

# Calificación jurídica y régimen de propiedad de los meteoritos en Chile

Fecha de recibido: 07 de junio 2023	Fecha de aprobado: 03 de agosto 2023
Reception date: June 07, 2023	Approval date: August 03, 2023
Data de recebimento: 07 de junho de 2023	Data de aprovação: 03 de agosto de 2023

## Marcela Tobar Garrido

<https://orcid.org/0009-0002-2826-0886>  
mtobar@fach.mil.cl

Magíster en Derecho

Asesora Legal de la Dirección Espacial - Fuerza Aérea de Chile, Chile  
Rol del investigador: teórico y escritura

Mestre em Direito

Assessor jurídico da Direção do Espaço - Força Aérea Chilena, Chile  
Função do pesquisador: teórico e redação

Master in Law

Legal Advisor of the Space Directorate - Chilean Air Force, Chile  
Researcher's role: theoretical and writin

**Cómo citar este artículo:** Tobar Garrido, M. (2023). Calificación jurídica y régimen de propiedad de los meteoritos en Chile. *Ciencia y Poder Aéreo*, 19(1), 112-124. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.798>



## Calificación jurídica y régimen de propiedad de los meteoritos en Chile

**Resumen:** La presente investigación tuvo por objetivo estudiar la calificación jurídica de los meteoritos, desde la perspectiva del análisis comparativo de distintos ordenamientos jurídicos, a fin de poder establecer, para el caso de la legislación nacional, la importancia de su regulación para efectos científicos y de certeza jurídica en cuanto a su uso y disposición. La presente investigación fue de carácter exploratoria, para lo cual se recopilaron diversos antecedentes ya existentes para su análisis a través de una metodología cualitativa. En este marco, se analizó la información y textos sobre la materia, evidenciándose las brechas entre la situación normativa actual y la deseable en materia de regulación legal de los meteoritos, lo que permitió formular propuestas de medidas específicas en el ámbito de estudio.

Los meteoritos han sido estudiados desde una perspectiva científica por su gran relevancia en la investigación del origen de nuestro planeta y del universo. Su forma corresponde a formación rocosa similar a la encontrada en nuestro planeta, pero su composición estudiada hasta ahora refiere metales que no tienen registro en la tierra. Los meteoroides, cuya forma más conocida radica en el vocablo “meteorito” son, en la mayoría de los casos, elementos que ingresan a la atmósfera y luego caen a la superficie terrestre. Sin embargo, su régimen legal no ha sido abordado de manera sistémica. Si bien existe el registro de ingreso de meteoroides a la atmósfera, no lo hay respecto a la disposición de sus restos. La importancia de su regulación radica en varios aspectos. El primero, desde la seguridad en su manipulación. Luego, la importancia de su composición, por último, el régimen de propiedad que los ampara, que permite establecer sus condiciones de uso y disposición, que va desde lo científico a su posible explotación comercial. El régimen normativo de los meteoritos debe abordarse desde una perspectiva del derecho internacional, también a través de la regulación de la nación depositaria de los restos. Su monitoreo constante y permanente merece atención regulatoria integrada y coordinada, ya que la trayectoria de los meteoroides podría coincidir con satélites, aeronaves u otros ingenios espaciales, pudiendo provocar interferencias o accidentes que afecten la vida de las personas. Su regulación y régimen de disposición en Chile, es una tarea importante de abordar y relevante desde la perspectiva de seguridad y bienestar de las personas.

De igual forma, siempre habrá un área no cubierta por la legislación ni las capacidades de un país con áreas pobladas y que los Estados tendrán que prever con la mitigación del daño causado. Lo anterior, es una oportunidad para el diseño y elaboración de políticas públicas en tal sentido, y de la colaboración nacional e internacional. Esta condición permitirá crear nuevas capacidades e incrementar los niveles de seguridad de los ciudadanos.

**Palabras clave:** meteoritos; ordenamientos jurídicos; uso; disposición; regulación legal.

## Legal qualification and ownership of meteorites in Chile

**Abstract:** The purpose of this research was to study the legal classification of meteorites, from the perspective of the comparative analysis of different legal systems, in order to be able to establish, in the case of national legislation, the importance of its regulation for scientific purposes and legal certainty in regarding its use and disposal. The present investigation was of an exploratory nature, for which various already existing antecedents were compiled for analysis through a qualitative methodology. Within this framework, the information and texts on the matter were analyzed, evidencing the gaps between the current regulatory situation and the desirable one in terms of legal regulation of meteorites, which allowed the formulation of proposals for specific measures in the field of study.

Meteorites have been studied from a scientific perspective due to their great relevance in the investigation of the origin of our planet and the universe. Its shape corresponds to a rock formation similar to that found on our planet, but its composition studied so far refers to metals that have no record on earth. Meteoroids, whose best known form lies in the word “meteorite” are, in most cases, elements that enter the atmosphere and then fall to the earth’s surface. However, its legal regime has not been addressed in a systemic manner. Although there is a record of meteoroids entering the atmosphere, there is none regarding the disposal of their remains. The importance of its regulation lies in several aspects. The first, from the security in its handling. Then, the importance of their composition and lastly, the property regime that protects them, which allows establishing their conditions of use and disposal, which ranges from the scientific to their possible commercial exploitation. The normative regime of meteorites must be approached from an international law perspective and also, through the regulation of the nation depositing the remains. Their constant and permanent monitoring also deserves integrated and coordinated regulatory attention, since the trajectory of meteoroids could coincide with satellites, aircraft or other space devices, potentially causing interference or accidents that affect people’s lives. Its regulation and disposal regime in our country is an important task to address and relevant from the perspective of people’s safety and well-being.

## Qualificação jurídica e propriedade dos meteoritos no Chile

In the same way, there will always be an area not covered by the legislation or the capacities of a country that is related to populated areas and that the States will have to anticipate with the mitigation of the damage caused. It is an opportunity for the design and elaboration of public policies in this sense and for national and international collaboration. This condition will allow the creation of new capacities and increase the levels of security for citizens.

**Keywords:** Meteorites; legal systems; use; disposal; legal regulation.

**Resumo:** O objetivo desta investigação foi estudar a qualificação jurídica dos meteoritos na perspectiva da análise comparativa de diferentes ordenamentos jurídicos, de modo a poder estabelecer, no caso da legislação nacional, a importância da sua regulamentação para fins científicos e a segurança jurídica quanto à sua utilização e eliminação. A presente investigação teve um carácter exploratório, para o qual foram compilados vários antecedentes existentes para análise através de uma metodologia qualitativa. Neste âmbito, foram analisadas informações e textos sobre o tema, evidenciando as lacunas existentes entre a situação normativa atual e a desejável no que respeita à regulamentação legal dos meteoritos, o que permitiu formular propostas de medidas específicas para a área de estudo.

Os meteoritos têm sido estudados numa perspectiva científica devido à sua grande relevância na investigação da origem do nosso planeta e do universo. A sua forma corresponde a formações rochosas semelhantes às encontradas no nosso planeta, mas a sua composição tem sido até agora estudada para metais que não têm registo na Terra. Os meteoróides, mais conhecidos por "meteoritos", são, na maioria dos casos, elementos que entram na atmosfera e depois caem à superfície da Terra. No entanto, o seu regime jurídico não tem sido abordado de forma sistemática. Embora haja registo da entrada de meteoróides na atmosfera, não há registo da eliminação dos seus detritos. A importância da sua regulamentação reside em vários aspectos. O primeiro é a segurança do seu manuseamento. Depois, a importância da sua composição e, por fim, o regime de propriedade que os protege, que permite estabelecer as suas condições de utilização e de eliminação, que vão desde o carácter científico até à sua eventual exploração comercial. O regime regulamentar dos meteoritos deve ser abordado numa perspectiva de direito internacional, também através da regulamentação da nação depositária dos restos mortais. A sua monitorização constante e permanente merece uma atenção regulamentar integrada e coordenada, uma vez que a trajetória dos meteoróides pode coincidir com satélites, aeronaves ou outras naves espaciais, podendo causar interferências ou acidentes que afetem a vida humana. A sua regulamentação e regime de eliminação no Chile é uma tarefa importante e relevante do ponto de vista da segurança e bem-estar das pessoas.

Da mesma forma, haverá sempre uma área não coberta pela legislação ou pelas capacidades de um país com áreas povoadas e que os Estados terão de prever com a mitigação dos danos causados. Esta é uma oportunidade para a conceção e elaboração de políticas públicas neste domínio e para a colaboração nacional e internacional. Esta condição permitirá a criação de novas capacidades e o aumento dos níveis de segurança dos cidadãos.

**Palavras-chave:** meteoritos; sistemas jurídicos; utilização; eliminação; regulamentação jurídica.

## Introducción

Cada vez que un meteoroido logra ingresar a la atmósfera terrestre y cae sin desintegrarse, se transforma en un objeto de interés, tanto para la ciencia como para otros actores, inclusive coleccionistas. De esta forma, un meteorito posee valor, haciéndose necesaria la regulación de su uso y disposición. La importancia de su normativa incluye la seguridad en su manipulación, su composición y el régimen de propiedad que los ampara, lo que permite establecer sus condiciones de uso y disposición, desde lo científico hasta su posible explotación comercial. Su monitoreo constante y permanente también merece atención regulatoria integrada y coordinada, ya que la trayectoria de los meteoroides podría coincidir con satélites, aeronaves u otros ingenios espaciales, pudiendo provocar interferencias o accidentes que afecten la vida de las personas o la seguridad de vuelo.

La regulación legal de los meteoritos no es uniforme en los diversos ordenamientos jurídicos, pasando desde un silencio normativo hasta una detallada disposición de los objetos, su uso y dominio.

Para poder definir un meteorito, es necesario entender el concepto de meteoroido. Los meteoroides son el nombre que se le da a todo objeto, generalmente rocoso en composición, que se encuentra en el espacio exterior sin una órbita regular (lo que lo diferencia de los asteroides). Sus tamaños y diámetros varían desde un grano de arena hasta ciudades enteras y, por lo general, circulan sin dirección ni rumbo fijo. También es necesario desatacar que no poseen ningún tipo de “cola” de gases congelados, pues eso los categorizaría como un cometa (que también tienen órbitas regulares).

En segundo lugar, cualquier meteoroido que ingresa a la atmósfera de un planeta (no exclusivamente a la Tierra) se le denomina meteorito (o “estrella fugaz” como se le conoce coloquialmente). Estos se caracterizan por presentar una estela de fuego que se forma producto del intenso roce atmosférico que tiene el objeto con los componentes gaseosos de la atmósfera.

La energía que se libera de este depende tanto de su densidad como del tamaño del planeta. Se libera tanta energía que algunos meteoritos pueden ser más luminosos que algunas estrellas, los que se conocen como “bolas de fuego”. Acorde a los datos de la NASA (agencia espacial norteamericana), unas 48.5 toneladas de material meteorítico cae a la Tierra cada día (NASA, 2019). Por último, un meteorito que sobrevive a su caída atmosférica y choca con el suelo se le conoce como meteorito.

Los meteoroides y asteroides que se encuentran en el sistema solar (principalmente en los cinturones de asteroides y Kuiper) tienen un origen discutido. Muchos científicos e investigadores creen que la hipótesis más probable de su creación son el resultado de la destrucción de planetoides en la vida temprana del sistema solar. Dado esto, su composición es testimonio patente de los elementos que formaron los satélites y planetas, tal como demuestra una investigación de los científicos Jodie Gradie y Edward Tedesco; en ella, afirman que los meteoroides y asteroides tienen esta evidencia puesto que han sufrido muy pocos cambios geoquímicos desde su formación (Tedesco, 1982). Los científicos afirman que mediante el uso de técnicas como la observación de reflexión espectral y la medición del albedo radiactivo, se puede inferir en la composición de estos cuerpos. El criterio de clasificación, explican, consiste en analizar la presencia o ausencia de ciertas bandas de absorción minerales y su tasa de reflexión. Comentan, en el caso específico de los asteroides que, si sus bandas coinciden con las de otros cuerpos en un lugar específico del espacio, ese fue su lugar de origen y es más probable de encontrar elementos metálicos pesados. Si estas no coinciden, significa que el asteroide fue movido de su lugar de origen por fuerzas mecánicas celestiales no conocidas (Tedesco, 1982).

En otro artículo publicado por el sitio divulgador científico *Phys*, se comenta que existen diversos tipos de asteroides y cometas con elementos diferentes. Muchos de ellos contienen minerales raros de la Tierra (como el platino o el iridio), hierro, y hasta cometas con minerales orgánicos y agua (Caín, 2015). Por

ejemplo, el investigador Fraser Caín (2015) señala que el recientemente descubierto asteroide 2012 DA14 vale US \$20 trillones en minerales.

Cuando cae un objeto espacial a la atmósfera de la Tierra supone un riesgo tanto para la infraestructura como para la seguridad de muchos países. Es por esta razón que muchos países han empezado un programa de concientización situacional espacial (o SSA, por sus siglas en inglés) cuyo objetivo es reducir y, en lo posible, eliminar el riesgo que la reentrada de estos objetos pudiese tener en las actividades espaciales. De esto habla un informe realizado por un grupo de científicos de la Universidad Coreana de Ciencias y Tecnología, publicado en la *Revista de Astronomía y Ciencias espaciales* (JASS, por sus siglas en inglés). De acuerdo con los datos que manejan del informe de situación del satélite, 42 939 objetos han sido puestos en órbita terrestre, de los cuales 24 175 han sido destruidos en su reingreso a la atmósfera, es decir, un 56.3 %, aproximadamente (Choi *et al.*, 2017).

La principal organización que monitorea y prepara ante una eventual trayectoria de colisión de asteroides, es el Grupo Asesor de Planificación de Misiones Espaciales (o SMPAG, por sus siglas en inglés). Esta organización, a cargo de las Naciones Unidas (ONU), es responsable de monitorear y evaluar misiones a asteroides cercanos a la Tierra. Su comando está integrado por las principales agencias espaciales, entre las que destacan la NASA estadounidense, la ESA europea y la ROSCOSMOS rusa. Este brazo de defensa planetaria de la ONU también tiene como objetivo estudiar y desarrollar nuevas tecnologías espaciales, con el objetivo de eliminar posibles amenazas de talla mundial. No obstante, acorde a un trabajo de investigación realizado por Cristea Emil, de la Escuela de Mando y Estado Mayor del Aire de EE. UU., el desarrollo de la tecnología espacial se ve notoriamente restringido por la falta de presupuesto y atención de los distintos gobiernos (Emil, 2015, p. 7).

Sin embargo, la misma autora comenta que esta falta de apoyo es suplida parcialmente gracias a la reciente entrada de actores privados al ámbito espacial. Empresas como SpaceX y Blue Origin, que han inyectado una gran cantidad de recursos al desarrollo de

tecnologías espaciales. Emil señala que, al ser compañías privadas, su principal objetivo son las ganancias, por lo que el ritmo al cual se prueban y ponen en práctica nuevas tecnologías es mucho más rápido que el de SMPAG, así como también existen, en principio, muchos menos impedimentos políticos (Emil, 2015, p. 8). Un buen ejemplo de esto es la utilización de cohetes reutilizables diseñados por ambas compañías privadas, lo que salva una considerable suma de dinero en temas de viajes espaciales. Si bien Emil teoriza que en un futuro estas compañías empezarán con objetivos más ambiciosos y lucrativos como la minería de asteroides, se puede aprovechar esta tecnología para desviar y hasta destruir cuerpos con trayectoria de colisión a la Tierra.

Es justamente este tema, la extracción de recursos espaciales, el cual proporcionará incentivos en el futuro para el desarrollo de nuevas tecnologías. En un artículo publicado por un grupo de científicos europeos y norteamericanos constatan que hoy en día ya existen los equipamientos y conocimientos necesarios para empezar una primera misión de minería espacial. Señalan que ya se han realizado misiones de extracción de muestras (como las misiones japonesas Hayabusa 1 y 2) junto a análisis de composición de muchos asteroides cercanos a la Tierra (Calla *et al.*, 2019, pp. 2-3). No obstante, el gran impedimento de la minería espacial actualmente es el costo. Sencillamente no es factible económicamente reemplazar la minería en la Tierra, principalmente debido a que cuesta mucho en términos monetarios llevar equipamiento al espacio. Aun así, los científicos teorizan que con el desarrollo de infraestructura espacial (como una base lunar o un gancho espacial) no solo lo volvería factible, sino preferible a la extracción de recursos en el planeta.

## Calificación jurídica

### Antes del ingreso a la atmósfera

Los meteoroides, mientras están en el espacio ultraterrestre, se encuentran regulados por la legislación

espacial internacional. Así, de acuerdo al artículo II del “Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes”, ratificado por Chile en 1967 y promulgado mediante el Decreto 77 de 1982, del Ministerio de Relaciones Exteriores, “el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, no podrá ser objeto de apropiación nacional por reivindicación de soberanía, uso u ocupación, ni de ninguna otra manera” (art. 11).

De esta manera, los meteoroides constituyen un “patrimonio común de la humanidad”, esto es:

Espacio que se sustrae a la soberanía de los Estados y se atribuye a la humanidad en su conjunto, regido entre otros por el principio de su uso libre y pacífico y sometido en algún caso a un régimen internacional convencional de explotación de sus recursos. (RAE, 2023, definición)

## Una vez ingresado a la atmósfera

Cuando el meteoroides ingresa a la atmósfera terrestre, en el caso de que no se desintegre totalmente en su contacto con el suelo, junto con cambiar de denominación a meteorito, comienza a ser objeto de regulación jurídica, que debe ser analizada en función del lugar en que cae o es hallado.

Acorde a un informe de la Annual Meteoritical Society Meeting, no existe un consenso mundial acerca de la propiedad de los meteoritos. En algunas legislaciones, como la estadounidense, señalan que los restos son propiedad del dueño del terreno (a no ser que sean subterráneos, en cuyo caso es propiedad del Estado por derechos minerales). En otros Estados, como Dinamarca, cualquier resto es propiedad del estado y se dará una compensación económica al sujeto en cuestión (Schimitt, 2001). No obstante, el autor sostiene que existe una división de la UNESCO denominada “Convención de las formas de prohibir y prevenir la importación, exportación y transferencia ilegal de propiedad cultural”, que regula el transporte conocido de artefactos, incluido meteoritos. Señala que los países

que se encuentran adheridos a esta convención deben devolver a los países de origen cualquier tipo de cosas originarias de otros, lo que da un primer indicio de un común acuerdo internacional sobre la propiedad de rocas espaciales (Schimitt, 2001).

Así como existen meteoritos que pueden ser atribuibles a privados, aquellos cuya procedencia no esté comprobada legalmente y que tengan una importancia científica significativa se expropian y entregan a museos o centros de investigación, lo que aumenta aún más la incertidumbre por la propiedad de estos objetos, interfiriendo incluso con el derecho civil. Existen casos aún más peculiares, como el de la legislatura argentina. Este país indica, como la mayoría de las naciones occidentales, que el hallazgo superficialmente de cualquier objeto es propiedad del dueño del terreno. No obstante, en la provincia del Chaco, el gobierno local es único en el sentido de que tiene una cláusula exclusiva para meteoritos, donde estipula que cualquier roca espacial hallada es propiedad del gobierno provincial. Esta ley se implementó tras el hallazgo de un meteorito específico denominado “Campo del cielo”.

Otros casos, como el de Chequia, no son tan directos. Dado que no existe una ley específica para meteoritos, por regla general lo que se encuentra en la superficie de una propiedad privada es generalmente del propietario. Dado que los museos e instituciones científicas no podían esperar la caridad de aquellos privados para que donaran las rocas encontradas, se inició un sistema de recompensas con el cual un meteorito encontrado sería recompensado monetariamente al propietario. En Dinamarca, por otro lado, existe una ley específica (s.36b), cualquier objeto de “valor arqueológico” debe de ser entregado inmediatamente a un museo. Esta clasificación también incluye los restos de meteoritos. Aun así, la ley también contempla una restitución económica a la persona que lo encuentra.

En la legislatura de la India, existe una resolución (45G-22-13) que data del 28 de abril de 1895, que indica a todos los gobiernos locales que cualquier meteorito encontrado en territorio nacional, sea público o privado, debe ser entregado inmediatamente

al museo geológico del gobierno en Calcuta (o una de sus filiales). Si no se entrega implica una sanción y una multa severa, junto a la confiscación del meteorito, por el cual no se entrega una compensación económica, pues es considerado propiedad federal. Caso muy contrario es el de Japón, donde la primera persona o entidad que encuentra una roca espacial es el absoluto propietario, por lo que puede hacer lo que estime conveniente con esta.

En términos generales, la aplicación de las distintas normas nacionales o internacionales dictadas al efecto se determinará según el lugar en que caiga el meteorito, sea este el territorio de un país, su mar territorial, alta mar o la antártica, aplicándose el principio de *lex rei sitae* (ley del lugar donde está la cosa). Abordaremos algunas legislaciones comparadas sobre la materia en el numeral 2.5.

## Meteoritos, basura espacial y aeronavegación

La regulación de los meteoritos es también importante para la aeronavegación, ya que un aspecto por considerar es el posible impacto de un meteorito o basura espacial sobre una aeronave que se encuentre volando en el espacio aéreo y que, durante su trayectoria de caída a la superficie terrestre, pueda causarle daño o derribarla.

Al respecto, solo en el espacio aéreo chileno, según cifras de la Junta de Aeronáutica Civil, hubo 476 332 operaciones aéreas realizadas durante el año 2018 y 506 859 durante el año 2019 (Junta Aeronáutica Civil, 2023).

Por ello también es muy relevante el sistema de monitoreo que exista para detectar tempranamente los meteoritos o basura espacial, actividad que debería coordinarse con los centros de control aéreo a fin de actuar de manera conjunta ante alguna amenaza cierta de caída de algún meteorito u objeto espacial desconocido a la superficie terrestre y en especial, en el territorio sujeto a nuestra jurisdicción.

Es importante considerar que el convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales considera que “un Estado de

lanzamiento tendrá responsabilidad absoluta y responderá de los daños causados por un objeto espacial suyo en la superficie de la Tierra o a las aeronaves en vuelo.” (Decreto 818, art. 11)

Este convenio fue ratificado por Chile en 1972, y promulgado mediante el decreto n.º 818 de 1977, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

## Aspectos de responsabilidad ante la caída de un meteorito a la tierra que cause daño a las personas, animales o bienes

Al ser un tema relativamente nuevo en la historia humana, la responsabilidad de facto de los daños de un posible meteorito no ha sido elaborada. Por lo general, la mayoría de los países denominan todo evento relacionado a meteoroides como “desastre natural”. No obstante, nunca en la historia humana moderna se ha documentado un impacto para ponerlo a prueba. Solo han ocurrido 2 eventos masivos que se acercan a ese nivel, ambos ocurridos en Rusia, conocidos como bólidos.

Por un lado, el evento de Tunguska es el primer fenómeno destructivo relacionado a rocas espaciales documentado en la historia. Según un artículo de la National Geographic (2021), en la Siberia Central de 1908, un meteoroides de gran magnitud, aproximadamente 37 m, explotó a 8 km de altura, liberando una onda expansiva que registraron barómetros incluso de Europa. Según el mismo escrito, la explosión fue tal que destruyó 80 millones de árboles en un radio de 2000 km<sup>2</sup> del epicentro, todo esto con una intensidad de poder de aproximadamente 300 bombas atómicas de Hiroshima (National Geographic, 2021). Al haber ocurrido hace más de un siglo, en una zona que incluso hoy sigue siendo inhóspita, los cálculos de daños materiales se dificultan. Sin embargo, el informe estima que, de ocurrir hoy en una zona densamente urbanizada, los costos serían catastróficos.

Por otro lado, acorde a un informe de Infoastro, el evento de Cheliábinsk, ocurrido el 15 de febrero de 2013, fue un meteoro que explotó y liberó cerca de 500 kilotones. Según datos de la ROSCOSMOS, el meteoro tenía unos 17 m de largo (a diferencia de los 37 del

de Tunguska). La explosión ocurrió a 30 km de altura y explotó con la fuerza de 30 bombas atómicas de Hiroshima, dejando daños valorados en 25 millones de euros (Salas y Ruiz, 2013). Esto, acorde al artículo, fue subvencionado en su mayoría por el propio gobierno ruso, aun cuando no existía ningún tipo de reglamentación al respecto. Esto puede ser útil como precedente a la hora de escribir futuras legislaciones al respecto

## Normas de legislación comparada

### España

La ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad establece el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad, como parte del deber de conservar y del derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona. Esta norma considera instrumentos de planificación estratégica, inventario, catalogación y planes de ordenación de los recursos naturales (Agencia Estatal, Gobierno de España, 2007).

En su artículo 3, numeral 38, se define el patrimonio geológico como el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida.

Esta normativa regula acciones destinadas a proteger este patrimonio, estableciendo un régimen de sanciones en caso de infracción.

### Argentina

La ley n.º 26 306, promulgada el 17 de diciembre de 2007, dispone que los meteoritos y demás cuerpos celestes que se encuentren o ingresen en el futuro al territorio argentino, su espacio aéreo y aguas jurisdiccionales son bienes culturales en los términos del

primer párrafo del artículo 2, de la ley n.º 25 197 (Gobierno de Argentina, 2007).

Agrega la misma norma legal que los meteoritos y demás cuerpos celestes referidos en el artículo precedente quedan comprendidos dentro de los efectos y alcances de la convención sobre las medidas que deben adoptarse para prohibir e impedir la importación, la exportación y la transferencia ilícitas de bienes culturales, aprobada por la ley n.º 19 943 y por la convención de UNIDROIT sobre objetos culturales robados o exportados ilegalmente, aprobada por la ley n.º 25 257.

Por su parte, la ley n.º 25 197 establece el régimen de registro del patrimonio cultural, y en su artículo 2 dispone que a los efectos de la presente ley se entiende por “bienes culturales”, a todos aquellos objetos, seres o sitios que constituyen la expresión o el testimonio de la creación humana y la evolución de la naturaleza y que tienen un valor arqueológico, histórico, artístico, científico o técnico excepcional. El universo de estos bienes constituirá el patrimonio cultural argentino (SAIJ, 2020).

Corresponde la aplicación de esta norma legal a la Secretaría de Cultura de la Nación, que debe efectuar el relevamiento de los bienes culturales de dominio público nacional, su catalogación, identificación, crear un banco de datos e imágenes, Coordinarse con los gobiernos provinciales y ejercer la superintendencia sobre estos bienes.

En la provincia del Chaco, la ley n.º 3563 declara de utilidad pública, interés social y afectado al uso público, a todo meteorito, aerolito o cualquier cuerpo natural, proveniente del espacio que se encuentren en territorio de esa provincia. Corresponde a la policía provincial organizar el régimen de custodia y conservación de estos bienes consignados y la aplicación de la mencionada ley, compete al poder ejecutivo por intermedio del Ministerio de Gobierno, Justicia y Educación.

Por último, en la provincia de Santiago del Estero se dictó la ley n.º 6828, que declara de dominio público los meteoritos, aerolitos o cualquier cuerpo natural, proveniente del espacio que se encuentren en territorio de la provincia, con carácter exclusivo, inembargable, inalienable e imprescriptible. De la misma manera,

la ley provincial señala que el objetivo de ella es i) la recuperación, preservación y tutela de todo meteorito, aerolito o cualquier cuerpo natural, proveniente del espacio, para su aprovechamiento científico, técnico, histórico, cultural y turístico en la provincia de Santiago del Estero; ii) y la protección del área de dispersión y zonas de cráteres o huellas.

## Reino Unido

Bajo el sistema de derecho anglosajón, basado en análisis de sentencias judiciales e interpretaciones que estas hacen de la ley, un meteorito sería del propietario del terreno o edificio en el que se encuentra. Sobre anillos de oro encontrados por un empleado limpiando una piscina propiedad de su empleador, Schmitt indicó lo siguiente:

El principio general es que donde alguien está en posesión de la casa o terreno que ocupa, y sobre que manifieste la intención de ejercer el control y la prevención de interferencias no autorizadas, y algo es encontrado en esa casa o en esa tierra por un extraño o un sirviente, la presunción es que es la posesión de la cosa hallada está en manos del dueño del locus in quo. (Schmitt, 2002, p. 462)

## Antártica

El Tratado Antártico (firmado el 1 de diciembre de 1959 en Washington) y promulgado en Chile mediante el decreto n.º 361 de 1961 del Ministerio de Relaciones Exteriores, constituye un instrumento jurídico internacional que establece el uso pacífico de la Antártica; la cooperación para la investigación científica; intercambio de informaciones; el régimen de inspecciones de las actividades que se realizan en la Antártica; la condición de statu quo de las reclamaciones territoriales de siete de los países signatarios, entre los cuales se encuentra Chile; la estructura orgánica; las actividades de terceros Estados en la Antártica; y las normas y convenciones para la conservación de los recursos y del ambiente (INACH, 2023). Sobre la materia se han aprobado dos resoluciones en las reuniones consultivas

del Tratado Antártico, y en las cuales Chile ha participado, a saber:

Resolución 3 (2001) recolección de meteoritos en la Antártica adoptada en la XXIV RCTA. San Petersburgo, Rusia, 9 al 20 de julio de 2001, que señala:

Los representantes, Preocupados por la pérdida potencial a la investigación científica debido a la recolección no restringida de meteoritos en la antártica instan a las partes al protocolo medioambiental que den tales pasos jurídicos o administrativos cómo es necesario para conservar los meteoritos de la antártica para que estos sean recogidos y curados conforme a las normas científicas aceptadas y estén disponibles para las finalidades científicas. (Secretaría del Tratado Antártico, 2022, párr. 5)

Medidas del Tratado Antártico adoptadas en la XL reunión consultiva de dicho tratado, celebrada en Pekín del 23 de mayo al 1 de junio de 2017: recolección o retiro de material encontrado en la zona. Se permite la recolección y uso de nieve y hielo para el suministro de agua que es esencial para apoyar las actividades de los programas nacionales o las expediciones de visitantes no pertenecientes a organizaciones gubernamentales (VNG).

Está prohibido ocasionar daños, retirar o destruir cualquier artefacto histórico enumerado en la lista de sitios y monumentos históricos, en virtud del artículo 8.4 del anexo v al protocolo. Todo material que se encuentre en la zona puede recolectarse o eliminarse únicamente con fines científicos, educacionales o de gestión indispensables, y la cantidad de su recolección debe limitarse al mínimo necesario para satisfacer dichas necesidades. Todo meteorito que se retire deberá recolectarse y curarse de conformidad con las normas científicas aceptadas y se deberá poner a disposición de fines científicos. Todo material de origen humano que probablemente comprometa los valores de la Zona deberá ser retirado, salvo que el impacto de dicho retiro sea probablemente mayor que el de dejar dicho material en el lugar. En tal caso, se deberá informar a las autoridades nacionales pertinentes (Boletín Oficial del Estado, 2018).

## Tratados internacionales

Entre los acuerdos internacionales vinculados a la materia, destacan dos:

Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, Unesco, en cuya virtud, los países signatarios se comprometen a adoptar las medidas jurídicas, científicas, técnicas, administrativas y financieras adecuadas, para identificar, proteger, conservar, revalorizar y rehabilitar ese patrimonio (Decreto 259, 1980). Señala además este pacto que, respetando plenamente la soberanía de los Estados en cuyos territorios se encuentre el patrimonio cultural y natural y sin perjuicio de los derechos reales previstos por la legislación nacional sobre ese patrimonio, los estados parte reconocen que constituye un patrimonio universal en cuya protección la comunidad internacional entera tiene el deber de cooperar.

Convención sobre las medidas que deben adoptarse para prohibir e impedir la importación, la exportación y la transferencia de propiedad ilícitas de bienes culturales de la Unesco (Decreto 141, 2014). Señala el referido instrumento internacional que se consideran Bienes Culturales los objetos que, por razones religiosas o profanas, hayan sido expresamente designados por cada estado como de importancia para la arqueología, la prehistoria, la historia, la literatura, el arte o la ciencia y que pertenezcan a las categorías enumeradas a continuación: a) las colecciones y ejemplares raros de zoología, botánica, mineralogía, anatomía, y los objetos de interés paleontológico, c) el producto de las excavaciones (tanto autorizadas como clandestinas) o de los descubrimientos arqueológicos; De igual forma, en dicho tratado, los estados partes se obligan además, con arreglo a lo dispuesto en la legislación de cada Estado, a impedir por todos los medios adecuados, las transferencias de propiedad de bienes culturales que tiendan a favorecer la importación o la exportación ilícitas de esos bienes.

## Normas jurídicas en Chile

En nuestro país no se ha legislado específicamente sobre esta materia. Sin embargo, existen normas legales

que pueden aplicarse, en aspectos relacionados con su naturaleza y disposición final.

En el ámbito del derecho civil, un meteorito caído en el territorio chileno es un bien mueble que nunca ha pertenecido a nadie (*res nullius*), por lo que podría ser adquirido por ocupación, específicamente invención o hallazgo. Este último es un modo de adquirir el dominio de las cosas que no pertenecen a nadie, como una piedra, mediante la aprehensión material de ellas, acompañada de la intención de adquirirlas, bajo el supuesto que la adquisición de esas cosas no esté prohibida por las leyes nacionales ni por el derecho internacional.

En la esfera cultural, la ley n.º 17.288 de monumentos nacionales, no menciona de manera expresa a los meteoritos dentro del concepto de monumentos nacionales. Sin embargo, en su artículo 1 hace referencia a “objetos de formación natural, que existan bajo o sobre la superficie del territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales y cuya conservación interesa a la ciencia...” (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, s.f., párr. 2; Universidad de Chile, 2009, pp. 3-4).

En mérito de ello y considerando que Chile es signatario de la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, de la Unesco (Decreto 259, 1980), mediante la cual adquirió el compromiso internacional de adoptar las medidas jurídicas, científicas, técnicas, administrativas y financieras adecuadas, para identificar, proteger, conservar, revalorizar y rehabilitar este patrimonio, los meteoritos caídos en nuestro territorio podrían ser considerados un monumento nacional de tipo “objeto de formación natural que existe sobre la superficie del territorio nacional y cuya conservación interesa a la ciencia”.

Importante es destacar la regulación que la propia ley n.º 17.288 realiza respecto de los monumentos arqueológicos, antropológicos o paleontológicos. Así, su artículo 26 señala que quien haga excavaciones en cualquier punto del territorio nacional y con cualquier finalidad, encontrare ruinas, yacimientos, piezas u objetos de carácter histórico, antropológico, arqueológico o paleontológico, está obligado a denunciar inmediatamente el descubrimiento al gobernador

provincial, quien ordenará a Carabineros que se haga responsable de su vigilancia hasta que el Consejo de Monumentos Nacionales se haga cargo de él. La infracción a lo dispuesto acarrea multa de cinco a doscientas unidades tributarias mensuales, sin perjuicio de la responsabilidad civil solidaria de los empresarios o contratistas a cargo de las obras, por los daños derivados del incumplimiento de la obligación de denunciar el hallazgo.

De igual forma, la misma ley n.º 17.288, artículo 28, previene que es el Museo Nacional de Historia Natural el centro oficial para las colecciones de la ciencia del hombre en Chile. En consecuencia, el Consejo de Monumentos Nacionales deberá entregar a dicho museo colecciones representativas del material obtenido en las excavaciones realizadas por nacionales o extranjeros, según lo determine el reglamento (Decreto 484, 1991).

Cabe señalar que existe un proyecto de ley ingresado en el Congreso Nacional, con fecha del 16 de diciembre de 2013 (Boletín n.º 9.194-04) en primer trámite constitucional por el senador Alejandro Navarro (archivado el 22 de marzo de 2018), que propone agregar el artículo 28 bis a la ley n.º 17.288 sobre monumentos nacionales, a saber: “Los artículos 21, 22, 23 de este título serán aplicables también a los meteoritos y los cráteres meteóricos, los cuáles tampoco podrán ser intervenidos, alterados o manipulados bajo las mismas condiciones y sanciones que estas normas establecen”.

En el mensaje del mencionado proyecto de ley, la Dra. Millarca Valenzuela indica que:

La ley chilena, no considera a los meteoritos como Patrimonio. Los meteoritos son piezas geológicas de importancia. Asimismo, los cráteres meteóricos tienen la misma relevancia, toda vez que el material que alberga al meteorito es afectado por este y también es una enorme fuente de conocimiento científico. Respecto de los “cráteres meteóricos”, o lugares donde caen los meteoritos, si dejan rastro, deberían ser protegidos también por el sólo ministerio de la ley, pues puede ser muy tarde si se declaran patrimonio por decreto (podrían ser declarados por decreto como “santuarios

de la naturaleza” en virtud del artículo 31 de la ley de monumentos n.º 17.288, pero demoraría demasiado para protegerlo). (Ley n.º 17.288, p. 23)

De hecho, en Chile los meteoritos encontrados han tenido distintos destinos. Algunos se encuentran en museos, otros en poder de particulares o han sido vendidos al extranjero, gran parte de ellos se encuentran en museos del mundo o en colecciones privadas y solo unos pocos están en exhibición en Chile: Museo Nacional de Historia Natural, Museo Sernageomin, Museo Mineralógico de Copiapó, Museo Mineralógico Ignacio Domeyko de La Serena y Museo Geológico Humberto Fuenzalida, de la Universidad Católica del Norte, Antofagasta. Corresponden a 62 meteoritos reconocidos por la Meteoritical Society. Algunos de los más famosos a nivel mundial son el mesosiderito de Vaca Muerta, descubierto en 1861 por Ignacio Domeyko y la palasita de Imilac, descubierta por José María Chaile y descrita por Rodolfo Amando Phillipi en 1853. A esta cantidad se sumarán al menos 15 nuevos recolectados en los últimos 3 años por el equipo de científicos de Millarca Valenzuela (Cámara de Diputados y Diputadas, 2013).

## Conclusiones

La legislación comparada regula de manera diversa el uso, destino y disposición de los meteoritos, destacando en cada caso, la necesaria protección jurídica de estos elementos, que viajan a través del espacio ultraterrestre y que son objetos preciados para la investigación científica. Así, los meteoritos constituyen un fenómeno natural de relevancia para el derecho. Tal como se expuso en este trabajo, existen sistemas jurídicos que abordan las materias relacionadas y que regulan su utilización. En Chile, mientras no se legisle al respecto, solo cabe aplicar leyes de carácter general y tratados internacionales ratificados por nuestro país, sin perjuicio de la competencia de los tribunales de justicia toda vez que, en virtud del principio de inexcusabilidad, la Corte Suprema chilena ha admitido la

analogía como medio para interpretar la ley, cuando se trata de textos legales armónicos y que versen sobre materias análogas o semejantes (Aguilera, 2008). En todo caso, y por aplicación de lo dispuesto en el inciso segundo del artículo 3 del código civil chileno que consagra el principio del efecto relativo de las sentencias, el fallo solo tendría aplicación para el caso en que se pronuncie.

En directa relación con las normas expuestas, existe un ámbito que no se encuentra regulado en Chile, y que se refiere al hallazgo de objetos espaciales desconocidos que caen a la tierra y que puede abarcar desde meteoritos hasta basura espacial, incluyendo restos de la Estación Espacial Internacional, como ha anunciado la NASA, que ingresará a la atmósfera en el año 2031 “sobre el Área Deshabitada Oceánica del Pacífico Sur (SPOUA)” (NASA, 2022).

Sobre la materia, es importante que pueda avanzarse en un protocolo que permita establecer en forma clara qué organismo público debe analizar los restos encontrados, a fin de prevenir daños a las personas que los encuentren, identificarlos y luego proceder a su entrega, según corresponda.

Así, y en virtud del principio de coordinación entre organismos públicos, advertida la autoridad policial de algún hallazgo de un objeto espacial desconocido, debería activarse un protocolo para que el objeto sea mantenido en el lugar, seguro y sin intervención de terceros para que sea analizado por algún organismo público competente (Comisión Chilena de Energía Nuclear y Servicio Nacional de Geología y Minería) y solo luego de determinar su naturaleza, se resuelva su destino. Si se tratara de un meteorito, debería ser entregado al Museo Nacional de Historia Natural, centro oficial de las colecciones de ciencias naturales, para que se incorpore a su colección. De esta forma quedaría amparado en las normas de la ley n.º 17.288 y a disposición de las instituciones científicas que lo requieran.

Si se tratara de restos de satélites, debe considerarse lo dispuesto en el artículo II del “Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales”, un estado de lanzamiento tendrá responsabilidad absoluta y responderá de los

daños causados por un objeto espacial suyo en la superficie de la Tierra o a las aeronaves en vuelo. A estos efectos, será el Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, este último en virtud de lo dispuesto en la ley n.º 21.105 que lo crea, quienes actuando coordinadamente, deberán establecer un procedimiento de notificación al Estado que aparezca como responsable de algún daño provocado en nuestro país.

En mérito de las consideraciones expuestas, puede concluirse que una adecuada legislación dictada en función del destino de los elementos que caen a la superficie terrestre se hace necesaria de manera transversal, habida consideración del impacto que ello puede tener en uno o más territorios, espacios marítimos o aéreos nacionales o internacionales, y su importancia para la investigación científica. Los meteoritos son viajeros del tiempo que traen información sobre el origen del universo y la vida en él. Su debido tratamiento es responsabilidad de cada uno de los sistemas que integran la actividad científica al quehacer nacional y al desarrollo de cada país.

De la misma forma, se hace necesario adoptar las previsiones a nivel del Estado respecto de la posibilidad de que meteoritos u otros objetos provoquen daños mayores que afecten a personas o bienes. La formulación de políticas públicas y la cooperación internacional son claves para este desafío.

## Referencias bibliográficas

- Agencia Estatal, Gobierno de España. (2007). *Boletín Oficial del Estado*. <https://www.boe.es/eli/es/l/2007/12/13/42>
- Aguilera, R. (2008). *Los conceptos de la Corte Suprema sobre interpretación de la ley a través de sus sentencias*. <http://sitios.uvm.cl/derechosfundamentales/revista/01.011-039.Andreucci.pdf>
- ATS. (2022). *Informe final de la cuadragésima cuarta reunión consultiva del Tratado Antártico*. [https://documents.ats.aq/ATCM44/fr/ATCM44\\_fr001\\_s.pdf](https://documents.ats.aq/ATCM44/fr/ATCM44_fr001_s.pdf)
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (s.f.). *Historia de la ley n.º 17.288*. <https://www.bcn.cl/historiadelaley/nc/historia-de-la-ley/42/>

- Boletín Oficial del Estado. (2018). *Disposiciones generales*. <https://www.boe.es/boe/dias/2018/06/01/pdfs/BOE-A-2018-7293.pdf>
- Cain, F. (2015). *Asteroids. Will we mine asteroids?* <https://phys.org/news/2015-01-asteroids.html>
- Calla, P., Fries, D. & Welch, C. (2019). *Asteroid mining with small spacecraft and its economic feasibility*. International Space University; Initiative for Interstellar Studies.
- Choi, E. J., Cho, S., Lee, D. J., Kim, S. & Jo, J. H. (2017). *A study on Re-entry predictions of Uncontrolled Space Objects for Space Situational Awareness*. JASS.
- Cámara de Diputados y Diputadas. (2013). *Proyecto de ley que modifica la ley n.º 17.288, con el objeto de aplicar a los meteoritos y cráteres meteóricos, determinadas disposiciones referentes a los monumentos arqueológicos*. Número de boletín: 9194-04. <https://www.camara.cl/legislacion/ProyectosDeLey/tramitacion.aspx?prmID=9599&prmBOLETIN=9194-04>
- Emil, C. (2016). *Planetary Defense. Maxwell Air Force Base*. Distribution A.
- Gobierno de Argentina. (2007). *Normativa nacional y leyes*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-26306-135907>
- INACH. (2023). *Sistema del Tratado Antártico*. [https://www.inach.cl/inach/?page\\_id=21](https://www.inach.cl/inach/?page_id=21)
- Junta Aeronáutica Civil. (2023). *Informes del número de operaciones realizadas en los aeropuertos y aeródromos de Chile*. <http://www.jac.gob.cl/informes-del-numero-de-operaciones-realizadas-en-los-aeropuertos-y-aerodromos-de-chile/>
- Ministerio de Educación de Chile. (1991, 02 de abril). Decreto 484. *Reglamento de la ley n.º 17.288, sobre excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=13706&idVersion=1991-04-02&idParte=>
- Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile. (1972, 29 de marzo). Decreto 818. *Promulga el convenio sobre responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales de fecha 29 de marzo de 1972*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=121824>
- Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile. (1980). Decreto 259. *Promulga la convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural, suscrita en Unesco, París, el 16 de noviembre de 1972* <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=265641&idParte=0>
- Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile. (1982, 26 de marzo). Decreto 77. *Promulga el convenio sobre los principios que deben regir las actividades de los estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la luna y otros cuerpos celestes*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar/imprimir?idNorma=8798&idVersion=1982-03-26>
- Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile. (2014, 30 de septiembre). Decreto 141. *Promulga la convención sobre las medidas que deben adoptarse para prohibir e impedir la importación, la exportación y la transferencia de propiedad ilícitas de bienes culturales de la Unesco*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1067274>
- NASA. (2019). *Asteroids, comets and meteors. Solar System Exploration*. <https://solarsystem.nasa.gov/asteroids-comets-and-meteors/meteors-and-meteorites/in-depth/>
- NASA. (2022). *International Space Station Transition Report pursuant to Section 303(c)(2) of the NASA Transition Authorization Act of 2017 (P.L. 115-10)*. [https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/2022\\_iss\\_transition\\_report-final\\_tagged.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/2022_iss_transition_report-final_tagged.pdf)
- National Geographic. (2021). *El misterio de Tunguska: el meteorito que impactó Siberia con la fuerza de 300 bombas atómicas sin dejar rastro*. [https://historia.nationalgeographic.com.es/a/tunguska-misteriosa-devastacion-que-ocurrio-siberia-1908\\_17391](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/tunguska-misteriosa-devastacion-que-ocurrio-siberia-1908_17391)
- Real Academia Española. (2023). *Diccionario panhispánico del español jurídico*. <https://dpej.rae.es/lema/patrimonio-com%C3%BAn-de-la-humanidad>
- SAIJ. (2020). *Reglamentación de la ley 25.197 sobre el Régimen del Registro del Patrimonio Cultural*. <http://www.saij.gob.ar/DN20200000843>
- Salas, L. & Ruiz, V. (2013). *El evento de Cheliábinsk*. <http://www.infoastro.com/201302/17evento-cheliabinsk.html>
- Schmitt, D. (2001). *64 Annual Meteoritical Society Meeting, Vancouver*.
- Schmitt, D. (2002). The law of ownership and control of meteorites. *Meteoritics & Planetary Science*, 37(12). <https://repository.arizona.edu/handle/10150/655627>
- Tedesco, J. G. (1982). *Compositional structure of the asteroid belt*. Cornell University, University of Arizona: American Association for the Advancement of Science.
- Universidad de Chile. (2009). *Meteoritos chilenos y su necesidad de protección y preservación como un nuevo tipo de geopatrimonio*. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. XII Congreso Geológico Chileno. [https://catalogo.biblioteca.sernageomin.cl/Archivos/12993\\_v2\\_S5\\_028.pdf](https://catalogo.biblioteca.sernageomin.cl/Archivos/12993_v2_S5_028.pdf)