook 2025. AIE. <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025>
- Agencia Internacional de la Energía (2026). Global critical minerals outlook 2026. AIE. <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2026>
- Babidge, S. (2019). Sustaining ignorance: The uncertainties of groundwater and its extraction in the Salar de Atacama, northern Chile. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 25(1), pp. 83-102. <https://doi.org/10.1111/1467-9655.12965>
- Boutt, D. F.; Hynek, S. A.; Munk, L. A. & Corenthal, L. G. (2016). Rapid recharge of fresh water to the halite-hosted brine aquifer of Salar de Atacama, Chile. *Hydrological Processes*, 30(25), pp. 4720-4740. <https://doi.org/10.1002/hyp.10994>
- Bringel, B. & Svampa, M. (2023). Del «Consenso de los Commodities» al «Consenso de la Descarbonización». *Nueva Sociedad*, 306, pp. 51-70.
- Bustos-Gallardo, B.; Bridge, G. & Prieto, M. (2021). Harvesting lithium: Water, brine and the industrial dynamics of production in the Salar de Atacama. *Geoforum*, 119, 177-189. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.01.001>
- Corkran, D. B.; Boutt, D. F.; Munk, L. A.; Moran, B. J.; McKnight, S. V.; Jenckes, J. & Kirshen, A. (2025). Density constrains environmental impacts of fluid abstraction in closed-basin lithium brines. *Water Resources Research*, 61(9). <https://doi.org/10.1029/2024WR039511>
- Entman, R. M. (1993). Framing: Toward clarification of a fractured paradigm. *Journal of Communication*, 43(4), pp. 51-58. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1993.tb01304.x>

Fairclough, N. (1992). *Discourse and social change*. Polity Press.

Fairhead, J.; Leach, M. & Scoones, I. (2012). Green grabbing: A new appropriation of nature? *The Journal of Peasant Studies*, 39(2), pp. 237-261. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.671770>

Foster, J. B. (1999). Marx's theory of metabolic rift: Classical foundations for environmental sociology. *American Journal of Sociology*, 105(2), pp. 366-405. <https://doi.org/10.1086/210315>

Garcés, I. & Álvarez, G. (2020). Water mining and extractivism of the Salar de Atacama, Chile. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 245, pp. 189-199. <https://doi.org/10.2495/EID200181>

Gudynas, E. (2009). Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo: Contextos y demandas bajo el progresismo sudamericano actual. En *Extractivismo, política y sociedad* (pp. 187-225). CAAP y CLAES. <https://biblioteca.hegoa.ehu.es/registros/17745>

Gutiérrez, J. S.; Moore, J. N.; Donnelly, J. P.; Dorador, C.; Navedo, J. G. & Senner, N. R. (2022). Climate change and lithium mining influence flamingo abundance in the Lithium Triangle. *Proceedings of the Royal Society B*, 289(1970), 20212388. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.2388>

Herrera, C.; Urrutia, J.; Godfrey, L.; Jódar, J.; Pereira, M.; Villarroel, C.; Durán, C.; Soto, I.; Lam, E. J. & Gómez, L. (2024). An evaluation of the brine flow in the upper part of the halite nucleus of the Salar de Atacama (Chile) through an isotopic study of $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$. *Water*, 16(18), 2651. <https://doi.org/10.3390/w16182651>

Jasanoff, S. (2004). The idiom of co-production. En S. Jasanoff (Ed.). *States of knowledge: The co-production of science and social order* (pp. 1-12). Routledge.

Kirshen, A. B.; Moran, B. J.; Munk, L. A.; Russo, A. A.; McKnight, S. V.; Jenckes, J.; Corkran, D. B.; Bresee, M. & Boutt, D. F. (2025). Freshwater inflows to closed basins of the Andean plateau in Chile, Argentina, and Bolivia. *Communications Earth & Environment*, 6, 177. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02130-6>

Marazuela, M. A.; Vázquez-Suñé, E.; Custodio, E.; Palma, T.; García-Gil, A. & Ayora, C. (2018). 3D mapping, hydrodynamics and modelling of the freshwater-brine mixing zone in salt flats similar to the Salar de Atacama (Chile). *Journal of Hydrology*, 561, 223-235. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.04.010>

Marazuela, M. A.; Vázquez-Suñé, E.; Ayora, C.; García-Gil, A. & Palma, T. (2019a). Hydrodynamics of salt flat basins: The Salar de Atacama example. *Science of the Total Environment*, 651, pp. 668-683. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.190>

Marazuela, M. A.; Vázquez-Suñé, E.; Ayora, C.; García-Gil, A. & Palma, T. (2019b). The effect of brine pumping on the natural hydrodynamics of the Salar de Atacama: The damping capacity of salt flats. *Science of the Total Environment*, 654, pp. 1118-1131. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.196>

McGoey, L. (2012). Strategic unknowns: Towards a sociology of ignorance. *Economy and Society*, 41(1), pp. 1-16. <https://doi.org/10.1080/03085147.2011.637330>

McKnight, S. V.; Boutt, D. F. & Munk, L. A. (2021). Impact of Hydrostratigraphic Continuity on Brine-to-Freshwater Interface Dynamics: Implications From a Two-Dimensional Parametric Study in an Arid and Endorheic Basin. *Water Resources Research*, 57(4), e2020WR028302. <https://doi.org/10.1029/2020WR028302>

Moran, B. J.; Boutt, D. F.; McKnight, S. V.; Jenckes, J.; Munk, L. A.; Corkran, D. & Kirshen, A. (2022). Relic groundwater and prolonged drought confound interpretations of water sustainability and lithium extraction in arid lands. *Earth's Future*, 10(7), e2021EF002555. <https://doi.org/10.1029/2021EF002555>

Mosquera, M.; Murúa, C. & Luna, G. (2017). *El triángulo del litio en Argentina, Bolivia y Chile: Una comparación de modelos de explotación en escenarios alternativos*. Proceedings del Congreso Internacional CLADEA 2017. <https://cladea.org/wp-content/uploads/2022/01/364Cesar-Murua-Mariano-Mosquera-and-Gaston-Luna-El-triangulo-del-litio-en-Argentina-Bolivia-y-Chile.pdf>

Munk, L. A.; Boutt, D. F.; Moran, B. J.; McKnight, S. V. & Jenckes, J. (2021). Hydrogeologic and geochemical distinctions in freshwater-brine systems of an Andean salar. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 22(3), e2020GC009345. <https://doi.org/10.1029/2020GC009345>

Proctor, R. N. (2008). Agnotology: A missing term to describe the cultural production of ignorance (and its study). En R. N. Proctor y L. Schiebinger (Eds.). *Agnotology: The making and unmaking of ignorance* (pp. 1-33). Stanford University Press.

Riofrancos, T. (2023). The security–sustainability nexus: Lithium onshoring in the Global North. *Global Environmental Politics*, 23(1), pp. 20-41. https://doi.org/10.1162/glep_a_00668

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, pp. 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

Sultana, F. (2022). The unbearable heaviness of climate coloniality. *Political Geography*, 99, 102638. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2022.102638>

United States Geological Survey (2025). *Mineral commodity summaries 2025: Lithium*. USGS. <https://doi.org/10.3133/mcs2025>

United States Geological Survey (2026). *Mineral commodity summaries 2026: Lithium*. USGS. <https://doi.org/10.3133/mcs2026>

van Dijk, T. A. (1993). Principles of critical discourse analysis. *Discourse & Society*, 4(2), pp. 249-283. <https://doi.org/10.1177/0957926593004002006>

van Pampus, M.; Hogenboom, B.; Hoorn, C. & Seijmonsbergen, A. C. (2023). Uncertainties in the debate on the environmental impact of lithium brine extraction in the Salar de Atacama, Chile. *Evolving Earth*, 1, 100024. <https://doi.org/10.1016/j.eve.2023.100024>

Voskoboynik, D. M. & Andreucci, D. (2022). Greening extractivism: Environmental discourses and resource governance in the «Lithium Triangle». *Environment and Planning E: Nature and Space*, 5(2), pp. 787-809. <https://doi.org/10.1177/25148486211006345>

Fuentes normativas

Argentina. Constitución de la Nación Argentina (1994). Ley 24.430. Boletín Oficial, 10 de enero de 1995. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-24430-804/texto>

Argentina. Ley 25.675, General del Ambiente (2002). Boletín Oficial, 28 de noviembre de 2002. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25675-79980/texto>

Argentina. Ley 27.742, de Bases y Puntos de Partida para la Libertad de los Argentinos (2024). Boletín Oficial, 8 de julio de 2024. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/norma-401266>

Argentina. Código de Minería. Ley 1919 y modificatorias. Boletín Oficial, 25 de noviembre de 1886. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-1919-43797/actualizacion>

Bolivia. Constitución Política del Estado Plurinacional (2009). Gaceta Oficial, 7 de febrero de 2009. https://www.oas.org/dil/esp/constitucion_bolivia.pdf

Bolivia. Ley 1333, del Medio Ambiente (1992). Gaceta Oficial, 27 de abril de 1992. https://sea.gob.bo/digesto/CompendioII/N/129_L_1333_01.pdf

Bolivia. Ley 535, de Minería y Metalurgia (2014). Gaceta Oficial, 28 de mayo de 2014. <https://www.autoridadminera.gob.bo/wp-content/uploads/2025/11/Ley-535-de-minería-y-metalurgia.pdf>

Chile. Ley 18.248, Código de Minería (1983). Diario Oficial, 14 de octubre de 1983. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=29668>

Chile. Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1994). Diario Oficial, 9 de marzo de 1994. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667>

Chile. Decreto Supremo 66, Reglamento del procedimiento de consulta indígena (2014). Diario Oficial, 4 de marzo de 2014. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1059961>

Fuente cartográfica

Natural Earth (2026). Admin 0 -- Countries (1:50m y 1:110m), Admin 1 -- States and provinces (1:50m), Playas (1:10m) [Conjuntos de datos vectoriales de dominio público]. <https://www.naturalearthdata.com>

Declaración de uso de herramientas de IA

En la preparación de este trabajo se empleó una herramienta de inteligencia artificial generativa (Claude Opus 4.8, de Anthropic) con una función exclusivamente lingüística: la revisión y el pulido del estilo de la redacción en español, esto es, la corrección gramatical, la cohesión sintáctica y la precisión léxica. La concepción del objeto de estudio, el diseño del marco teórico, el análisis e interpretación de las fuentes, la construcción de la argumentación y la elaboración de las conclusiones corresponden de manera exclusiva al autor. La herramienta no generó ideas, interpretaciones ni contenidos analíticos, ni intervino en la selección bibliográfica ni en la atribución de fuentes. Todo resultado derivado de su uso fue supervisado, contrastado y, cuando procedió, corregido por el autor, quien asume la entera responsabilidad sobre el contenido y la versión final del manuscrito.

Declaración de posibles conflictos de intereses

El autor declara que no tiene conflicto de intereses.

Andherson J. Aguirre-Lanegra

Investigador Nivel VII calificado en el Registro Nacional Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (RENACYT), del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica del Perú, adscrito al área de Derecho. Es autor de artículos publicados en revistas especializadas de distintos países de Iberoamérica, centrados en el derecho digital, la bioética, la filosofía del derecho y la regulación de tecnologías emergentes. Ejerce funciones de revisor en las revistas *Persona y Bioética*, *Sexuality & Culture*, *Direito e Sexualidade* y *Derecho Global*.

Correo: U26323368@utp.edu.pe

Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente.

N° 18 julio – diciembre 2026. E-ISSN: 2709 – 3689

Cómo citar: Aguirre-Lanegra, A. J. (2026). La ignorancia como permiso para la extracción de litio de los salares altoandinos de Argentina, Bolivia y Chile. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (18), A-022. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202602.A022>

