

# Importancia de la Geodiversidad. Método para el inventario y valoración del Patrimonio Geológico

Walter MEDINA<sup>1</sup>

**Resumen:** *IMPORTANCIA DE LA GEODIVERSIDAD. MÉTODO PARA EL INVENTARIO Y VALORACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO.* En el presente trabajo se plantea un método de análisis cuantitativo del patrimonio geológico de un área elegida. Esta importancia nace del hecho de que el patrimonio natural -donde se involucra a la riqueza geológica-, está cada vez más amenazada producto de actividades tales como la agricultura en grandes superficies, grandes infraestructuras, etc., trayendo aparejado un deterioro o incluso la desaparición de la herencia geológica, lo cual se traduce a un empobrecimiento del patrimonio de todos y de la historia geológica del mundo. El interés que se despertó por proteger estos bienes únicos e irremplazables llevó al desarrollo de distintas técnicas o herramientas que contribuyen a la geoconservación. En este sentido, el desarrollo de la geoconservación a nivel internacional es bastante heterogéneo y también lo son sus planes de acción para conservar las riquezas geológicas y geomorfológicas. Existen varios métodos para esta práctica, en este caso se presenta una metodología en su etapa de inventario y cuantificación de los potenciales geositos.

**Abstract:** *GEODIVERSITY IMPORTANCE. AN INVENTORY AND ASSESSMENT METHOD FOR GEOHERITAGE.* A geoheritage quantitative analysis method applied to a chosen area is proposed. The natural heritage, involving geological richness, is increasingly threatened by activities such as large surface agriculture, infrastructures, etc., endangering the geological heritage, which translates to an impoverishment of the general heritage and the global geological history. The interest aroused by protecting these unique and irreplaceable assets, led to the development of different techniques or tools to geoconservation. As a matter of fact, the international development of geoconservation is quite heterogeneous and so are their action plans for protecting geological and geomorphological wealth. Several methods were defined for this practice, and in this opportunity, a methodology is proposed within the initial phase of inventory and quantification of potential geosites.

**Palabras clave:** Patrimonio Geológico. Geoconservación. Geositio. Metodología.

**Key words:** Geoheritage. Geoconservation. Geosite. Methodology.

## Introducción

La presente contribución tiene como principal objetivo presentar una metodología en su etapa de inventario y cuantificación de los potenciales geositos, estas dos etapas permitirán definir, en el final de su aplicación, los geositos que permanecerán en el plan de cuidados oportunamente presentado, y que serán incluidos en futuras políticas de geoconservación y monitoreo. Para esto, se proponen herramientas y cálculos que ayudan a alcanzar la meta.

Argentina alberga una inmensa variedad de escenarios naturales, lo cual trae necesariamente aparejado para su conservación, la implementación de políticas -estrategias serias y concretas, ya sea en áreas actualmente protegidas o sin ninguna legislación al respecto. Actualmente en la República Argentina, entidades ya sean nacionales como la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la Administración de Parques Nacionales, y políticas como la Estrategia Nacional de Biodiversidad, la Coordinación del Consejo Federal de Medio Ambiente, o de reconocimiento internacional como el Programa MAB de la UNESCO, la Convención de

Ramsar, no poseen hasta el momento implicancias directas en la planificación y puesta en valor del patrimonio geológico. La Administración de Parques Nacionales presenta una dotación insuficientes en recursos humanos, financieros, etc. (APN, 2007), llevando a que la conservación de las áreas con características geológicas excepcionales se encuentran en muchos de los casos al margen de las legislaciones.

Cabe destacar, sin embargo, algunas iniciativas de geoconservación en distintos ámbitos que brindan una base para futuras políticas, como ser el Monumento Nacional Bosques Petrificados en la Patagonia, la ley de glaciares, formalmente llamada Régimen de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial N° 26.639, pretende realizar estudios, inventarios y monitoreos de los glaciares y sus implicancias en temas como hidrología y geología, llevado a cabo a nivel nacional por el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA – CONICET, 2010). La ley N° 25.743 del año 2003, sobre la Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico, tiene entre sus objetivos la preservación, protección y tutela de los organismos o indicios de la actividad vital de estos organismos que vivieron en el pasado geológico y toda concentración natural de fósiles en un cuerpo de roca. El Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) posee al Instituto de Geología y Recurso Minero (IGRM) como una unidad especializada que tiene entre sus actividades el Proyecto Sitios de Interés Geológico de la República Argentina, habiendo realizó la edición del libro “Sitios de Interés Geológico de la República Argentina”, Tomo I Norte y Tomo II Sur. En éste se presentan 72 sitios distribuidos en todas las provincias geológicas, los cuales conforman un primer inventario y catalogo de los sitios (SEGEMAR, 2008).

Por último, y al igual que en otros países de América Latina (ej. Brasil, Chile, Uruguay, Venezuela), Argentina se encuentra iniciándose en la implementación de los geoparques en su territorio. Algunas de las propuestas ya planteadas se encuentran en etapas iniciales, entre los que se pueden mencionar al Parque Bryn Gwyn en Chubut, el Parque Divisadero Largo en Mendoza y el Parque Pohuen-Co en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, los cuales se destacan por conservar flora y fauna fósil. Vale acotar que Argentina no presenta aún geoparques con reconocimiento de la UNESCO.

Este artículo propone una metodología en su etapa de inventario y cuantificación de los recursos geológicos, de modo de presentar un registro de aquellos sitios que posean valores desde el punto de vista científico, educativo, etc., que deben ser resguardados y estudiados para contribuir a la reconstrucción de la historia geológica en el ámbito regional y nacional.

## Antecedentes

Las políticas para conservar el patrimonio geológico han comenzado a obtener un interés creciente con su reconocimiento a nivel internacional. De esta manera son muchos ya los organismos que plantean tareas bajo estas líneas de acción. Se mencionarán solo algunas. La UNESCO, celebró en París la Convención sobre la Protección del Patrimonio Natural y Cultural Mundial (1972), donde se indica claramente en el artículo 2, que se considerarán patrimonio natural: “... las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies animales y vegetales, amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico ...” (UNESCO, 1972).

La Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) presenta dentro de las actividades científicas ejecutadas por el “Grupo de Trabajo sobre Patrimonio Geológico” para su

plan de acción 2011 una serie de tareas entre las cuales se plantea el desarrollo de un inventario de los sitios de patrimonio geológico a nivel mundial, la recopilación de normas existentes en todos los países sobre el comercio de objetos tales como fósiles, minerales y meteoritos y finalmente la coordinación de las diversas actividades en patrimonio geológico emprendido por la IUGS (IUGS, 2011). Dentro de este gran organismo funciona un notorio e interesante programa denominado *Global Geosites* iniciado en 1996 (IGME, 2011) con el fin de realizar un inventario previo de todos los elementos que integran el Patrimonio Geológico Internacional. Asimismo, la IUGS en vinculación a la UNESCO, formó un nuevo grupo de trabajo denominado Grupo Mundial de Trabajo en Geositios (GGWG - *Global Geosites Working Group*). Así como lo mencionan Baretino *et al.* (2000) el GGWG está constituido y opera a través de grupos regionales de trabajo. Estos están formados por representantes nacionales y especialistas procedentes de distintas disciplinas, con el fin de analizar los elementos más significativos del medio, desarrollando las tareas en forma eficiente.

El proyecto Global Geosites opera en Europa a través del ProGEO, nombre de la Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (*The European Association for the Conservation of the Geological Heritage*) creada en 1992 y oficialmente registrada en el año 2000. Una de las formas más rápidas de obtener resultados es a través de la división de tareas, por lo que se establecieron grupos de trabajo nacionales para promover actividades en sus propios territorios. Resultaron así ProGEO-Portugal, ProGEO-Turquía, ProGEO-España, ProGEO-Italia, ProGEO-Noruega, entre otros, además de la ProGEO-sede situada en Suecia (Lima, 2008).

Asimismo, en la Unión Geográfica Internacional (UGI) existen los denominados ‘Grupos Emergentes de Trabajos’ que incluye el de ‘Geoparques’ orientado por la Universidad Autónoma de México (Instituto de Geografía – Circuito Exterior, Comisión de Geoparques), la cual propone un desarrollo de Geoparques a través de una perspectiva geográfica. Las actividades antes descritas dan pautas de la importancia y relevancia de los aspectos vinculados a la geoconservación y geoparques en el ámbito de la geografía y en sus planes de acción (UGI, 2011).

## Marco conceptual y propuesta de inventario

Recientemente se comenzó a usar en el campo de las ciencias de la Tierra la connotación de geodiversidad para referirse a la variedad dentro de la naturaleza abiótica. Cuando se desarrolla esta temática surgen diversas preguntas sobre el área que merece ser protegida, y sobre la forma de establecer los límites que deben ser precisos y claros. A partir de estas preguntas es que surge el término geositio.

Ambos términos, tanto geodiversidad como geositio, presentan un abanico de definiciones, la más completa referente al primer término es la de Serrano *et al.* (2009), que la define como “la variedad de la naturaleza abiótica, incluidos los elementos litológicos, tectónicos, geomorfológicos, edáficos, hidrológicos, topográficos y los procesos físicos sobre la superficie terrestre, los mares y océanos, junto a sistemas generados por procesos naturales, endógenos, exógenos y antrópicos, que comprende la diversidad de partículas, elementos y lugares”. En cuanto al término geositio, según Elizaga y Palacio (1996) “son aquellos lugares en los que afloran, o son visibles, los rasgos geológicos más característicos y mejor representados de una región”. Para Brilha (2005) el geositio es la “ocurrencia de uno o más elementos de la geodiver-

sidad aflorantes que presente valores singulares desde el punto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico u otro en conjunto”.

Por otro lado se encuentra el Patrimonio Geológico el cual es definido por Carcavilla *et al.*(2007) como “el conjunto de elementos geológicos que se destacan por su valor científico, cultural o educativo”. Cuando se realiza el estudio del patrimonio geológico uno de los primeros pasos es lograr la distinción entre éste y geodiversidad, ya que son conceptos diferentes pero se llegan a relacionar. Por ejemplo un área puede ser rica en variedad geológica pero pobre en su valor patrimonial. Así también puede suceder al revés, una zona puede ciertamente ser pobre en variedad geológica pero la calidad de los elementos que la componen ser alta por lo que le conferiría en un análisis un patrimonio geológico importante.

A partir de esto, una vez definida el área de trabajo se comienza con los primeros pasos hacia la geoconservación a través de un inventario. Éste debe ser una de las tareas mejor realizadas ya que será la base de nuestro trabajo. El objetivo es obtener aquellos potenciales geosítios que por sus características se destacan por sobre su entorno, elaborando una lista de estos, para luego evaluarlos cuantitativamente a través de la metodología que será presentada.

Existirán sitios que presenten antecedentes en investigación o que estén incluidos en planes turísticos, entre otros, despertando un cierto interés al investigador, a estos se los llamará “potenciales geosítios”(o sea aquellos que son inventariables por sus peculiaridades, por sus antecedentes de investigación, de actividad educativa o aquellos incluidos en planes y proyectos turísticos), y que pueden llegar a ser en un futuro considerados geosítios luego de someterlos a la evaluación propuesta, puntuación de criterios y que hayan conseguido un resultado satisfactorio en su nivel de atributos.

En este aspecto, se dividirá el proceso de inventario de los potenciales geosítios en dos momentos: el primero estará centrado en el relevamiento del terreno donde se utilizará la ficha llamada Carácter General (figuras 1 y 2) esta es la Ficha I (F1). En un segundo momento se realizará un trabajo de gabinete donde se completarán las fichas de Soporte Gráfico I y II (figuras 3 y 4) correspondiente a la Ficha 2 (F2), para luego realizar el proceso evaluativo-selectivo y así finalmente conseguir los, ahora sí bien llamados, geosítios para ser incluidos en un plan de geoconservación y monitorización.

## Propuesta de fichas de inventario

A continuación se presentan la ficha de Carácter General (F1) y la ficha Soporte Gráfico (F2), en las que se tuvo en consideración el trabajo de Brilha (2005).

### 1- Carácter General (F1):

En la ficha F1 llamada Carácter General (figuras 1 y 2) se encuentran todos aquellos datos de los potenciales geosítios que no se evalúan, es decir que no les suman ni restan valor, sino aquellos que sólo los caracterizan. Esta ficha es la primera a completar en la salida al terreno ya que informa sobre datos básicos, presentando los siguientes campos: Nombre del Geositio, Número, Localización, Tipo de sitio, Justificación e importancia científica, Interés, Estado de Conservación, entre otros.

### 2- Soporte Gráfico (F2):

Por otro lado, las fichas llamadas Soporte Gráfico I y II F2 (figuras 3 y 4), al igual que la anterior no son utilizadas para evaluar, en este caso se utilizan los instrumentos gráficos para la

identificación y ubicación del geositio estudiado. La ficha Soporte Gráfico I F2 (figura 3) está confeccionada para mapas o cartas, ya sea cartas geológicas, geomorfológicas, entre otras. Donde se detallan el nombre del mapa o carta, la escala usada, el código y la fecha de relevamiento.

La ficha Soporte Gráfico II F2 (figura 4) está dedicada a la fotografía y a las imágenes. La ficha cuenta con un espacio 15x18 cm para colocar cualquier soporte gráfico que requiera el trabajo, sea la fotografía tomada en la salida al terreno, fotografía aérea, las imágenes satelitales, también croquis como perfiles topográficos, entre otros.

## **Propuesta Metodológica Cuantitativa**

La propuesta metodológica cuantitativa es una herramienta para evaluar a los potenciales geositios sometiéndolos a una serie de criterios y asignándoles valores de acuerdo a sus características. El hecho de colocar valores a los sitios parte de la idea básica de no poder conservarlo todo. De este modo, una vez llevado a cabo este proceso, aquellos sitios que obtengan las cifras más elevadas serán candidatos a geositios a ser conservados. La finalidad es realizar una clasificación de los sitios en la zona de estudio escogiendo los lugares más representativos de la geodiversidad y consiguiendo de este modo explicar mejor la evolución geológica del área. Esta metodología cuantitativa tiene como base esencial las metodologías de Brilha (2005) y Pereira (2010), éstas fueron combinadas y articuladas entre sí con una nueva propuesta ahora presentada, adaptándose a la realidad del territorio argentino.

## **Criterios de selección de los geositios**

Los criterios que se enuncian a continuación representan los valores que serán calculados, a saber: 1- Valor Intrínseco, 2- Valor Científico/Educativo, 3- Valor Turístico y 4- Valor en Vulnerabilidad.

Estos cuatro criterios que por su finalidad serán llamados Tipos de Valores, albergan en su conjunto 22 Parámetros de Valorización, que se presentan en los cuadros 1, 2, 3 y 4.

## **Cuantificación de los Tipos de Valores:**

Los 22 Parámetros de Valorización poseen puntajes para efectuar la evaluación, que oscilan entre 3 y 1 para cada parámetro, refiriendo el 3 la situación más favorable y, del mismo modo, el 1 la situación menos favorable. De este modo, se busca minimizar la subjetividad presente en el momento de cuantificación y selección de los geositios.

### **A- Valor Intrínseco**

El geositio en este caso es evaluado a través de su valor natural o intrínseco. Se trata del valor que posee por el sólo hecho de pertenecer al ecosistema, sin atributos extras tales como connotaciones sociales, culturales, económicas, etc. Este Valor Intrínseco se divide en cuatro Parámetros de Valorización, (abundancia, extensión, condiciones de observación y estado de conservación), los cuales son definidos en el cuadro 1.

Cada Parámetro de Valorización es diferenciado de acuerdo a sus características, adjudicándole un valor del 1 al 3 (Medina, 2012).

Tipo de Valor	Parámetro de Valoración	Análisis de los Parámetros de Valoración
Intrínseco	Abundancia	Número de ocurrencias semejantes. Se valora la rareza del ejemplar.
	Extensión	Extensión superficial del geositio. En general, se considera que un geositio es tanto más importante cuanto mayor es su extensión.
	Condiciones de observación	Se refiere al grado de facilidad que ofrece el entorno para observar el geositio. O sea el área que va desde la distancia mínima que requiere el geositio para su observación a vista natural hasta la distancia máxima que se requiere para observar las mismas características. Esto dependerá de las características que se desean observar y de la distancia que éstas necesitan normalmente para su observación.
	Estado de conservación	Se analiza el grado de conservación del geositio.

**Cuadro 1.** Análisis del valor Intrínseco. Parámetros de valoración del valor Intrínseco de los lugares de interés geológico con su análisis correspondiente. / **Picture 1.** Analysis of intrinsic value. Valuation parameters of the intrinsic value of places of geological interest with its corresponding analysis.

## B- Valor Científico/Educativo

Se evalúa al potencial geositio en lo referente a su utilidad para desarrollar actividades tanto en el ámbito científico como educativo. Específicamente, se lo evalúa teniendo en cuenta su aporte al conocimiento, el número de artículos, textos, tesis que hacen referencia al sitio y cómo éste puede llegar a ser un elemento didáctico en base a su carácter de ejemplaridad para explicar determinados fenómenos y la facilidad para vincular la geoconservación con la enseñanza.

Tipo de Valor	Parámetro de Valoración	Análisis de los Parámetros de Valoración
Científico/ Educativo	Conocimiento Científico	Marca el grado de importancia que le fue atribuido por la comunidad académica, medido a través de publicaciones y estudios científicos.
	Representatividad	Informa sobre la capacidad del sitio para representar adecuadamente las características de la zona.
	Posibilidad de realizar actividades científicas	Informa si el geositio cumple con condiciones para realizar actividades científicas (ej. aporte al conocimiento, valor didáctico).
	Utilidad como modelo para ilustrar procesos geológicos	Es la posibilidad del geositio de poder mostrar fielmente un determinado proceso geológico.
	Posibilidad de realizar actividades didácticas	Informa si el geositio cumple con las condiciones para realizar actividades didácticas teniendo en cuenta el nivel de conocimiento
	Conocimiento divulgativo	Informa sobre el nivel de divulgación que presenta actualmente el geositio en revistas científicas, boletines, etc.

**Cuadro 2.** Análisis del valor Científico/Educativo. Parámetros de valoración del valor Científico/Educativo de los lugares de interés geológico con su análisis correspondiente. / **Picture 2.** Analysis of The Scientific/Educational value. Edpoints of The Scientific/Educational value of geological attractions with their analysis.

Este valor Científico/ Educativo se divide en seis Parámetros de Valoración, (Conocimiento Científico, Representatividad, Posibilidad de Realizar actividades científicas, Utilidad como modelo para ilustrar procesos geológicos, Posibilidad para realizar actividades didácticas y Conocimiento divulgativo), los cuales son definidos en el cuadro 2.

### C- Valor Turístico

En este parámetro se evalúa las condiciones que posee el geositio para ser utilizado como un lugar turístico. Para esto se tendrá en cuenta el valor escénico del geositio, su posible atracción turística, ya sea por su belleza, accesibilidad, infraestructura a su alrededor, entre otros. Este valor Turístico se divide en siete Parámetros de Valoración, (asociación con elementos de índole cultural, asociación con elementos de índole natural, posibilidad de realizar actividades turísticas, accesibilidad, proximidad de poblaciones que sería beneficiada con la divulgación del geositio, proximidad a centros de servicios y capacidad escénica) los cuales son definidos en el cuadro 3.

Tipo de Valor	Parámetro de Valoración	Análisis de los Parámetros de Valoración
Turístico	Asociación con elementos de índole cultural	Informa si el lugar posee elementos considerados de importancia cultural ( <i>sensu</i> Medina, 2012).
	Asociación con elementos de índole natural	Informa si el lugar posee elementos considerados de importancia natural flora/fauna ( <i>sensu</i> Medina, 2012).
	Posibilidad de realizar actividades turísticas	Informa si el lugar cumple con condiciones favorables para realizar actividades de ocio, relacionado a su potencialidad ( <i>sensu</i> Medina, 2012).
	Accesibilidad	Considera la situación de acceso al geositio.
	Proximidad de poblaciones que sería beneficiada con la divulgación del geositio	Informa sobre la población en proximidad que sería beneficiada con la valoración y por las actividades que se realicen en torno al geositio.
	Proximidad a centros de servicios	Ej. Informes sobre la presencia de hoteles, restaurantes, y otros servicios de ocio.
	Capacidad escénica	Es la capacidad que tiene un sitio o paisaje para transmitir un determinado sentimiento de belleza, en función del significado y la apreciación cultural que ha adquirido a lo largo de la historia, en función de los colores, la diversidad, la topografía, entre otros ( <i>sensu</i> Medina, 2012).

**Cuadro 3.** Análisis del valor Turístico. Parámetros de valoración del valor Turístico de los lugares de interés geológicos con su análisis correspondiente. / **Picture 3.** Analysis of The Tourism value. Tourist valuation parameters value of places of geological interest with its corresponding analysis.

### D- Valor en Vulnerabilidad

Se evalúa al geositio en lo referente a su vulnerabilidad, la capacidad que presenta para soportar el impacto de una combinación de factores entre los que mencionamos la posibilidad de recolección de objetos geológicos y la presión de la población, entre otros. Este valor en

Vulnerabilidad se divide en cinco Parámetros de Valoración (Posibilidad de recolectar objetos geológicos, Amenazas actuales o potenciales, Interés para la explotación minera, Fragilidad, Protección del local) los cuales son definidos en el cuadro 4.

Tipo de Valor	Parámetro de Valoración	Análisis de los Parámetros de Valoración
Vulnerabilidad	Posibilidad de recolectar objetos geológicos	Se valora los geositios que poseen la capacidad dentro de parámetros normales de recolectar muestras sin dañar su integridad.
	Amenazas actuales o potenciales (a variable plazo)	Evalúa el peligro de pérdida o daño del geositio que tiene o puede llegar a tener, asociado a la expansión urbana, industrial, presión rural, infraestructuras, minería, etc.
	Interés para la explotación minera	Se evalúa la existencia de algún interés en el geositio o su alrededor para la actividad minera.
	Fragilidad	Indica la pérdida de integridad del recurso en el lugar, ya sea por sus dimensiones o por su naturaleza. Se privilegia los geositios con mayor capacidad de resistencia.
	Protección del local	Se privilegia los geositios con algún tipo de protección legal o por otros medios.

**Cuadro 4.** Análisis del valor en Vulnerabilidad. Parámetros de valoración del valor en vulnerabilidad de los lugares de interés geológicos con su análisis correspondiente. / **Picture 4.** *Vulnerability analysis value. Parameters arressment of the value of the value of the places of geological interest with its corresponding analysis.*

## Pasos a seguir hacia la cuantificación de los potenciales geositios

La presente metodología se encuentra integrada por cuatro pasos a seguir para lograr finalmente el objetivo, aportar un método para el inventario y valorización del patrimonio geológico.

El primer paso es realizar la ‘selección’ de todos los potenciales geositios a través de dos criterios: el primero es el empleo del cuadro 5 donde se definen aquellos geositios con importancia científica que califican para su inclusión en el Inventario Nacional. El segundo criterio será la aplicación del Porcentaje de Aprobación. El segundo paso será establecer una jerarquía de los geositios finalistas conseguido por medio de la fórmula Valor de Relevancia del Geositio. Un tercer paso consiste en obtener el Valor de Uso de los geositios para futuras implementaciones turísticas y científico/educativas. Un cuarto y último paso consiste en la aplicación del Índice para la Geoconservación, donde se complementan tanto el Valor de Relevancia como el Valor de Uso del geositio.



### Primer paso: Selección de los geositios

Respetando el objetivo de la presente metodología se rescatará, en primera instancia, los potenciales geositios que presenten un peso científico considerable, empleando el cuadro 5. Este cuadro tiene como finalidad discriminar de todos los geositios inventariados aquellos cuya importancia o envergadura por su valor científico lo categoriza como destacable. Así los potenciales geositios que respeten lo establecido en dicho cuadro, adaptado de Brilha (2005), serán inmediatamente propuestos para formar parte del Inventario Nacional.

Para los potenciales geositios que no hayan alcanzado las calificaciones del cuadro 5, se les aplicará el Porcentaje de Aprobación (PA). Basados en una escala del 3 al 1 por cada Parámetro de Valoración, la sumatoria de los valores conseguidos por A (Valor intrínseco), B (Valor científico/ educativo), C (Valor turístico) y D (Valor en vulnerabilidad) darán un valor en conjunto, el cual se utilizará para obtener el PA.

#### Parámetros de valores para catalogar los geositios de importancia científica

Abundancia	=	3
Conocimiento Científico	=	3
Representatividad	=	3
Estado de Conservación	=	2

**Cuadro 5.** Parámetros de valoración con sus puntajes que un potencial geositio deberá respetar para formar parte del Inventario Nacional. / **Picture 5.** *Parameter values with potential scores a geological site must comply to be part of The National Inventory.*

De esta forma, considerando todos los parámetros, la valoración del geositio quedará establecida en puntajes desde 22 hasta 66. De este modo, el geositio cuyo resultado sea el máximo en todos éstos obtendrá 66 puntos. Contrariamente, el geositio con valor mínimo en cada parámetro conseguirá 22 puntos. Siendo los porcentajes de aprobación de acuerdo a los puntajes obtenidos de la siguiente forma:

<b>Porcentaje de Aprobación (PA)</b>	
66 puntos	100% de aprobación
44 puntos	50% de aprobación
22 puntos	0% de aprobación

A través de estos cuatro Tipos de valores y los 22 parámetros, se obtendrá el PA. Éste dependerá de la base porcentual que fije el grupo de trabajo para hacer la colecta de geositios. Se recomienda que alcancen el 50% como valor base para seleccionar los geositios, quedando excluidos de la lista aquellos que no lleguen a los 44 puntos (50% del PA).

De esta forma se consigue una lista final de geositios, resultantes del cuadro 5 de Importancia científica y del PA.

### Segundo paso: Valor de Relevancia del geositio

Este paso consiste en visualizar la importancia de cada geositio involucrando los cuatro ‘criterios de selección’ establecidos.

Para determinar una jerarquía entre ellos se toma nuevamente el resultado de la sumatoria de los ‘parámetros de valoración’ de A, B, C y D, obteniendo así cuatro valores que serán aplicados en la fórmula de Valor de Relevancia del Geositio. Donde A es ponderado el doble, B y D ponderados 1,5 siendo esta una forma de revalorizarlos y C conservará su valor inicial. Todo a dividir por seis. Se establece una escala que va del 5,2 al 15,7 siendo esta última cifra la mejor situación.

#### Valor de Relevancia del Geositio

$$VRG = \frac{2 \cdot A + 1,5 \cdot B + C + 1,5 \cdot D}{6}$$

Donde: VRG = Valor de Relevancia del Geositio

A, B, C, D = Suma de los resultados obtenidos para cada conjunto de criterios

### Tercer paso: Valor de Uso

Los valores de uso se refieren a la propiedad por la cual el sitio adquiere el valor de utilidad, aquel uso más relevante que se le puede dar a un geositio. Su escala de valores va del 1 al 3, siendo el 3 la mejor situación para ambas fórmulas que se detallan a continuación:

**I-** Valor de Uso Científico/Educativo: Para obtener el VUCE primero debemos conseguir dos coeficientes a través de las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{Valor intrínseco: (Vin)} &= (A1+A2+A3+A4)/4 \\ \text{Valor científico/didáctico: (Vcid)} &= (B1+B2+B3+B4+B5+B6)/6 \end{aligned}$$

El VUCE es el indicativo de la relevancia científica/educativa real de un lugar para tal uso, conjugando el Valor intrínseco, con el Valor científico/ didáctico. Se obtiene ponderando el Vcid en dos y realizando la sumatoria con el Vin, para luego dividirla en 3. Cuanto más alto el resultado obtenido, mayor será la relevancia de su Valor de Uso Científico/Educativo. La fórmula es la siguiente:

#### Valor de Uso Científico/Educativo

$$VUCE = \frac{2 \cdot Vcid + Vin}{3}$$

Donde: VUCE: Valor de Uso Científico/Educativo

Vcid: Valor científico/didáctico

Vin: Valor intrínseco

**II-** Valor de Uso Turístico: Para obtener el VUT primero debemos conseguir dos coeficientes a través de las siguientes fórmulas:

$$\text{Valor turístico: } (V_{tur}) = (C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7)/7$$

$$\text{Valor en vulnerabilidad: } (V_{vul}) = (D1+D2+D3+D4+D5)/5$$

El VUT es el indicativo de la relevancia real de un lugar como potencial atractivo turístico para tal uso, conjugando el Valor turístico con el Valor en vulnerabilidad. Se obtiene ponderando el  $V_{tur}$  en dos y realizando la sumatoria con el  $V_{vul}$ , para luego dividirla en 3. Cuanto más alto el resultado obtenido, mayor será la relevancia de su Valor Turístico. La formula es la siguiente:

Valor de Uso Turístico

$$VUT = \frac{2 \cdot V_{tur} + V_{vul}}{3}$$

Donde: VUT: Valor de Uso Turístico

$V_{tur}$ : Valor turístico

$V_{vul}$ : Valor de vulnerabilidad

Cabe aclarar que las fórmulas  $V_{ni}$ ,  $V_{cid}$ ,  $V_{tur}$  y  $V_{vul}$  pueden ser usadas por separado para eventuales trabajos de investigación y no necesariamente asociadas a las formulas VUCE y VUT.

#### Cuarto paso: Índice para la Geoconservación

Este índice señala la necesidad que presenta un geositio de ser sometido a determinados cuidados y monitoreo para así conservar su integridad. Indica la condición favorable que presenta el geositio para ser geoconservado, ya que reúne Valores de Relevancia, de Uso Científico/Educativo y Turístico destacables. Éste índice resulta de una sumatoria entre el VUCE, el VRG y el VUT, en el cual, por motivos de importancia, el VUCE, el VRG y el VUT son ponderados por 3, 2 y uno, respectivamente. Éstos son luego divididos por 6 para respetar la escala de valores. Cuanto más elevado resulte el IG, mejores serán las condiciones en que se encuentra el geositio y sus potencialidades, presentando una escala que va del 2,4 al 7,2 siendo 7,2 la mejor situación. La ecuación es la siguiente:

#### Índice para la Geoconservación

$$I.G. = \frac{3 \cdot VUCE + 2 \cdot VRG + VUT}{6}$$

Donde: IG: índice para la Geoconservación

VUT: Valor de Uso Turístico

VUEC: Valor de Uso Científico/Educativo

VRG = Valor de Relevancia del Geositio

Una vez conseguido el IG de varios geositios es posible mantener un registro de este indicador, compararlos entre sí para detectar las zonas más propensas a daños o ya dañadas, continuando esta tarea a lo largo de un periodo de tiempo determinado, para la detección de

posibles amenazas. También este índice ayudará a determinar las prioridades de acción en lo que respecta a la conservación de un geositio, ya que se prioriza implementar cuidados a los geositios que no presenten grandes alteraciones y cuyas potencialidades de uso sean elevadas, o sea aquellos que resultarían con un IG alto, en detrimento de los geositios que por sus grandes alteraciones encuentren minimizadas sus potencialidades, por lo cual obtendrían un IG bajo.

## Conclusión

El patrimonio geológico de la mano de sus sitios de interés geológico-geomorfológico permiten lograr una reconstrucción de la historia de la Tierra, ayudan a responder preguntas como el porqué de nuestro relieve, de sus formas, colores, el porqué de nuestra extensa cordillera y llanura, etc. La metodología presentada en sus etapas de inventario y cuantificación permiten tener un panorama del patrimonio geológico de una región aportando las bases para la implementación de políticas de geoconservación.

Varias son las entidades que pueden realizar esta tarea, desde universidades públicas o privadas, centros de investigación u organismos nacionales como el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), la Administración de Parques Nacionales, entre otros.

La explotación indiscriminada de los recursos del subsuelo como las modificaciones a gran escala del paisaje son amenazas al patrimonio geológico, el estudio de su importancia y el inventario de estos sitios son fundamentales para que sigan aportando respuestas.

## Agradecimientos

Se agradece la lectura crítica de esta contribución a la Dra. Laila Vejsbjerg (Comahue) y un revisor anónimo. La presente contribución fue financiada por el CONICET mediante una beca de Doctorado.

## Bibliografía

- APN, Administración de Parques Naturales, 2007. Las Áreas Protegidas de la Argentina. Herramienta superior para la conservación de nuestro patrimonio natural y cultural. *Documento Administración de Parques Naturales con Fundación Vida Silvestre Argentina*. Buenos Aires. 83 pp.
- Baretino, D., Wimbledon F. y Gallego, E., 2000. "Proyecto Geosites, una Iniciativa de la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (IUGS). La Ciencia Respalda por la Conservación". Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión. Madrid, España: 73-100.
- Brilha, J. 2005. *Património Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica*. Palimage Editores. Braga. 190 pp.
- Carcavilla, L., López, J. y Durán, J. 2007. Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. *Serie Cuadernos del Museo Geominero*, 7: 1- 360.
- Elizaga, E. y Palacio, J. 1996. Valoración de puntos y/o lugares de interés geológico. En: MOPTMA. (Ed.). *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente: 61-79.
- IANIGLA, 2010. *Inventario Nacional de Glaciares y Ambiente Periglacial: Fundamentos y Cronograma de Ejecución*. Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales. CONICET. 86 pp.
- IGME, Instituto Geológico-Minero de España, 2011. Patrimonio Geológica-Minero del Instituto Geológico - Minero de España. <http://www.igme.es/internet/patrimonio/inicio.htm>.
- IUGS, 2011. Unión Internacional de Ciencias Geológicas. <http://www.iugs.org/>.
- Lima, F. 2008. *Proposta Metodológica para a Inventariação do Património Geológico Brasileiro*. Tese de Mestrado em Património Geológico e Geoconservação. Universidad do Minho. Braga. 80 pp.

- Medina, W. 2012. Propuesta Metodológica para el Inventario del Patrimonio Geológico de Argentina. *Tesis de Master en Patrimonio Geológico y Geoconservación. Universidad do Minho, Braga*. 106 pp. Inedito
- Pereira, R. 2010. Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia - Brasil). *Tesis Doctoral en Ciencias. Universidade do Minho. Braga*. 317 pp. Inedito
- SEGEMAR. 2008. Sitios de Interés Geológico de la República Argentina, Tomo I Norte. Argentina. *Instituto de Geología y Recursos Mineros. Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 46 (1)*. 461 pp.
- SEGEMAR. 2008. Sitios de Interés Geológico de la República Argentina, Tomo II Sur. Argentina. *Instituto de Geología y Recursos Mineros. Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 46 (2)*. 446 pp.
- Serrano, E., Ruiz, P., y Arroyo P. 2009. Geodiversity assessment in a rural landscape: Tiermes-Caracena área (Soria, Spain) Valutazione della geodiversità del paesaggio rurale: Parea di Tiermes-Caracena (Soria, Spagna). <http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/periodicitecnici/memorie/memoriebxxvii/memdes-87-serrano.pdf>
- UGI, Unión Geográfica Internacional, 2011. <http://www.ugi.unam.mx/>.
- UNESCO, 1972. Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. "Documento: Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural". <http://www.nbc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>.

**Recibido:** 03 de Marzo del 2015

**Aceptado:** 05 de Junio del 2015

### Carácter General (F1)

Nombre del Geosítio N°

Localización  Latitud  Longitud

Altura manm

Provincia

Región

Tipo  Punto  Panorámica   
 Área

Punto de Referencia de Ruta

Justificación o importancia Científica

Caracterización General

Propiedad  Privada  Pública  No definida

¿Figura en algún inventario existente?  Si  No

¿Cuál?

Interés Principal y Secundario

Paleontológica  Petroológica  Hidrogeología  
 Mineralógica  Estratigráfica  Geotermia  
 Litológica  Tectónico  Sedimentología  
 Geomorfología  Vulcanismo

- Interés Principal marcar con una "1" solo una opción)  
 - Interés Secundario marcar con una "2" puede ser más de una opción)

### Carácter General (F1)

Accesibilidad  Fácil  Medio  Difícil  N°

Descripción

Estado de Conservación  Buen estado  Medianamente alterado  Altamente alterado

Descripción

¿Se encuentra en un área protegida?  
 Si  No

Parque Nacional   
 Parque Provincial   
 Parque Municipal   
 Protección de carácter internacional

¿Cuál?

Interés Asociado  Arqueológico  Etnológico  
 Histórico/Cultural  Excursionístico o Paisajístico  
 Ecológico/Naturales  Otros (especificar)

Observaciones

Soporte Gráfico II (F 2)	
Nombre del Geositio: <input type="text"/>	Nº <input type="text"/>
FOTOGRAFÍA	
Fecha de la toma fotográfica <input type="text"/>	<input type="text"/>
Localización <input type="text"/>	<input type="text"/>
Fuente <input type="text"/>	<input type="text"/>
Observaciones <input type="text"/>	<input type="text"/>

Soporte Gráfico I (F 2)	
Nombre del Geositio: <input type="text"/>	Nº <input type="text"/>
Mapa o Carta	
Nombre del Mapa o Carta <input type="text"/>	<input type="text"/>
Tipo de Mapa o Carta <input type="text"/>	<input type="text"/>
Escala <input type="text"/>	Código del Mapa <input type="text"/>
<input type="text"/>	Fecha del Relevamiento <input type="text"/>
Observaciones <input type="text"/>	<input type="text"/>

