

El rol de la diplomacia científica de Chile como socio de desarrollo de ASEAN: oportunidades para el posicionamiento del país como puente hacia el Sudeste Asiático*

The role of Chile's science diplomacy as an ASEAN development partner: opportunities for the country's positioning as a bridge to Southeast Asia

Nicole Jenne**
Gonzalo Martínez***
Bárbara Silva****
Lucía Villar-Muñoz*****

RESUMEN

Este estudio examina el potencial de la diplomacia científica de Chile con los países miembros de la Asociación de Naciones del

-
- * Este proyecto fue financiado por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile, Concurso para el Desarrollo de Estudios de Política Exterior 2024 (Resolución 1844). Las opiniones presentadas en esta publicación, incluyendo los análisis e interpretaciones, son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la opinión del Ministerio de Relaciones Exteriores. Agradecemos además el apoyo financiero por ANID, Programa Fondecyt Regular No. 1240398.
- ** Instituto de Ciencia Política y Centro de Estudios Asiáticos, Pontificia Universidad Católica de Chile. Cientista Político, doctora (PhD) en Ciencia Política. njenne@uc.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7114-3146>.
- *** Estudiante de doctorado en Ciencia Política, Pontificia Universidad Católica de Chile. Maestría en Cooperación Internacional y Políticas Públicas para la Agenda 2030, Universidad Complutense de Madrid y Cientista Político, Universidad Alberto Hurtado gmartinezv@estudiante.uc.cl. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7025-4831>
- **** Pontificia Universidad Católica de Chile. Historiadora, doctora (PhD) en Historia, Pontificia Universidad Católica de Chile, bsilvaa@uc.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9234-4198>
- ***** Departamento de Geofísica, Universidad de Chile. Oceanógrafa, doctora (PhD) en Geociencias Marinas, Universidad de Chile, lucia.villar@uchile.cl. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2711-3605>
- Recibido: 15 de diciembre de 2024. Aceptado: 5 de marzo de 2025.*

Sudeste Asiático (ASEAN), analizando las oportunidades para posicionar al país como puente entre el Sudeste Asiático y América Latina. Con base en una metodología cualitativa e interdisciplinar, incorporando análisis documental y entrevistas semiestructuradas, el estudio evalúa dos de los laboratorios naturales emblemáticos de Chile: la astronomía y el océano. Al observar su trayectoria histórica, sostenemos que la astronomía constituye un modelo exitoso de colaboración científica internacional que debe informar estrategias diplomáticas más amplias. El análisis de los recursos marinos revela oportunidades significativas donde se ofrecen ventajas únicas para la cooperación científica internacional, particularmente, en el abordaje de desafíos cruciales como la transición energética, la mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad marina. El estudio concluye que la diplomacia científica representa un instrumento viable para profundizar las relaciones Chile-ASEAN, aunque persisten desafíos relacionados con restricciones presupuestarias, distancia geográfica y desarrollo del marco institucional.

Palabras Clave: Diplomacia científica – Chile – ASEAN – Astronomía – Océano.

ABSTRACT

This study examines the potential of Chile's science diplomacy to forge stronger relations with the member countries of the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN), analysing opportunities to position the country as a bridge between Southeast Asia and Latin America. Based on an interdisciplinary, qualitative methodology, incorporating documentary analysis and semi-structured interviews, the study evaluates two of Chile's emblematic natural laboratories: the skies (astronomy) and the ocean (marine sciences). Looking at its historical trajectory, we argue that astronomy constitutes a successful model of international scientific collaboration that should inform broader diplomatic strategies. The analysis of Chile's marine resources reveals significant opportunities given that this area offers unique advantages for international scientific cooperation, particularly in addressing crucial challenges such as energy transition, climate change mitigation and marine biodiversity conservation. The study concludes that science diplomacy represents a viable instrument for deepening Chile-ASEAN

relations, although challenges related to budgetary constraints, geographical distance and the development of the institutional framework remain.

Keywords: Science diplomacy – Chile – ASEAN – Astronomy – Ocean.

INTRODUCCIÓN

Debido a su condición ribereña, Chile está constituido al alero de la relación con el mar. Su condición natural ha dado lugar a una vocación oceánica y activa noción hacia la Cuenca del Pacífico, donde ASEAN, con una población que supera los 670 millones de habitantes, representa la quinta economía más grande del mundo con un PIB de US \$3.810 miles de millones. La relación entre Chile y ASEAN ha crecido en las últimas décadas, impulsada principalmente por acuerdos económicos bilaterales con seis de los diez países miembros de la Asociación (Wilhelmy, 2023). En 2019, la vinculación de Chile como Socio de Desarrollo de ASEAN constituyó un hito en cuanto institucionalizó el compromiso de las partes de avanzar en una agenda más amplia de creación de capacidades y cooperación al desarrollo, la que se llevaría a cabo a través de Planes de Acción en una variedad de temáticas.

Sin embargo, la incidencia internacional de la política exterior chilena en el Sudeste Asiático no ha dejado de enfrentar desafíos para una

vinculación consistente, debido a la fragilidad de una infraestructura que le permita a Chile conectarse con efectividad. Dado su estatus como país mediano con una proyección limitada en el sistema internacional, una estrategia de vinculación debe idearse en un ámbito específico, no convencional, que permita articular las relaciones desde un relacionamiento útil y significativo (Jenne, 2020). Tal podría ser el caso de los llamados laboratorios naturales de Chile, en particular, la astronomía y el océano, que se sitúan más allá de las relaciones comerciales. En razón de lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo examinar las posibilidades de potenciar la diplomacia científica desde Chile para la cooperación en I+D+i con los países de ASEAN que posicionen a Chile como país-puente, con énfasis en las ventajas comparativas de dos laboratorios naturales de Chile, la astronomía y el océano.

A fin de evaluar las posibilidades para fortalecer las relaciones Chile-ASEAN mediante la diplomacia científica, el estudio define esta de forma

amplia como práctica y campo en el que convergen las ciencias y las relaciones internacionales (Kaltofen y Acuto, 2018, p. 9). Se conceptualiza la relación entre Chile y ASEAN como asociación entre socios *like-minded*, de ideas afines, en cuanto persiguen “agendas flexibles, centradas en temáticas emergentes y de mutuo beneficio para las partes, cuya construcción requiere esfuerzos sostenidos y la articulación de alianzas innovadoras” (Bywaters, Domínguez, y García, 2016). Por un lado, esta conceptualización pone en relieve que la relación entre países *like-minded* no se orienta ni por un conjunto de valores definidos a priori ni por consideraciones de rivalidad geopolítica, como las que influyen hoy de forma significativa, sobre todo, en las políticas internacionales en el contexto asiático.

Por otro lado, la conceptualización de socios *like-minded* da cuenta del tipo de las relaciones que se requiere construir, al enfatizar la continuidad y la relevancia de alianzas innovadoras. Esto resuena con la idea de Chile como país puente entre América Latina y Asia Pacífico, que se institucionalizó como estrategia diplomática en el gobierno del presidente Eduardo Frei Ruiz-Tagle (1994–2000). La imagen de puente ha sido enmarcada principalmente en términos económicos, donde la facilidad del comercio internacional en Chile promovería los flujos económicos entre Asia

y América Latina mediante la gran cantidad de sus acuerdos económico-comerciales, y ha sido reconocida en estos términos en el discurso por parte de ASEAN. No obstante, hay un amplio consenso entre actores relevantes en Chile sobre el potencial del país como constructor de puentes. A escala interregional excede lo puramente económico, lo que constituiría una base más sólida para anclar las relaciones con ASEAN y, en su defecto, con otros países asiáticos, considerando fluctuaciones económicas que pueden afectar a ambas partes.

El artículo se estructura en cuatro partes. En primer lugar, se proporcionará el contexto político de las relaciones Chile–ASEAN. Luego de describir la metodología empleada, se procederá, en la tercera sección, con el análisis de las oportunidades para la diplomacia científica en relación a los laboratorios naturales de la astronomía y el océano. Se presentará el caso de la astronomía a partir de una perspectiva histórica que articula una experiencia de diplomacia científica a partir de la cual es posible extraer aprendizajes. La mención a la astronomía es funcional para desprender conclusiones aplicables a otros ámbitos científicos, como los océanos. Para el caso del océano, se extiende su análisis con el objetivo de describir las ventajas comparativas del territorio chileno y destacar los intereses específicos por parte de los países ASEAN.

El artículo concluye con una reflexión acerca de los desafíos para promover la diplomacia científica entre Chile y ASEAN, proporcionando recomendaciones prácticas para una estrategia de

política exterior de Chile que potencie la inserción de país-puente hacia los países *like-minded* de ASEAN.

LAS RELACIONES ENTRE CHILE Y ASEAN Y LA IDEA DE PAÍS PUENTE

La relación entre Chile y ASEAN y sus países miembros se ha estrechado gradualmente durante las últimas décadas impulsada por intereses económicos y comerciales. Para promover y consolidar estas relaciones, se ha identificado la necesidad de complementar las políticas económicas con un acercamiento estratégico en diversos ámbitos, entre ellos, investigación, desarrollo e innovación.

El acercamiento a Asia Pacífico y, en particular, ASEAN, surgió en los años 1970 con el establecimiento de varias representaciones diplomáticas de Chile en la región (Muñoz, 1986, pp. 226–229). Durante el régimen militar, en gran medida aislado por los países democráticos, se empezó a acuñar la noción que Chile debiese establecerse como un “puente” entre Latino América y el Asia Pacífico (Rodríguez, 2006, p. 132–133). El periodo de la post-Guerra Fría proporcionó nuevas oportunidades para hacer realidad esta idea a través de las políticas del regionalismo abierto, la promoción de la integración económica regional

sin discriminar a economías extra-regionales, que dominaron los regionalismos tanto en América Latina como Asia Pacífico durante los años 1990. La integración y liberalización comercial que Chile evidenció, derivó en una apertura más diversificada de la economía, posicionando al país como representante del regionalismo abierto hacia actores extra-regionales. En este contexto, como país puente, “el papel de Chile [era] integrar al resto de los países a los beneficios de los acuerdos de libre comercio” (Rodríguez, 2006, p. 97).

En parte debido a la profundización de las relaciones económicas-comerciales, en parte en paralelo a ello, se dio a entender en los círculos políticos chilenos que un mayor acercamiento dependiera de una relación más estratégica englobando otros temas de interés común en la agenda. Así, en 2016, se adoptó en la Tercera Reunión Ministerial Alianza del Pacífico–ASEAN un “Marco de Trabajo para la Cooperación” a fin de establecer la relación formal entre los dos

bloques económicos. Entre los sectores definidos como prioritarios para la cooperación en la agenda 2021–2025 se encuentra la ciencia, tecnología e innovación.

El mismo año 2016 fue aceptada la solicitud de Chile para adherirse al Tratado de Amistad y Cooperación (TAC) de ASEAN, sentando las bases para su posterior asociación como socio de desarrollo. La solicitud de Chile de formar parte de la Asociación Económica Integral Regional (RCEP) en junio de 2024 marcó otro hito en el relacionamiento económico-comercial con ASEAN, que es parte del acuerdo más grande del mundo al representar casi un tercio de la población mundial y el 29% del Producto Interno Bruto global.

Las Áreas de Cooperación Práctica definidas para implementar medidas en el marco de la cooperación para el desarrollo Chile–ASEAN (periodo 2021–2025, con extensión hasta el 2026) son amplias en cuanto comprenden 26 ítems, entre los cuales se vinculan seis de forma directa con las temáticas del

presente estudio: recursos marítimos; cooperación en minerales; ciencia, tecnología e innovación (todos bajo el pilar de cooperación económica), medio ambiente y cambio climático (bajo el pilar cooperación socio-cultural), además de consumo y producción sustentables y desarrollo sustentable (cooperación transversal).

Aparte del vínculo transpacífico, la condición de país puente requiere que Chile sea capaz de proyectarse hacia la región latinoamericana como actor clave en la relación con el Sudeste Asiático. Eso se ha vuelto más difícil en un contexto donde la cooperación regional ha sufrido importantes reveses. Sin embargo, en el plano multilateral, la Alianza del Pacífico ofrece una plataforma para el intercambio y la colaboración con Colombia, México y Perú. Bilateralmente, Chile cuenta con múltiples y variados canales para promover y ampliar la cooperación científica con países de la región. Estos canales podrían articularse con las amplias redes de las universidades y centros de investigación existentes del país.

METODOLOGÍA

A fin de analizar las oportunidades y desafíos en diplomacia científica entre Chile y ASEAN, la presente investigación se centró en ASEAN como institución regional además de seis países

miembros: Filipinas, Indonesia, Malasia, Singapur, Tailandia y Vietnam. El enfoque en los países miembros se justifica por el carácter intergubernamental de ASEAN, donde los avances colectivos

dependen en gran medida de los intereses e iniciativas de los países miembros, que representan capacidades de I+D+i muy dispares (Dobrzanski y Bobowski, 2020). Los seis países miembros fueron elegidos en función de la profundidad de las relaciones políticas, económicas y sociales que han mantenido con Chile, además de su peso económico dentro de ASEAN.

En lo que refiere a la diplomacia científica, el estudio se centra en dos de los llamados “laboratorios naturales” de Chile: la astronomía y el océano. En términos generales, un laboratorio natural se define como:

Un lugar con características geográficas únicas (o difícilmente replicables) que permite las ventajas comparativas para el desarrollo de la ciencia y la tecnología a escala global. Los laboratorios naturales han recibido creciente atención en economías emergentes por su potencial para permitir trabajo científico y tecnológico único y atraer atención global, que podría ser aprovechada para un progreso social y económico más amplio. (Guridi, Pertuze y Pfothenauer, 2020)

De este modo, el laboratorio natural se comprende como un conector entre Chile y el resto del mundo, específicamente en el área de investigación científica.

En términos de laboratorios naturales, la astronomía es reconocida como una actividad científica de intensa colaboración internacional en Chile. En parte, esto se debe a la relevancia de la astronomía realizada desde suelo chileno para la comunidad científica internacional, en tanto la proyección es que, cuando estén listos los mega telescopios en construcción, alrededor de un 70% de la observación astronómica realizada desde la Tierra se hará desde Chile (Catanzaro, Miranda, Palmer y Bajak, 2014, pp. 204-206). Dada la trayectoria histórica recorrida por la astronomía en Chile en relación con su dimensión internacional, esta puede ofrecer oportunidades de aprendizaje que se apliquen con ASEAN e incluso a otros campos científicos. Uno de esos posibles campos es el océano, que abarca una gama de asuntos específicos más amplia que el área de la astronomía.

La elección de estos dos ámbitos –astronomía y oceanografía– responde a las ventajas comparativas de Chile en tanto a laboratorios naturales, con condiciones sobresalientes para la producción científica en estos campos. Sin embargo, ambos han tenido experiencias de desarrollo disímiles, que permiten articular experiencias y potenciales aprendizajes entre ellos. Ello, a su vez, se integra a las posibilidades de vinculación con ASEAN, en especial en cuanto al océano.

esta información con datos actualizados y experiencias personales, se realizaron siete entrevistas semi-estructuradas para obtener información actualizada tanto con representantes del servicio público de Chile como también con representantes y conocedores de diferentes países de ASEAN.

Chile y ASEAN: oportunidades para la diplomacia científica

La diplomacia científica es tanto una práctica como también un campo en el cual convergen las ciencias con las relaciones internacionales (Kaltofen y Acuto, 2018, p. 9). Para fines de este estudio, se entiende de una forma amplia que contempla que los acuerdos relativos se pueden crear desde los estados hacia las prácticas científicas y viceversa. Por otra parte, reconocemos que las definiciones de la diplomacia científica que buscan diferenciar claramente los objetivos científicos y diplomáticos (The Royal Society, 2010, p. vi) reflejan una separación analítica con poca aplicación práctica, ya que la despolitización completa de las interacciones internacionales es un ideal más que una realidad.

La diplomacia científica incluye la cooperación científica internacional, pero va más allá de ella. Mientras que esta última, generalmente, refiere a las relaciones circunscritas a actores científicos, la diplomacia científica integra actores científicos y políticos, tanto en términos gubernamentales, como vinculados a organizaciones nacionales e

internacionales, ONGs, instancias académicas, así como actores asociados a aspectos técnicos o bien a comunidades locales. Si bien existe una relativa superposición conceptual de ambos términos, la diplomacia científica tiende a integrar más dimensiones –políticas, estratégicas, comunitarias, diplomáticas– que la cooperación, usualmente centrada en el marco de la investigación científica (Flink y Rüffin, 2019).

En este sentido, el campo de la diplomacia científica en la actualidad busca superar la definición triple hecha hace ya quince años por el reporte conjunto de la AAAS y la Royal Society, de estructurarse en: ciencia para la diplomacia, diplomacia para la ciencia, o ciencia en la diplomacia (The Royal Society, 2010). En efecto, la diplomacia científica busca comprender las múltiples relaciones entre la dimensión científica y política de las sociedades, y no circunscribirse a la funcionalidad de un ámbito a otro.

Con base en esta conceptualización de la diplomacia científica, que da cuenta del amplio abanico de actores involucrados más allá de los representantes estatales, esta sección identifica las oportunidades y desafíos para la diplomacia científica como instrumento para fortalecer la posición de Chile como puente para los países miembros de ASEAN. En primer lugar, se analiza la lógica política de ASEAN para promover la cooperación internacional, la cual debiese ser el punto de partida para definir el rol de Chile como socio

de desarrollo. Los dos apartados que siguen profundizan en los laboratorios naturales analizados, la astronomía y el océano. Dado el vasto conocimiento ya documentado en Chile sobre la astronomía como caso emblemático de la diplomacia científica, se analiza esta área bajo la perspectiva de qué conclusiones pueden extraerse de esta experiencia que sean aplicables a otros ámbitos. Respecto al océano, se identifican las ventajas comparativas y únicas que posee el territorio marítimo de Chile para hacer ciencia de excelencia. Además, se destacan los beneficios que puede tener para los países de ASEAN esta base de estudio en lo concreto y más allá de las razones políticas descritas a continuación.

ASEAN: motivaciones políticas para la cooperación internacional

Para constituirse como socio significativo de ASEAN, es importante que Chile conozca las motivaciones políticas de los países del Sudeste Asiático detrás de su activa búsqueda de cooperación internacional y las tome en cuenta al momento de posicionarse como socio de desarrollo. En este sentido, Chile puede proyectarse como promotor de la cooperación científica en apoyo a la construcción de confianzas y colaboración en el Sudeste Asiático y el Indo-Pacífico en general.

La búsqueda de unidad entre los países miembros de ASEAN ha sido una constante desde que la organización

fue creada en 1967 (Leifer, 1999, pp. 25-38). ASEAN es visto como ejemplo exitoso de cooperación regional, dada su longevidad y sobrevivencia a pesar de diversos cambios fundamentales tanto en el sistema internacional como también el escenario sociopolítico regional (Acharya, 2001). El principal motor aglutinador que explica el compromiso político de los países miembros con la organización es la necesidad percibida de unirse para garantizar la autonomía e independencia de los estados miembros frente a la influencia de potencias regionales y globales, para así permitir el desarrollo socioeconómico nacional (Ba, 2009; Jones y Jenne, 2016, y Natalegawa, 2018). Esta convicción fundamental se refleja en el emblema de ASEAN, una colección de tallos de arroz, individualmente vulnerables, pero estables en conjunto. Sin embargo, a pesar de la cooperación extremadamente activa en los diversos niveles de ASEAN, es ampliamente reconocido que persisten diferentes grados de desconfianza y celos entre los países miembros que siguen dificultando la realización de una organización unida y fuerte (Chang, 2016; Glas, 2017; Jenne, 2021).

La creciente competencia entre Estados Unidos y China, sobre todo, en los últimos 15 a 20 años, ha sido el mayor desafío para ASEAN desde su ampliación luego del término de la Guerra Fría. Cada vez más, se plantea la pregunta sobre si ASEAN es capaz de resistir las presiones de las grandes potencias sobre los miembros y mantener una

posición unida e independiente (Sim, 2024). Aunque hasta el momento los países miembros se han mantenido fiel al discurso de que ASEAN debe mantener su centralidad en el escenario del Indo-Pacífico (ASEAN, 2019), las dificultades de mantener la unidad son palpables, sobre todo, en relación con asuntos controversiales como lo son los conflictos en el Mar de China del Sur, el crimen organizado transnacional, la agresión rusa contra Ucrania, entre otros.

Este escenario crea dos oportunidades para Chile como socio de desarrollo. En primer lugar, para ASEAN los socios internacionales pueden jugar un rol en promover la unidad entre los países miembros. En este sentido, un tercer actor promueve una agenda de colaboración que deja de lado las diferencias entre los respectivos países miembros. En segundo lugar, Chile puede jugar un rol en promover una agenda de colaboración en el Indo-Pacífico en un sentido más amplio. ASEAN ha promovido lo que se ha denominado una política de “*enmeshment*”, de involucrar a la mayor cantidad de actores en la región para diluir los asuntos conflictivos y de tensión (Goh, 2008, pp. 113–157). Sobre todo, en el ámbito marítimo, donde los conflictos sobre soberanía y áreas de jurisdicción en el Mar de China Meridional han tendido a definir las agendas políticas, se ha buscado diversificar los asuntos a tratar en conjunto. Chile, sin prioridades político-estratégicas en

esta área y sin una historia de conflicto armado con alguno de los países asiáticos, está bien posicionado para desempeñar el papel de socio externo que promueve la colaboración. Una de las posibles áreas de colaboración podría articularse en torno a la diplomacia científica aplicada al océano, o bien a ciertas posibilidades astronómicas, en tanto esta experiencia con ASEAN permite la apertura hacia aquella multiplicidad de relaciones que fundamentan la diplomacia científica actual.

Laboratorio natural astronomía

Los inicios de la astronomía internacional en Chile se sitúan en la década de 1960, con la llegada de tres grupos internacionales, de manera simultánea. Hacia finales de los años 1950, existía consenso generalizado en que la astronomía necesitaba más información sobre el hemisferio celeste austral. En comparación con el hemisferio norte, los cielos del hemisferio sur permanecían relativamente desconocidos y solo desde ahí se podían estudiar fenómenos de alto interés astronómico en ese momento, como las Nubes de Magallanes, el centro galáctico de Sagitario, o el centro de la Vía Láctea.

Uno de los modos de comenzar a comprender la diplomacia científica en torno a Chile es a partir de uno de sus casos emblemáticos: la astronomía. Es relevante enfatizar que este no es un campo relacional actual, sino que tiene

una experiencia que es útil de examinar, con el objetivo de observar acciones concretas de diplomacia científica en el pasado, y poder proyectarlas en otros campos.

El momento histórico de la astronomía internacional no es casual: se trata de los años de la Guerra Fría, periodo en el cual la astronomía se expandió significativamente, por una parte, debido al desarrollo tecnológico de la intensa competencia entre las grandes potencias y, por otra, por las articulaciones políticas que se produjeron en ese entonces.

Para efectos de este artículo, se señalan algunos aspectos históricos claves que se desprenden a partir del caso de la astronomía internacional en Chile, como un caso emblemático de diplomacia científica.

Exploraciones iniciales

En 1959, Jürgen Stock, astrónomo alemán contratado por el Observatorio Yerkes, asociado a la Universidad de Chicago, llegó a Chile para realizar las primeras evaluaciones de sitios o site testing, con el propósito de construir un observatorio astronómico en el hemisferio sur (Meeting of Ad Hoc Committee on Astronomy in South America, 2019). Poco tiempo después, AURA (Association of Universities for Research of Astronomy), una organización privada de Estados Unidos, pero que buscó financiamiento en NSF

(National Science Foundation) tomó el liderazgo del proyecto. En 1962, después de casi tres años y una serie de acuciosas exploraciones, Stock recomendó la construcción del observatorio de AURA en Cerro Tololo (Kuiper, 1962).

Unos años antes, en 1954, un grupo de astrónomos de Europa Occidental formaron un acuerdo conjunto con el objetivo de establecer un observatorio en el hemisferio austral (ESO, 1954). Su intención explícita era hacerlo en Sudáfrica, lugar en que contaban con la experiencia en astronomía de Reino Unido, y que operativamente reduciría costos por las distancias de viaje. Los astrónomos de ESO estaban en conocimiento de las labores de Stock en Chile, y si bien al comienzo no mostraron interés, en 1962 cambiaron de planes y viajaron a Chile con la intención de construir su observatorio astronómico.

Acuerdos

Es preciso destacar la permanencia de los actores internacionales, en base a los acuerdos y negociaciones a los que llegaron con Chile. Sin embargo, no hay que olvidar la experiencia previa del país como anfitrión de observatorios, aun cuando estos habían sido concebidos como estaciones relativamente temporales, que jugó un rol en establecer confianzas de que estas operaciones podían ser exitosas. Específicamente, Chile contó con dos experiencias relevantes de observatorios: uno fue el Observatorio Astronómico

Nacional (OAN), construido a mediados del siglo XIX. A mediados del siglo XX el OAN dependía administrativamente de la Universidad de Chile (Sanhueza, Valderrama, Meier y Soto, 2020, pp. 1-11). El otro era el Observatorio Manuel Foster, que había sido la estación austral del Observatorio Lick de California, construido a comienzos del siglo XX y bajo la administración de la Universidad Católica desde 1929 (Silva, 2019). Para la década de 1960, el OAN estaba en funcionamiento y el Foster en operaciones relativas. Ambos observatorios no contaban con tecnología de vanguardia y apenas habían astrónomos que se hicieran cargo de sus respectivos trabajos.

La Universidad de Chile estableció acuerdos tempranamente con el grupo proveniente de Estados Unidos. En 1961 la Universidad de Chile firmó el primer acuerdo con AURA, en el que se establecía que astrónomos tanto de Estados Unidos como de Latinoamérica tendrían acceso al observatorio. En concreto, se estableció la reserva del 10% del tiempo de observación a astrónomos chilenos. Es interesante notar que aún no existía una capacidad instalada de astrónomos chilenos que pudiese llegar a utilizar ese 10%; tampoco existían estudios formales en astronomía como carrera.

Por su parte, el grupo europeo, al ser una organización en base a un tratado internacional, estableció

conversaciones con el Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile, y llegaron a la firma de su primer acuerdo en 1964 (BCN, 1964). El precedente para este acuerdo fue la convención de CEPAL, de 1953, en base a lo cual los europeos involucrados en ESO y su observatorio en construcción, La Silla, gozarían de los mismos privilegios y prerrogativas establecidas allí (BCN, 1964). El trabajo de dicho acuerdo implicó entregar beneficios diplomáticos a los trabajadores de ESO.

Al mismo tiempo, los norteamericanos de AURA negociaron exención de impuestos, dada la magnitud y volumen de sus instrumentos. Los acuerdos establecidos entre distintas reparticiones del gobierno chileno con los equipos extranjeros resultaron en cierta reciprocidad de los beneficios y garantías entregados a unos y otros.

A finales de los años 1960 Carnegie Institution se sumó a este panorama astronómico, que inició la construcción del observatorio Las Campanas, y al cual aplicaron las mismas condiciones negociadas previamente por sus pares. Años más tarde, los observatorios nacionales iniciaron sus planes de expansión. En los años 1980, ESO comenzó a evaluar la construcción de otro observatorio más al norte: Paranal, en las cercanías de Antofagasta. Por su parte, AURA continuó desarrollándose en la zona de Tololo, con diversos observatorios y cuerdos específicos,

como Gemini, NOIR-Lab, y más recientemente, Vera Rubin. A esto se suma el enorme proyecto ALMA, que comenzó a negociarse en los años 1990 y que vio la primera luz en 2013. Todos los proyectos mencionados tomaron como referencia y base los acuerdos establecidos en los años 1960, iniciados por AURA y ESO, con las contrapartes de la Universidad de Chile y el Ministerio de Relaciones Exteriores.

Claves a partir de la experiencia en astronomía

Los acuerdos internacionales se discutieron en un momento de interés científico evidente, que era la necesidad de observación astronómica del hemisferio sur. El lugar para ello no tenía que ser necesariamente Chile, en tanto localidades tanto en Sudáfrica como en Australia fueron parte de la evaluación, y llegaron a explorarse seriamente. Para la capacidad técnica del momento, eran lugares plausibles para instalar observatorios astronómicos, por lo que la dimensión política, de negociación, de entrega de beneficios, y de capacidad de proyección a mediano plazo parecen haber sido clave.

Es relevante también destacar la diversidad de actores nacionales que se involucraron en los acuerdos, aun sin necesariamente poseer las capacidades técnicas o cantidad de expertos y expertas en el tema. Además de las

relaciones intensas que, entre los astrónomos extranjeros tanto con la Universidad de Chile, como el Ministerio de Relaciones Exteriores, también hubo otro tipo de actores. Uno de ellos apunta al OAN, como la institución científica concreta que hizo de contraparte para el inicio de los acuerdos internacionales a pesar de una experticia limitada. Ello implicó a su director (Federico Rutllant primero, luego Claudio Anguita), pero también a un conjunto de personal con experticia técnica que fueron parte de los diálogos.

Por otra parte, los actores locales, en concreto en las localidades aledañas a Vicuña, jugaron un rol clave en operacionalizar y facilitar la etapa de exploraciones de Jürgen Stock (Silva, 2023). La colaboración de comunidades y actores locales se comprende entonces como una pieza clave del éxito de esta iniciativa científica, aunque raramente es reconocida o incluso recordada. Más allá de ello, es interesante observar la escena caleidoscópica actuando en conjunto, que aglutina a los sectores científico, técnico, político, diplomático, campesino, carabineros locales, arrieros, entre otros, actuando, sin un diseño explícito, por un propósito común.

El caso de la astronomía es interesante también pues subraya la larga tradición de internacionalización al interior de la disciplina; es una ciencia explícitamente anclada en el

universalismo epistémico, y al mismo tiempo conecta con narrativas nacionales. A pesar de tener escasa experiencia en el tema, Chile logró posicionarse en esa dualidad de “universalismo” y de narrativas nacionales.

En síntesis, observamos el caso de la astronomía como una experiencia clave de diplomacia científica. Es relevante notar que, si bien esta experiencia no se definió de manera explícita como de “diplomacia científica”, un término aun en desuso en ese entonces, las acciones y acuerdos realizados estructuraron una experiencia al respecto. En sus inicios, en la década de los sesenta, la atención de la mirada a contextos y movimientos políticos globales fue imprescindible, así como la apuesta de observar a largo plazo las posibilidades concretas del país en esta área tecnocientífica fueron clave para comprender el desarrollo astronómico actual en el país.

Laboratorio natural océano

La posición de Chile con sus extensos kilómetros de costa hace del océano uno de sus laboratorios naturales. En tanto, este constituye una oportunidad para la exploración científica, pero también como marco de potenciales relaciones internacionales, políticas y científicas, en torno a la producción de conocimiento sobre las capacidades oceánicas.

El laboratorio natural oceánico de Chile se define por una extensa y variada biodiversidad marina, así como también por ser la zona de subducción más activa del planeta, lo que conlleva una gran liberación de energía en la plataforma continental, una variada fuente de recursos e incluso ostentar de la segunda fosa marina más profunda del mundo, la fosa de Atacama. La Zona Económica Exclusiva (ZEE) chilena, además, contiene más de 100 montes submarinos con centenas de especies endémicas que habitan en áreas con potencial minero. Este laboratorio natural permite el desarrollo de varios ejes de investigación, de los que en este estudio se destacan dos:

- (1) los recursos minerales e hidratos de gas marinos, y
- (2) las áreas marinas protegidas y corredores azules.

La selección se justifica por cuatro razones: i) su relevancia para atender importantes desafíos actuales con trascendencia nacional e internacional, por proveer de materias primas para la transición energética mundial, y por ende, mitigar los impactos del calentamiento global; ii) por estimular el crecimiento económico a largo plazo; iii) por tener afinidad con las políticas y líneas de acción de varios países miembros de ASEAN; y iv) por su potencial de marcar más fuertemente una identidad internacional distintiva de Chile.

En el área de los recursos minerales e hidratos de gas marinos confluyen las palabras claves ya asociadas por la comunidad científica con Chile: recursos naturales, investigación, geología, cambio climático (véase Figura 1). Por otra parte, las áreas marinas protegidas y corredores azules se relacionan con las palabras ya identificadas de conservación, biodiversidad, sustentabilidad y Patagonia. Con ello, futuros esfuerzos potenciarían áreas ya reconocidas internacionalmente más que construir desde cero.

Ambas áreas se relacionan de forma directa con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas número 14: “Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible”. El ODS #14 es clave para reducir la acidificación de los océanos, proteger la biodiversidad amenazada, reducir la contaminación marina, desarrollar industrias sustentables, garantizar la seguridad alimentaria, regular el clima e impulsar las soluciones basadas en el conocimiento de los océanos. Por el momento, la política de Estado de Chile se encuentra en un estado de moratoria con respecto a la extracción de recursos minerales y energéticos dentro de la plataforma continental, en buena parte debido a la poca información que se posee de los fondos marinos. Sin embargo, para poder proteger de manera efectiva un área específica, es necesario crear

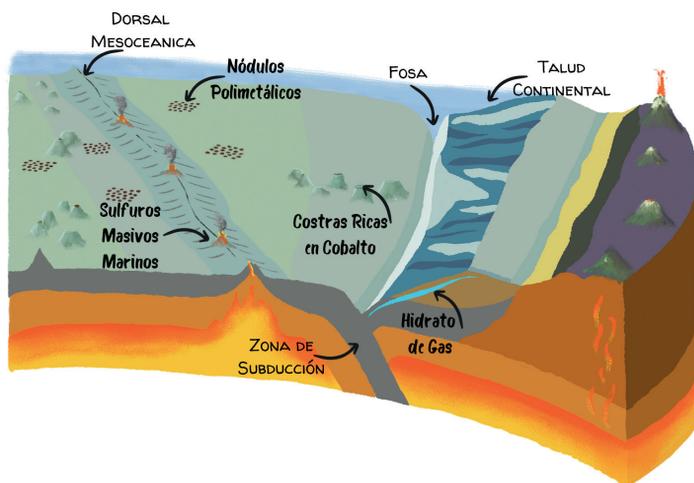
un conocimiento íntegro del área en cuestión mediante el levantamiento de datos oceanográficos y geológicos. La cooperación con ASEAN facilitaría el ingreso de recursos humanos y científicos y, además, beneficiaría a la investigación marina en Chile, contribuyendo así a los objetivos nacionales en relación al ODS#14.

Recursos minerales e hidratos de gas marinos

Chile es reconocido internacionalmente como un laboratorio natural geológico, tanto en tierra firme como en su plataforma continental. Su importancia internacional se debe a que es el principal productor mundial de cobre y otros recursos minerales terrestres como el litio, telurio, arsénico y molibdeno; sin embargo, el potencial del laboratorio natural océano, relacionado a los recursos minerales marinos dentro de su plataforma, ha sido en gran medida pasado por alto. Dentro de su plataforma continental, Chile posee características geológicas favorables para albergar y formar diversos minerales marinos y recursos energéticos (Villar-Muñoz et al., 2014, 2024). Aunque sus espacios marítimos abarcan una superficie cinco veces mayor que su territorio terrestre, poco se sabe de sus características geomorfológicas. La Figura 2 ilustra los distintos tipos de entornos marinos idóneos para la formación de yacimientos energéticos de hidrocarburos y yacimientos

minerales, incluyendo nódulos poli- sulfuros masivos del fondo marino
metálicos, costras ricas en cobalto y en Chile.

Figura 2. Características geomorfológicas dentro de la plataforma continental chilena.



Nota. Elaboración propia en base a Lusty y Murton (2018).

Varios países de ASEAN han demostrado su interés en la investigación y exploración de los recursos minerales y energéticos dentro (y fuera) de sus plataformas continentales. Tailandia, por ejemplo, está realizando estudios extensos sobre los hidratos de gas en su plataforma continental, a través de su centro de investigación CGHT (Center for Gas Hydrate Research and Technology Thailand), que busca avanzar en la tecnología de los hidratos de metano para dar respuesta a urgentes necesidades mundiales, como el agua limpia y segura, energías más limpias y la protección del medio ambiente.

Otros países que están realizando exploración sobre este recurso energético son Indonesia, Vietnam y Filipinas. Por otra parte, Vietnam y Filipinas, durante esta década han explorado además su plataforma continental en la búsqueda de yacimientos de minerales estratégicos, como los nódulos polimetálicos (NP) y las costras ricas en cobalto (CRC). Singapur ha apostado más allá, firmando un contrato de exploración con la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA, por sus siglas en inglés), lo que le dará derechos exclusivos para la exploración de nódulos polimetálicos en un área

de 58.280 kilómetros cuadrados en la parte oriental de la zona Clarion-Clipperton en el Océano Pacífico.

Por lo tanto, el área representa potencial para el intercambio y generación de conocimientos científicos, el desarrollo de capital humano local y el desarrollo de las asociaciones necesarias para que los océanos se puedan aprovechar de forma productiva y a la vez sostenible.

Hidratos de Gas

En las últimas décadas se ha descubierto una gran abundancia de un potencial recurso energético llamado Hidrato de Gas (HG) en Chile, que es común en los sedimentos frente a la costa, desde Valparaíso hasta la península Antártica (Loreto et al., 2007; Polonia et al., 2007; Vargas-Cordero et al., 2010-2022; Villar-Muñoz et al., 2014-2024). Los HG tienen una estructura parecida al hielo, con una molécula de gas de baja densidad, principalmente metano (CH₄), rodeada por una jaula de moléculas de agua. Su estabilidad depende de las condiciones de presión y temperatura, que se cumplen en alto grado en el fondo marino y en el subsuelo poco profundo, donde las profundidades oceánicas son superiores a 400m a lo largo de los taludes continentales (Collett, 2002).

El potencial energético de los HG es enorme dado que una sola unidad contiene 160 unidades de gas natural

a presión atmosférica (Kvenvolden, 1993). Pero, además, de los HG se obtiene el metano, que es también un gas de efecto invernadero que ha influido significativamente en la historia climática de la tierra (Dickens et al., 1995). El CH₄ del HG es 84 veces más potente como gas de efecto invernadero que el CO₂ a corto plazo (IPCC, 2013).

Tres desafíos de interés internacional derivados de las grandes áreas de HG concentrados a lo largo del margen continental de Chile requieren mayor investigación. Primero, la frecuente actividad sísmica a lo largo de todo el país y principalmente donde se almacenan los HG, puede llevar a la disociación de los hidratos y afectar la estabilidad de los taludes, lo que podría provocar deslizamientos submarinos y tsunamis asociados a lo largo de la costa (Villar-Muñoz et al., 2024). Segundo, las áreas de HG podrían verse afectadas por los efectos del calentamiento global, ya que el aumento de la temperatura de las aguas del fondo marino por encima de estos yacimientos altamente concentrados podría liberar grandes volúmenes de CH₄ al medio marino. Tercero, la perforación de pozos de hidratos sigue asociada a muchas incógnitas y desafíos debido a las barreras tecnológicas, las complejas condiciones de trabajo in situ y las propiedades fisicoquímicas únicas (Wei et al., 2022), los cuales serán sujetos a futuras investigaciones.

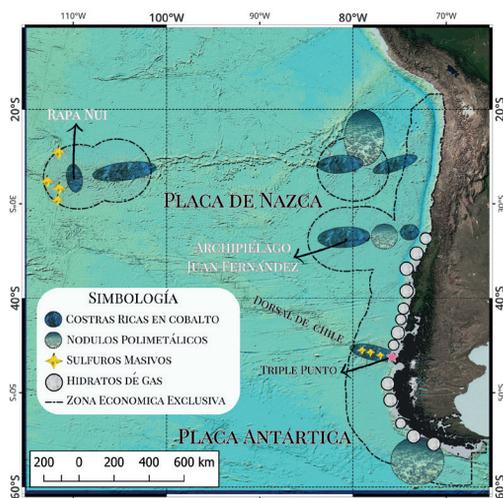
Recursos minerales marinos

Los depósitos minerales de los fondos marinos representan los recursos más importantes, pero menos explorados de elementos críticos y metales básicos, que son cruciales para la producción de energía con bajas emisiones de carbono, la electrónica y las nuevas tecnologías (Hein et al., 2013).

Los depósitos minerales marinos globales más abundantes en todo el mundo son los nódulos polimetálicos (NP), que contienen Ni, Cu, Mn y Co, así como otros metales (por ejemplo, Mo, Zn, Zr, Li, Pt y Ti). Las NP se encuentran en la superficie de sedimentos blandos a profundidades abisales en todos los océanos y se espera que se conviertan en una fuente

económicamente importante de recursos minerales (Hund et al., 2020). En la plataforma continental de Chile se han reconocido varias zonas potenciales de extracción de NP. Por ejemplo, se encontraron ocurrencias de NP en la desembocadura del río Loa a una profundidad de 4000m (Vergara, 1999); cerca del arco volcánico, entre las islas Salas y Gómez y San Ambrosio y alrededor de la isla Rapa Nui; alrededor de la dorsal de Juan Fernández (García et al., 2020); y también cerca de la plataforma continental (Kinoshita, 2019), entre la isla San Ambrosio y la fosa de Chile. Por último, la base de datos ISA muestra un depósito de NP dentro de Magallanes (en un Área Marina Protegida) y en una zona muy cerca del Área Marina Protegida de Salas (véase Figura 3).

Figura 3. Resumen gráfico de los principales depósitos energéticos y minerales de la plataforma continental chilena.



Nota. Elaboración propia en base a Villar-Muñoz et al. (2024).

Otros tipos de recursos minerales abundantes en aguas profundas son las costras de ferromanganeso ricos en cobalto (CRC) de los montes submarinos (entre 500 y 2000m de profundidad), que contienen Co, Ni, Te, elementos de tierras raras (REE) y Pt. En la plataforma continental chilena, se han descrito CRC en el cinturón volcánico y en el fondo oceánico alrededor de las islas Salas y Gómez e Isla de Pascua, también alrededor de las islas San Félix y San Ambrosio (Valenzuela, 1986; Corvalán et al., 1996). Las cordilleras de Salas y Gómez y Nazca son dos cadenas de montes submarinos, que comprenden más de 110 montes submarinos que se extienden colectivamente a lo largo de más de 2900km en el sudeste del Pacífico, lo que representa aproximadamente el 41% de los montes submarinos que se encuentran en el Pacífico sudoriental (Gálvez-Larach, 2009; et al., 2012; Contreras-Reyes et al., 2010).

Recientemente, datos batimétricos de Chile muestran la presencia de antiguos montes submarinos, guyots y mesetas que alcanzan su máximo entre 300m y 3000m de profundidad propensos a ser depósitos de CRC (Villar-Muñoz et al., 2024). Uno de los guyots (i.e. monte submarino de cima plana) de la plataforma continental chilena es el monte submarino O'Higgins frente a Valparaíso (33°S), que es el monte submarino más grande del país (3540m de elevación) y que parece

ser propenso a la CRC. Sin embargo, este monte submarino tiene una alta biodiversidad descrita como una comunidad bentónica formada por un ensamblaje de cuatro especies de corales de aguas profundas, los cuales representan un hábitat crítico para el camarón nylon (*Heteropus reedi*), un crustáceo de importancia pesquera (Cañete y Häussermann, 2012). Más al oeste del guyot O'Higgins se encuentra el guyot JF5, con una elevación de más de 2000m, y el monte submarino Duke, de cima plana y forma estrellada de una elevación de unos 3500m desde su base (Lara et al., 2018). Estos guyots también se presentan como posibles candidatos para un depósito de CRC; sin embargo, no hay hasta el momento evidencia directa de la superficie de estos montes submarinos por lo que Chile debe promover la investigación geológica al respecto.

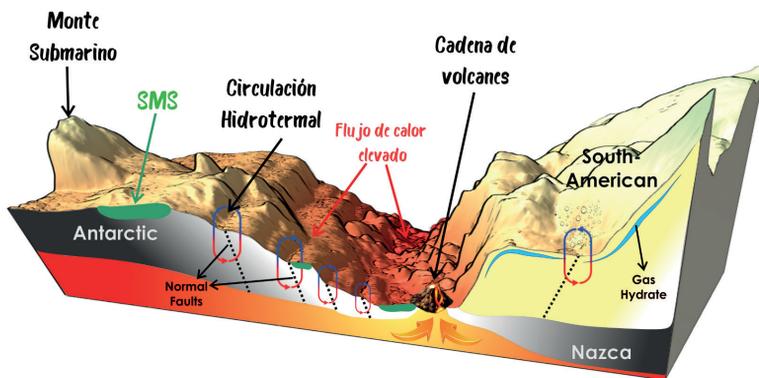
Otro tipo de recurso mineral son los sulfuros masivos polimetálicos submarinos (SMS), que se depositan cerca de fuentes hidrotermales (por ejemplo, fumarolas negras) en cadenas volcánicas submarinas o dorsales oceánicas medias (de 2000m a 4000m de profundidad) que contienen Cu, Zn, Au, Ag, Cd, As y Ga (Hein et al., 2013). En la plataforma continental chilena, se han encontrado varias cadenas de montes submarinos e islas volcánicas, como la de Salas y Gómez y Juan Fernández (García et al., 2020), y tres puntos calientes cuaternarios cerca de islas

oceánicas (Sandwell et al., 2005) que tienen un alto potencial para albergar SMS. Además, existen más de cien montes submarinos que aún no se han explorado (Yáñez et al., 2009), y el área alrededor de los puntos calientes que generaron estos montes submarinos también podría albergar mineralización de tipo SMS.

En la fosa situada a lo largo del margen meridional de Chile, a $\sim 46^{\circ}\text{S}$, se encuentra la dorsal de Chile, un centro

activo de extensión del fondo marino (i.e. una cadena de volcanes) que crea la Placa de Nazca (al norte) y la Placa Antártica (al sur) y que podría estar formando depósitos tipo SMS (Figura 4). La Dorsal de Chile se está subduciendo hacia el este bajo la Placa Sudamericana. Esta peculiar zona se denomina la Triple Unión de Chile (CTJ), donde también se localiza un importante yacimiento de hidratos de gas en el margen continental (Villar-Muñoz et al., 2019).

Figura 4. Principales características que pueden afectar al régimen térmico y favorecer la formación de SMS en la zona de la Triple Unión de Chile.



Nota. Modificado de Villar-Muñoz et al., 2024.

Existen estudios que han estimado anomalías de flujo de calor en la zona próxima a la subducción, lo que sugiere una elevada y vigorosa actividad hidrotermal que podría ser la fuente de depósitos de SMS aún no descubiertos. Aunque las características fisicoquímicas y geomorfológicas son favorables

para la formación de SMS, es importante señalar que actualmente no se conocen muestras de SMS en la plataforma continental chilena. La cooperación internacional podría promover el conocimiento sobre los recursos minerales para protegerlos de la minería submarina o bien para extraerlos de

forma sustentable con los avances tecnológicos para esta industria naciente (Villar-Muñoz et al., 2024).

Los principales problemas medioambientales de la extracción de minerales que requieren mayor comprensión y abordaje están relacionados con la eliminación (permanente) de sustrato y los organismos adheridos a ellos, la generación de pluma bentónica, así como también la contaminación acústica y lumínica por barcos y máquinas. Específicamente, la industria minera debe llevar a cabo investigaciones para mejorar nuestra comprensión de la dispersión y dilución de las plumas de residuos, los metales que contienen, su toxicidad y, en el caso de la pluma bentónica, el impacto de la sedimentación en hábitats y especies de aguas profundas poco estudiados a medida que las plumas se asientan. La pérdida de biodiversidad es inevitable en las zonas minadas, ya que la minería de los fondos marinos destruye directamente el hábitat y afecta indirectamente a grandes partes de la columna de agua y las regiones del fondo marino al crear sedimentos o penachos enriquecidos con metales (Van Dover et al., 2017). Por otra parte, una ventaja de la explotación de los recursos minerales marinos es que no tiene impacto directo en las comunidades establecidas, que sólo existen en tierra.

En relación a los yacimientos de NP, dado que se encuentran directamente

en el lecho marino, no es necesario realizar una extracción previa exhaustiva ni retirar la sobrecarga para acceder a los depósitos de mineral. Según Paulikas (2020), la producción de metales a partir de NP reduciría significativamente el impacto sobre el cambio climático en comparación con las minas terrestres. Además, la producción de metales a partir de NP evitaría la generación de residuos sólidos y reduciría sustancialmente la ecotoxicidad, el potencial de eutrofización y las emisiones de SOx y NOx. El impacto social sería significativamente menor en el caso de la producción de metales a partir de NPs, con un número sustancialmente menor de muertes, lesiones, enfermedades, impactos en poblaciones vulnerables y potencial de toxicidad humana.

Sin embargo, y a diferencia de los NP, las CRC están fuertemente adheridas a la roca del sustrato y es casi imposible recoger la costra sin recoger el sustrato (Hein y Koschinsky, 2014). Por lo tanto, la extracción de corteza tiene un mayor impacto en el medio ambiente que la minería de NP.

La extracción de SMS, por su parte, requiere el uso de excavadoras (equipadas con orugas en el lecho marino) de varias toneladas de peso para remover muchos metros de sedimentos y sustrato (Van Dover et al., 2017). Los procesos asociados siguen teniendo repercusiones medioambientales desconocidas.

Áreas marinas protegidas y corredores azules

Chile es parte de diversos tratados internacionales que buscan promover la investigación, conservación y utilización de forma sostenible de los océanos, de acuerdo con la agenda 2030 de las Naciones Unidas (ODS #14 Vida Submarina). Recientemente, fue el segundo país en el mundo en ratificar el Acuerdo sobre la Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad Marina más allá de las Jurisdicciones Nacionales (BBNJ, por sus siglas en inglés). Chile es miembro de la Global Ocean Alliance (2020), una alianza que busca aumentar la conservación del océano asegurando que, para el año 2030, al menos el 30% del océano se encuentre bajo algún sistema o tipo de área marina protegida, y potenciar la iniciativa “30x30”, aprobada en la pasada COP15. Este demostrado compromiso de política exterior con el medio ambiente (actualmente denominada “Política Exterior Turquesa”) se puede consolidar a través de alianzas internacionales con el fin de fortalecer la interacción con la comunidad científica nacional e internacional para la toma de decisiones basadas en la ciencia.

Varios países miembros de ASEAN, al igual que Chile, han promovido la creación de Áreas Marinas Protegidas (AMP), zonas que representan una alta biodiversidad, así como los denominados “corredores azules”, zonas que son utilizadas como ruta de migración y

alimentación de especies clave, para salvaguardar y restaurar estos hábitats únicos y conservar la biodiversidad marina de los océanos. Las costas de la parte marítima del Sudeste Asiático son de las más extensas del mundo. Las ZEE en conjunto albergan cerca del 75% de las especies de coral del mundo, seis de las siete especies de tortugas marinas y más de 2.000 mil especies de peces de arrecife. Debido a los efectos de la actividad antropogénica, sobre todo la sobrepesca y contaminación, el Sudeste Asiático ha mostrado una creciente conciencia sobre la necesidad la degradación de los recursos costeros y marinos de la región. En ASEAN, al igual que en Chile y el mundo, se reconoce que las AMP son cruciales para la conservación de la biodiversidad, pero sólo unas pocas se gestionan de manera eficaz (ASEAN, 2002; Petit et al., 2018; Squeo et al., Klein et al., 2012; Guijon et al., 2021; Fernández et al., 2021). La clave para el éxito de las AMP y los corredores azules es el manejo efectivo de dichas áreas, incluyendo diseños en conjunto entre países.

Áreas Marinas Protegidas (AMP)

Las AMP son herramientas de conservación destinadas a proteger la biodiversidad, promover ecosistemas marinos sanos y resistentes y aportar beneficios a la sociedad (Grorud-Colvert et al., 2021). Chile, al año 2023, tiene más del 43% de su ZEE con algún tipo de protección, de acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente, y

promoviendo al país como un ejemplo en política de protección marina a nivel global. Sin embargo, en estas zonas persiste el desafío de la efectiva fiscalización y disponibilidad de recursos de gestión. Por otra parte, las aguas costeras en Chile presentan una protección deficiente, en donde incluso se permite la presencia de industrias contaminantes en su interior. En algunas de estas zonas no se hace cumplir la legislación, los planes de gestión son inactivos o deficientes, o simplemente no se cumple la normativa vigente. Un ejemplo de ello son las AMP en los parques al interior de la Patagonia, en donde la industria salmonera ha causado la degradación de los fondos marinos, la muerte por enmalle de grandes cetáceos, la contaminación costera y la eutrofización de sus aguas, con la alarmante disminución de la densidad de algunas especies hasta en un 75% en solo diez años (Häussermann et al., 2013).

Investigaciones recientes demuestran que las AMP, en conjunto con la gestión de la pesca, también pueden contribuir al uso sostenible de los océanos, aumentando la producción pesquera a largo plazo (FAO, 2012), incrementando la economía local a través de la extracción sustentable de recursos (Harrison et al., 2012; Russ et al., 2003) y el turismo que pueden generar estos parques marinos (Basurto et al., 2016).

El estudio de estas áreas prioritarias (como los fiordos Patagónicos) podría generar nuevas políticas para la conservación y promover nuevos estudios en colaboración con ASEAN para el manejo efectivo de las AMP, que aumentaría la economía local a corto plazo, lo cual es un desafío para todas las naciones involucradas.

Corredor Azul del Pacífico Oriental

Algunos de los ejemplares más icónicos de la fauna marina son los grandes cetáceos o ballenas, quienes dependen de hábitats oceánicos críticos, por ejemplo, zonas donde se alimentan, se aparean, dan a luz, amamantan a sus crías, socializan o migran para su supervivencia (Hoyt, 2011). A estas zonas diferentes, pero ecológicamente interconectadas se les denomina “corredores azules”, extensas rutas de desplazamiento de la megafauna marina y que son esenciales para su supervivencia. Es importante señalar que también existen otros tipos de animales que presentan rutas de desplazamiento similares en los océanos, como las tortugas marinas y tiburones. Sin embargo, las ballenas desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la salud marina y en nuestro clima mundial, al tiempo que contribuyen a la economía global a través de los ingresos por el turismo que generan (i.e. servicios ecosistémicos).

Según el reciente reporte “Corredor Azul del Pacífico Oriental

Oportunidades y Acciones para Proteger a las Ballenas Migratorias” (Palacios, 2023), las rutas migratorias, o corredores azules, son como superautopistas para ballenas, que cubren enormes distancias desde el Estrecho de Bering, en Alaska, hasta la Península Antártica, en el extremo sur de Chile, debido a las condiciones, características y corrientes oceanográficas extremadamente productivas que sustentan una gran diversidad de poblaciones de ballenas. Cabe destacar que doce de las catorce especies de grandes ballenas utilizan el Océano Pacífico Oriental como una ruta esencial para sus migraciones.

Para ASEAN estudiar, generar y manejar nuevos corredores azules, principalmente para tortugas y mamíferos marinos, también es un desafío debido a la enorme amenaza que representa principalmente la sobrepesca y la degradación del borde costero (ASEAN Regional Centre for Biodiversity Conservation, 2002). Por lo tanto, generar una colaboración directa entre Chile y ASEAN respecto al laboratorio de biodiversidad marina será un beneficio mutuo y una oportunidad de avanzar en la protección del medio ambiente marino y la formación de capital humano, tal como lo promueven los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 14).

CONCLUSIONES

Existen diversas posibilidades de cómo materializar la idea de Chile como país puente hacia el Asia Pacífico. Entre estas, el presente artículo se enfocó en la diplomacia científica como instrumento para fortalecer las relaciones entre Chile y ASEAN, evaluando las posibilidades para que esta contribuya a una base más amplia y profunda de los vínculos entre las partes.

Con base empírica en el estudio de dos laboratorios naturales, la astronomía y el océano, se identificaron áreas de interés en común donde el territorio chileno ofrece ventajas únicas. En

ello, se distinguió la primera como una observación experiencial de un caso emblemático de diplomacia científica, y el segundo como un potencial articulador de relaciones en torno al desarrollo tecnocientífico en el área. Sin embargo, cabe señalar también que existen desafíos. Entre estos destacan la falta de presupuesto para promover grandes proyectos de diplomacia científica, la que se acentúa por la distancia geográfica entre Chile y el Sudeste Asiático, así como también la poca institucionalización de la cooperación científica entre ASEAN y sus socios de desarrollo, la diversidad de intereses entre los países miembros de

ASEAN y las diferencias en sus respectivos niveles de desarrollo tecnológico.

En razón de lo señalado, en la práctica Chile debería seguir una estrategia de política exterior dual de cooperación, tanto con el bloque regional de ASEAN como con los países miembros afines, aprovechando aquellas instancias e instituciones donde los países miembros abran puertas a la participación de todos los países de ASEAN. Las iniciativas para promover a Chile como país-puente deben pensarse creativamente dentro del marco existente de posibilidades, identificando apoyos no monetarios y cooperación que podría involucrar a terceros actores. Por ejemplo, se podrían ofrecer a los países miembros de ASEAN cupos para participar en los Cruceros de Investigación Marina en Zonas Remotas (CIMAR), un programa multidisciplinar del Comité Oceanográfico Nacional de Chile (CONA).

En ese mismo tenor, se puede evaluar la posibilidad de tener una agreduría científica en un país miembro de ASEAN y/o la creación de una figura de científico/a *ad honorem* para beneficiarios de Becas Chile como una forma de retribución al país, para establecer vínculos con universidades y la comunidad científica del Sudeste Asiático en relación a temas estratégicos como la astronomía y el océano. Aquello fortalecería la diplomacia científica chilena en cuanto estos “diplomáticos científicos” podrían vincular sus

investigaciones en el extranjero con Chile, fortaleciendo no solo las relaciones entre los países sino también promoviendo la actividad científica.

Lo anterior indica la posibilidad de usar el marco de la diplomacia científica para diseñar una política de acciones que integre y entrecruce los campos científicos y políticos, más que discriminarlos o dejar a uno funcional a otro. En este sentido, la experiencia astronómica indica que, aun con los desafíos que presenta la articulación internacional en investigación científica, ella es posible de realizar exitosamente, en tanto que se convierta en un caso emblemático. Por otra parte, el caso del océano, a partir de la especificidad científica de su potencial, entrega herramientas para observar oportunidades de acciones conjuntas.

Por último, más allá de las dos áreas evaluadas en este estudio, se pueden señalar otras áreas de interés prioritario para los países de ASEAN donde Chile aportaría con conocimientos y/o condiciones específicas: reducción de riesgo y gestión de desastres naturales, agricultura, acuicultura y energías renovables no convencionales. Se recomienda evaluar su inclusión en el proceso de la definición de las Áreas de Cooperación para el periodo 2027–2032.

Declaración de roles de autoría

Nicole Jenne: Conceptualización, curatoría de datos, adquisición de financiamiento, investigación, metodología, administración de proyecto, supervisión, visualización, escritura – borrador original, escritura – revisión y edición.

Gonzalo Martínez: Conceptualización, curatoría de datos, adquisición de financiamiento.

Bárbara Silva: curatoría de datos, investigación, escritura – borrador original, escritura – revisión y edición.

Lucía Villar: curatoría de datos, investigación, visualización, escritura – borrador original, escritura – revisión y edición.

REFERENCIAS

- Acharya, A. (2001). *Constructing a security community in Southeast Asia: ASEAN and the problem of regional order*. Routledge.
- ACSDSD. (s.f.). *Background and Rationale*. Recuperado el 21 de noviembre de 2024 de <https://www.cm.mahidol.ac.th/acsdsd/index.php/about-acsdsd/our-background-and-rationale>
- ASEAN. (2019). *ASEAN OUTLOOK ON THE INDO-PACIFIC*. Recuperado el 21 de noviembre de 2024 de https://www.asean.org/wp-content/uploads/2019/06/ASEAN-Outlook-on-the-Indo-Pacific_FINAL_22062019.pdf
- ASEAN. (s.f.). *Practical Cooperation Areas for ASEAN-Chile Development Partnership*. Recuperado el 21 de noviembre de 2024 de https://asean.org/wp-content/uploads/ASEAN-Chile-PCA-2021-2025_adopted.pdf
- ASEAN. (2024). *Overview of ASEAN-Chile Development Partnership*. Recuperado el 21 de noviembre de 2024 de <https://asean.org/wp-content/uploads/2024/04/Overview-of-ASEAN-Chile-Development-Partnership-as-of-25-Apr-2024.pdf>
- Ba, A. (2009). *(Re)negotiating East and Southeast Asia: Region, regionalism, and the Association of Southeast Asian Nations*. Stanford University Press.
- Basurto, X., Blanco, E., Nenadovic, M. y Vollan, B. (2016). Integrating simultaneous prosocial and antisocial behaviour into theories of collective action. *Science Advances*, 2(3). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501220>
- Biblioteca del Congreso Nacional [BCN]. (1964). *Promulga convenio entre el Gobierno de Chile y la Organización Europea para Investigación Astronómica del Hemisferio Austral, para el establecimiento de un observatorio astronómico en Chile*. Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=98863>

- Bywaters, C., Domínguez, C. y García, C. (2016). Chile y los países like-minded: hacia una nueva etapa. *Diplomacia*, 132, 67-72.
- Catanzaro, M., Miranda, G., Palmer, L., Bajak, A. (2014). South American science: Big players. *Nature*, 510(7504), 204-207.
- Chang, J. (2016). Essence of security communities: Explaining ASEAN. *International Relations of the Asia-Pacific*, 16(3), pp. 335–369. <https://doi.org/10.1093/irap/lcv026>
- Collet, T. (2002). Energy resource potential of natural gas hydrates. *AAPG bulletin*, 86(11), 1971–1992. <https://doi.org/10.1306/61EED-DD2-173E-11D7-8645000102C1865D>.
- Contreras-Reyes, E., Fliéh, E. y Grevemeyer, I. (2010). Tectonic control on sediment accretion and subduction off south-Central Chile: implications for coseismic rupture processes of the 1960 and 2010 megathrust earthquakes. *Tectonics*, 29(6), 2-27. <https://doi.org/10.1029/2010TC002734>
- Corvalán, J., Bellizzia, A., Pimentel, N., Guild, P. (1996). *Explanatory Notes for the Minerals-Resources Map of the Circum-Pacific Region, Southeast Quadrant*. Circum-Pacific Map Project, 3-40. <https://pubs.usgs.gov/cp/44/report.pdf>
- Dickens, G., James, O., Rea, D. y Owen, R. (1995). Dissociation of oceanic methane hydrate as a cause of the carbon isotope excursion at the end of the Paleocene. *Paleoceanography*, 10(6), 965–971. <https://doi.org/10.1029/95PA02087>
- Dobrzanski, P. y Bobowski, S. (2020). The Efficiency of R&D Expenditures in ASEAN Countries. *Sustainability*, 12(7), 2686. <https://doi.org/10.3390/su12072686>
- ESO (1954). *Declaración Janvier*. Historical Archives. Recuperado el 03 de diciembre de 2024 de <https://www.eso.org/sci/libraries/historicaldocuments.htm>
- FAO (2012). *The State Of. Departamento de Pesca y Acuicultura*. Recuperado el 03 de diciembre de 2024 de <https://www.fao.org/4/i2727e/i2727e.pdf>
- Fernández, M., Rodríguez-Ruiz, M., Gelcich, S., Hiriart-Bertrand, L., Castilla, J. (2021). Advances and challenges in marine conservation in Chile: A regional and global comparison. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst*, 31, 1760–1771. <https://doi.org/10.1002/aqc.3570>
- Flink, T. y Ruffin, N. (2019). The current state of the art of science diplomacy. En D. Simon; S. Kyuhlmann, J. Stamm y W. Canzler (eds.), *Handbook on Science and Public Policy* (pp. 104-121). ElgarOnline. <https://doi.org/10.4337/9781784715946.00015>
- Gálvez-Larach, M. (2009). Seamounts of Nazca and Salas y Gómez: a review for management and conservation purposes. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37(3), 479-500. <https://doi.org/10.3856/vol37-issue3-fulltex-15>
- García, M., Correa, J., Maksaev, V. y Townley, B. (2020). Potential mineral resources of the Chilean offshore: an overview. *AND-GEO*, 47(1), 1–13. <https://doi.org/10.5027/andgeoV47n1-3260>
- Glas, Aarie. (2017). Habits of peace: Long-term regional cooperation in Southeast Asia. *European Journal of International Relations*, 23(4), 833-856. <https://doi.org/10.1177/1354066116679878>
- Goh, E. (2008). Great powers and hierarchical order in Southeast Asia: Analyzing

- regional security strategies. *International Security*, 32(3), 113–157. <https://doi.org/10.1162/isec.2008.32.3.113>
- Grorud-Colvert, K., Sullivan-Stack, J. y Roberts, C. (2021). The MPA Guide: A framework to achieve. *Science*, 373(3560). <https://doi.org/10.1126/science.abf0861>
- Guijón, R., Chiang, G., Jara, N., Rodríguez, M. y Fernández, M. (2020). *Efectividad de gestión de las Áreas Marinas Protegidas de la Patagonia Chilena*. Informe Técnico: Evaluación y recomendaciones sobre efectividad de gestión de las Áreas Marinas Protegidas de la Patagonia Chilena-2020. Foro para la Conservación del Mar, pp. 1-54. Recuperado el 03 de diciembre de 2024 de <https://marpatagonico.org/descargas/AMPeffectividadCh.pdf>
- Guridi, J., Pertuze, J. y Pfothenauer, S. (2020). Natural laboratories as policy instruments for technological learning and institutional capacity building: The case of Chile's astronomy cluster. *Research Policy*, 49(2), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103899>
- Harrison, H., Williamson, D., Evans, R., Almany, G., Thorrold, S., Russ, G., Feldheim, K., Herwerden, L.v., Planes, S., Srinivasan, M., Berumen, M. y Jones, G. (2012). Larval export from marine reserves and the recruitment benefit for fish. *Current Biology*, 22(11), 1023-1028. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.04.008>
- Häussermann, V. y Cañete, J. (2012). Colonial life under the Humboldt Current System: deep-sea corals from O'Higgins I seamount. *Latin American Journal of aquatic research*, 40(2), 467-472. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-560X2012000200023&script=sci_abstract&tlng=pt
- Häussermann, V., Försterra, G., Melzer, R. y Meyer, R. (2013). Gradual changes of benthic biodiversity in Comau Fjord, Chilean Patagonia – lateral observations over a decade of taxonomic research. *Spixiana*, 36(2), 161-171. Recuperado el 03 de diciembre de 2024 de https://www.zobodat.at/pdf/Spixiana_036_0161-0171.pdf
- Hein, J., Mizell, K., Koschinsk, A., Conrad, T. (2013). Deep-ocean mineral deposits as a source of critical metals for high- and green-technology applications: comparison with land-based resources. *Ore Geology Reviews*, 51, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2012.12.001>
- Hein, J. y Koschinsk, A. (2014). Deep ocean ferromanganese crusts and nodules. En *Treatise on Geochemistry* (pp. 273-291). Recuperado el 03 de diciembre de 2024 de https://www.researchgate.net/publication/303108085_Deep-ocean_ferromanganese_crusts_and_nodules
- Hoyt, E. (2011). *Marine Protected Areas for Whales, Dolphins and Porpoises: A world handbook for cetacean habitat conservation and planning*. Earthscan.
- Hund, K., La Porta, D., Fabregas, T., Laing, T. y Drexhage, J. (2020). *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition*. International Bank for Reconstruction and Development. Recuperado el 03 de diciembre de 2024 de <https://pubdocs.worldbank.org/en/961711588875536384/Minerals-for-Climate-Action-The-Mineral-Intensity-of-the-Clean-Energy-Transition.pdf>

- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Recuperado el 04 de diciembre de 2024 de <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- Jenne, N. (2020). Bridging the Pacific Ocean? Tactical Maneuvering Instead of Grand Strategy in Chile's Foreign Policy toward Southeast Asia. *Asian Politics & Policy*, 12(2), 106-126. <https://doi.org/10.1111/aspp.12519>
- Jenne, N. (2021). The domestic origins of no-war communities. *Journal of International Relations and Development*, 24(1), 196-225. <https://doi.org/10.1057/s41268-020-00188-7>
- Jones, D. y Jenne, N. (2016). Weak states' regionalism: ASEAN and the limits of security cooperation in Pacific Asia. *International Relations of the Asia-Pacific*, 16(2), 209-240. <https://doi.org/10.1057/s41268-020-00188-7>
- Kaltofen, C. y Acuto, M. (2018). Science Diplomacy: Introduction to a Boundary Problem. *Global Policy*, 9, 1-7. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12621>
- Kinoshita, Masataka. (2019). *East/Central Pacific International Campaign (EPIC)*. Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC). Recuperado el 04 de diciembre de 2024 de <https://www.researchgate.net/profile/Masataka-Kinoshita-3>
- Klein, C., Brown, C., Halpern, B., Segan, D., MacGowan, J., Beger, M. y Watson, J. (2015). Shortfalls in the global protected area network at representing marine biodiversity. *Scientific reports*, 5(1). <https://doi.org/10.1038/srep17539>
- Kvenvolden, K. (1993). Gas hydrates—geological perspective and global change. *Reviews Geophysics*, 31(2), 173–187. <https://doi.org/10.1029/93RG00268>
- Kuiper, G. (1962). *University of Arizona Special Collections*.
- Lara, L., Reyes, J., Diaz-Naveas, J. y Jicha, B. (2018). Constraints on the age progression along the Juan Fernandez Ridge. *Frontiers in Earth Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/feart.2018.00194>
- Leifer, M. (1999). The ASEAN peace process: A category mistake. *The Pacific Review*, 12(1), 25-38. Recuperado el 04 de diciembre de 2024 de <https://doi.org/10.1080/09512749908719276>
- Loreto, M., Tinivella, U. y Ranero, C. (2007). Evidence for fluid circulation, overpressure and tectonic style along the Southern Chilean margin. *Tectonophysics*, 429(3-4), 183–200. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2006.09.016>
- Lusty, P. A., & Murton, B. J. (2018). Deep-ocean mineral deposits: metal resources and windows into earth processes. *Elements: An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology*, 14(5), 301-306. <https://doi.org/10.2138/gselements.14.5.301>
- Meeting of Ad Hoc Committee on Astronomy in South America. (2019). *National Archives*. USA: Record Group, p. 59.
- Muñoz, H. (1986). *Las Relaciones Exteriores del Gobierno Militar Chileno*. PROSPEL-CERC.
- Natalegawa, M. (2018). *Does ASEAN matter? A view from within*. ISEAS-Yusof Ishak Institute. <https://bookshop.iseas.edu.sg/publication/2332>

- Palacios, D., Felix, F., Montecinos, Y. y Nagera, E. (2023). *Corredor Azul del Pacífico Oriental Oportunidades y acciones para la protección de ballenas migratorias*. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/informe_corredor_azul_del_pacifico_oriental__wwf_2023.pdf
- Paulikas, D., Katona, S., Ilves, E., Stone, G. y O'Sullivan, T. (2020). *Where Should the Metals for the Green Transition Come from*. Deep Green White Paper. <https://www.isa.org.jm/wp-content/uploads/2022/12/3-stone.pdf>
- Petit, I., Campoy, A., Hevia, M., Gaymer, C. y Squeo, F. (2018). Protected areas in Chile: are we managing them?. *Revista chilena de historia natural*, 91. <http://dx.doi.org/10.1186/s40693-018-0071-z>
- Harrison, A., Torelli, L., Brancolin, G. y Loreto, M. (2007). Tectonic accretion versus erosion along the southern Chile trench: oblique subduction and margin segmentation. *Tectonics*, 26(3). <https://doi.org/10.1029/2006TC001983>
- Rodríguez, Eduardo (2006). *Chile, país puente*. RIL editores.
- Russ, G.; Alcalá, A. y Maypa, A. (2003). Spillover from marine reserves: the case of Naso. *Marine Ecology Progress Series*, 264, 15-20. <https://www.int-res.com/articles/meps2003/264/m264p015.pdf>
- Sandwell, D., Anderson, D., Wessel, P. (2005). Global tectonic maps. En N. Foulger (ed.), *Plates, plumes, and paradigms* (pp. 1-10). Geological Society of America Special Paper.
- Sanhueza-Cerda, C., Valderrama, L., Meier, S. y Soto, J. (2020). 'Todos los instrumentos están en buen estado: Disputas en torno al funcionamiento de los telescopios del Observatorio Astronómico Nacional de Chile en el siglo XIX. *Asclepio*, 72(1), 1-11. <https://asclepio.revistas.csic.es/index.php/asclepio/article/view/1008/1650>
- Silva, B. (2019). *Astronomy at the Turn of the Twentieth Century in Chile and the United States*. Palgrave Macmillan.
- Silva, B. (2023). Entre mulas e interferómetros. La exploración astronómica en Coquimbo como una práctica compartida. En Arellano y Ibarra (eds.), *Ciencia, tecnología e imaginarios de innovación, Historia de la Ciencia y la Tecnología en Chile* (pp. 215-234). Universitaria.
- Sim, D. (2024). 'Tremendous risk': can Asean unity endure if US- China tensions erupt?. *South China Morning Post*. Recuperado el 14 de diciembre de 2024 de <https://www.scmp.com/news/china/diplomacy/article/3280064/tremendous-risk-can-asean-unity-endure-if-us-china-tensions-erupt>
- Sloan, E.D. (2003). Fundamental principles and applications of natural gas hydrates. *Nature*, 426., 353-359. <https://doi.org/10.1038/nature02135>
- Squeo, F., Estévez, R.; Stoll, A., Gaymer, C., Letelier, L., Sierralta, L. (2012). Towards the creation of an integrated system of protected areas in Chile: achievements and challenges. *Plant Ecology & Diversity*, 5(2), 233-243. <https://doi.org/10.1080/17550874.2012.679012>
- The Royal Society (2010). *New frontiers in science diplomacy. Navigating the*

- changing balance of power*. https://www.aaas.org/sites/default/files/New_Frontiers.pdf
- Turekian, V. (2018). The Evolution of Science Diplomacy. *Global Policy*, 9, 5-7. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12622>
- Valenzuela, E. (1986). Recursos metálicos del suelo y subsuelo de la Zona Económica Exclusiva Chilena. En Universidad de Playa Ancha (ed.), *Jornadas Nacionales de Cultura* (pp. 492-50).
- Van-Dover, C., Ardron, J., Escobar, E., Gianni, M., Gjerde, K., Jaeckel, A. y Weaver, P. (2017). Biodiversity loss from deep-sea mining. *Nature Geoscience*, 10(7), 464–465. <https://doi.org/10.1038/ngeo2983>
- Vargas-Cordero, I., Giustiniani, M., Tinivella, U., Villar-Muñoz, L. (2022). Gas Hydrate and Free Gas along the Chilean Continental margin. En B.T, Mienert (ed.), *World Atlas of Submarine Gas Hydrates in Continental Margins* (pp. 403-413). Springer.
- Vargas-Cordero, I., Tinivella, U., Accaino, F., Loreto, M. (2010). Thermal state and concentration of gas hydrate and free gas of Coyahique. *Marine and Petroleum Geology*, 27(5), 1148–1156. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2010.02.011>
- Vergara, H. (1999). Recursos minerales oceánicos y áreas potenciales de la Zona Económica Exclusiva de Chile: su exploración y formación de recursos humanos. *Revista de Marina*, 6, 579–583. <https://revistamarina.cl/revistas/1999/6/hvergarac.pdf>
- Villar-Muñoz, L., Behrmann, J., Diaz-Naveas, J., Klaeschen, D., Karstens, J. (2014). Heat flow in the southern Chile forearc controlled by large-scale tectonic processes. *Geo-Marine Letters*, 34, 185–198.
- Villar-Muñoz, L., Bento, J., Vargas-Cordero, I., Morales, E. (2024). New insights into the marine minerals and energy resources of the Chilean continental shelf with an environmental approach. *Earth-Science Reviews*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2024.104850>
- Villar-Muñoz, L., Vargas-Cordero, I., Bento, J., Tinivella, U., Fernandoy, F, Giustiniani, M., Behrmann, J. y Calderón-Díaz, S. (2019). Gas hydrate estimate in an area of deformation and high heat flow at the Chile Triple Junction. *Geosciences*, (9)1, 28. <https://doi.org/10.3390/geosciences9010028>
- Wei, N., Pei, J., Zhao, J., Zhang, L., Zhou, S., Luo, P., ... y Wu, J. (2022). A state-of-the-art review and prospect of gas hydrate reservoir drilling techniques. *Frontiers in Earth Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.997337>
- Wilhelmy, M. (2023). *El Este de Asia en las Relaciones Internacionales*. Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Yáñez, E., Silva, C., Marabolí, J., Gómez, F. (2012). *Área marina de protección de la biodiversidad de recursos pelágicos en los montes submarinos de la Cordillera Nazca. Apéndice modelo para la presentación de la información científica para la descripción de áreas marinas de importancia ecológica o biológica*. Convención sobre la Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/doc/meetings/mar/ebsa-ettp-01/other/ebsa-ettp-01-pontificauniv-01-es.pdf>
- Yáñez, E., Silva, C., Vega, R., Espíndola, F., Álvarez, L., Silva, N., Palma, S., Salinas, S., Nenschel, Haussermann, V., Soto,

D. y Ramírez, N. (2009). Seamounts in the southeastern Pacific Ocean and biodiversity on Juan Fernandez seamounts. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37(3), 555-570. <https://doi.org/10.3856/vol37-issue3-fulltext-20>