



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada

TESIS DOCTORAL

**Desarrollo de una metodología para la
caracterización, evaluación y gestión de los
recursos de la geodiversidad**

VIOLA MARIA BRUSCHI

Santander, junio 2007

Capítulo 6

Conclusiones y reflexiones finales

El trabajo presentado ha permitido alcanzar una serie de conclusiones en relación con los conceptos, procedimientos y herramientas que se han diseñado y aplicado en el curso del mismo, y también abre la puerta a algunas reflexiones sobre lo que podrían ser pasos de interés a abordar en el futuro.

En relación con la identificación y evaluación de los lugares de interés geológico, se ha elaborado un inventario que incluye un total de 286 puntos.

Los procedimientos de evaluación de la calidad de LIG, directos y paramétricos (indirectos), que se han aplicado permiten establecer jerarquías y clasificaciones fiables de los mismos.

La aplicación de dichos procedimientos a los LIG costeros de Cantabria ha puesto de manifiesto que los que aparecen sistemáticamente en lugares altos de la clasificación, independientemente del procedimiento utilizado, son: *Sistema estuarino de Santoña*, *Sistema estuarino de San Vicente de la Barquera*, *Sistema dunar y puntal de Liencres*, *Desembocadura del Pas*, *Rasas de Pechón y Prellezo*, *Plataforma de abrasión de La Arnía*, *Sistema estuarino de la Rabia y flecha y Ría de Tina Mayor*. Otros lugares, en concreto *Sistema estuarino de Ajo*, *Islotes costeros de Liencres*, *Sistema dunar y puntal de Somo*, *Dunas remontantes de Sonabia* y *Ría de Tina Menor* también aparecen en buenos lugares de varias clasificaciones, y en posiciones altas-medias de otras.

También se encuentra una coincidencia bastante general en lo relativo a aquellos lugares del inventario que, teniendo interés, aparecen en lugares bajos en todas las clasificaciones obtenidas a partir de los diferentes procedimientos aplicados. Dichos lugares, son: *Ría de Oriñón (Agüera)*, *Playa de Sonabia*, *Punta del Dichoso*, *Cabo Oyambre*, *Ensenada de punta Calderón*, *Punta Miradoiro*, *Cabo de Ajo* y *Acantilados de La Arnía-Covachos*. El resto de los lugares, no incluidos en los grupos anteriores, presentan una mayor dispersión en cuanto a su posición en las clasificaciones obtenidas.

Los análisis comparativos llevados a cabo ponen de manifiesto que se pueden obtener “buenas” clasificaciones de LIG utilizando tanto métodos de evaluación directa (esencialmente subjetivos) como métodos de tipo paramétrico, más objetivos. En otras palabras, el “modelo de calidad” que subyace en los procedimientos paramétricos proporciona una imagen adecuada de la “apreciación social” (a través de grupos de expertos) de los LIG.

Existe bastante coherencia entre las evaluaciones de los LIG realizadas de manera directa y subjetiva por parte de los expertos y las evaluaciones que se obtienen por métodos paramétricos, basadas en la valoración previa de criterios por los mismos expertos, realizada con independencia de, y sin referencia a, lugares concretos. Sin embargo, esa coherencia disminuye cuando se comparan evaluaciones directas y clasificaciones por procedimientos paramétricos basadas en valoraciones de criterios realizadas de manera externa al grupo evaluador.

Los procedimientos de tipo directo permiten obtener resultados más rápidamente; sin embargo, no permiten clarificar los criterios utilizados en la evaluación. Por lo tanto, el método no es reproducible y los resultados pueden cambiar según el operador. Para llevar a cabo una evaluación directa es aconsejable utilizar un número reducido de expertos, que sean buenos conocedores de la zona de estudio. Este tipo de

procedimiento es deseable en la primera fase de identificación de los LIG de una zona concreta.

Los procedimientos de tipo paramétrico (indirectos) son más laboriosos, más complicados y más largos. Sin embargo, permiten definir claramente los criterios empleados en la evaluación, así como los parámetros utilizados para establecer la jerarquía de los mismos. Esto confiere al método una mayor transparencia, claridad y objetividad, lo que implica la reproducibilidad de los resultados. De lo anterior se deduce que los procedimientos que resultan más adecuados para evaluar y establecer escalas de calidad para LIG son los de tipo paramétrico y que es conveniente que el establecimiento de criterios y de pesos se lleven a cabo por parte del mismo grupo de expertos que posteriormente ha de realizar la selección de lugares y la clasificación de los mismos.

La coherencia y reproducibilidad de los resultados obtenidos por diferentes procedimientos aumentan, como era lógico esperar, cuando se valoran tipos homogéneos (por ejemplo, estuarios, acantilados, etc.). Si los conjuntos a evaluar incluyen rasgos muy heterogéneos, por tipo, dimensiones, etc. la calidad de la evaluación disminuye. Por ello resulta recomendable que a la hora de hacer inventarios y evaluaciones de LIG se haga una clasificación previa, en función de la tipología de los mismos. Eso, además, ayuda a seleccionar ejemplos de cada tipo de rasgo.

Dentro del tratamiento de los criterios a emplear para la evaluación de los LIG, es posible utilizar un número reducido de éstos. Del conjunto de los criterios de evaluación utilizados (19 en total), los que se consideran más importantes por parte del grupo de expertos, que ha participado en el proceso, son *Buen ejemplo de proceso*, *Rareza/abundancia*, *Estado de conservación*, *Interés didáctico*, *Naturalidad*, *Fragilidad*, *Interés cultural* e *Interés paisajístico*.

El análisis factorial realizado ha confirmado que existen tres “ejes” o “grandes cualidades” que determinan la calidad de los LIG y que corresponden a: Calidad intrínseca, Potencial de uso y Grado de amenaza.

La mayor parte de la varianza observada (83%) en el análisis se explica con 6 variables, dos de las cuales corresponden a la calidad intrínseca del lugar (*Buen ejemplo de proceso* y *Variedad de elementos*), dos a su potencial de uso (*Interés didáctico* e *Interés paisajístico*) y otros dos a las amenazas potenciales (*Fragilidad* y *Estado de conservación*). Aplicando este conjunto reducido de criterios y los pesos obtenidos para cada uno de ellos (*Buen ejemplo de proceso*, 0,22; *Interés paisajístico*, 0,21; *Fragilidad*, 0,18; *Interés didáctico*, 0,14; *Estado de conservación*, 0,13 y *Variedad de elementos*, 0,12), se obtienen unos resultados que coinciden casi perfectamente (coeficiente de Spearman igual a 0,83) con los resultados obtenidos a partir de la evaluación directa.

De lo anterior se deduce que para lograr una mayor eficiencia en el proceso de evaluación de los LIG, sin reducir de manera significativa la calidad de la misma, y para simplificar mucho el desarrollo del procedimiento de evaluación, es aconsejable utilizar un método paramétrico que se apoye en dichas variables. Las variables restantes son en gran medida redundantes y no contribuyen de manera apreciable a la calidad de la clasificación.

Los resultados anteriores proporcionan la base para el establecimiento de procedimientos sistematizados, transparentes y cuantitativos para la incorporación de los LIG en los procesos de evaluación ambiental, en particular las EIA.

Partiendo de una clasificación de LIG de acuerdo con los métodos paramétricos descritos, se ha desarrollado un procedimiento que permite expresar los impactos sobre los LIG de forma cuantitativa, haciendo viable la expresión de los mismos en términos monetarios, significativos para el público en general. Se tiene así, por tanto, la posibilidad de tratar de forma cuantitativa ciertos valores intangibles ligados al patrimonio geológico.

Otro valor intangible de alto interés ligado a la geodiversidad es el relacionado con la calidad visual del mismo. También en este caso se han podido desarrollar y aplicar procedimientos encaminados a expresar de forma cuantitativa los impactos de las actuaciones humanas sobre el paisaje.

Los resultados obtenidos de la aplicación de dichos procedimientos han puesto de manifiesto que es posible expresar por medio de magnitudes estrictamente cuantitativas (área de visibilidad, población afectada, magnitud del efecto visual) las modificaciones visuales producidas por actuaciones humanas, así como evaluar dichas modificaciones incorporando criterios de calidad (factor de corrección de calidad), para tener una medida de los impactos.

Los citados procedimientos permiten también la traducción de los impactos visuales a términos significativos, expresándolos en valores monetarios. Esto, sin embargo, es algo que presenta ciertas limitaciones.

El establecimiento de criterios y procedimientos como los que aquí se proponen para traducir a términos significativos (expresión monetaria) los impactos sobre los elementos de la geodiversidad considerados, hacen posible la integración con otros impactos de naturaleza muy diversa (siempre que acudan a una expresión final equivalente). Dicha integración se puede hacer por suma simple y se puede mostrar de forma numérica y cartográfica.

Se ha puesto de manifiesto que los conceptos, criterios y procedimientos desarrollados permiten también la evaluación y comparación de diferentes medidas de mitigación de impactos visuales, previamente a la implantación de las mismas. Se ha podido establecer así, por ejemplo, que la mitigación por medio de barreras visuales en los puntos receptores de vistas puede resultar mucho más eficaz y menos costosa que en los puntos emisores.

Los procedimientos que aquí se proponen han proporcionado la base conceptual para el diseño de una herramienta tecnológica que permite agilizar y facilitar el tratamiento del paisaje visual en su conjunto. Dicha herramienta permite, de una forma automática, definir la calidad visual del paisaje, identificar los lugares que experimentan mayores impactos, medir éstos y, analizar los efectos visuales a través de la elaboración automática de vistas simuladas.

Las clasificaciones de LIG y la determinación de las distintas cualidades que contribuyen al valor de los mismos (calidad intrínseca, potencial de uso, grado de amenaza) ayudan al diseño de propuestas para la protección y puesta en valor de los mismos. Esto se ha ilustrado por medio de una serie de propuestas encaminadas a proteger lugares con riesgo de deterioro, a aprovechar desde el punto de vista educativo

y recreativo otros con un elevado potencial de uso, y a potenciar el desarrollo de actividades productivas apoyándose en lugares especialmente valiosos del patrimonio geológico. Igualmente se han elaborado algunas propuestas encaminadas a dar una dimensión geológica a elementos o focos de interés de tipo cultural tradicional.

Lo anterior se encuadra dentro de la idea de ir dando pasos que permiten el diseño de estrategias y actuaciones tendentes a un mejor uso de los recursos de la geodiversidad.

A partir de esta breve síntesis de las conclusiones alcanzadas por medio del trabajo presentado en esta memoria, se pueden identificar algunos puntos todavía no resueltos y algunas líneas de investigación y de aplicación, cuyo desarrollo probablemente ayudaría a avanzar en este campo.

Para una ulterior comprobación del procedimiento de evaluación de los lugares de interés geológico, sería interesante poder aplicar el mismo en otras zonas de estudio, donde exista una jerarquía de LIG ya establecida. Esto permitiría contrastar la validez del método en otros contextos geológicos y comprobar su eficacia a través de la comparación con otras valoraciones.

Dentro del tratamiento estadístico de los criterios de valoración, sería de interés profundizar más en cuanto a las posibles combinaciones de las variables a utilizar (utilizando muestras de LIG ya valorados por otros métodos), pudiendo explorar otros tipos de “modelo de calidad” de los LIG, a fin de llegar a definir el más adecuado para cada caso.

En relación con el análisis del paisaje visual, sería de interés la aplicación de métodos de percepción paisajística para comparar los resultados obtenidos por medio de éstos con los derivados del tipo de procedimientos descritos aquí. Eso ayudaría a afinar más en la evaluación de los impactos y de las medidas de mitigación. Además proporcionaría la base para un mejor análisis de los criterios empleados en la evaluación del paisaje visual y de los efectos visuales de nuevas infraestructuras.

Es necesario profundizar para desarrollar mejores métodos de valoración económica de los recursos de la geodiversidad, muy especialmente de los valores intangibles.

Dado el interés que reside en la elaboración de herramientas tecnológicas e informáticas que se pueden diseñar a partir de los conceptos y métodos aquí presentados, sería deseable profundizar más en este aspecto y elaborar herramientas de esa naturaleza para el tratamiento de la geodiversidad en su conjunto (LIG y Paisaje).

Es deseable llevar a cabo un desarrollo sistemático de los distintos tipos de actuaciones de puesta en valor, que aquí se han presentado a modo de ejemplo o como esbozos iniciales. Dicho desarrollo sistemático se sale del marco de un trabajo como el actual, pero representaría una aportación importante para el aprovechamiento (y protección) de la geodiversidad. En particular, es importante el diseño de actividades productivas que puedan dar lugar a productos o servicios con precios de mercado. Eso hará que el interés económico y el de conservación pueden unirse, al estar las citadas actividades ligadas a la persistencia del recurso en condiciones de calidad.

En este punto puede resultar adecuado hacer algunas reflexiones, posiblemente algo utópicas, en relación con lo que podría ser el planteamiento de un conjunto de acciones que sirvan para un mejor aprovechamiento de la geodiversidad.

En el conjunto del trabajo que se ha presentado subyace un “hilo conductor” que implica la consideración de distintos pasos o etapas a tener en cuenta dentro de una estrategia conjunta de identificación, evaluación, protección y puesta en valor de la geodiversidad. Dichas etapas incluyen la identificación de LIG, la evaluación de los mismos, la incorporación de los valores intangibles de la geodiversidad en los procedimientos de evaluación ambiental, el desarrollo de herramientas para mejorar las prácticas en este ámbito y el diseño de algunas propuestas para la puesta en valor del patrimonio de la geodiversidad.

Convendría, sin embargo, profundizar y ampliar estos aspectos y tratar de diseñar una “estrategia integrada para el uso sostenible de los recursos de la geodiversidad”.

Un aspecto a tener en cuenta en todas las actuaciones para la puesta en valor del patrimonio geológico es la necesidad de financiación. Aunque muchas de las actuaciones pueden generar actividad económica, esta es esencialmente de tipo indirecto y no da lugar a la venta directa de productos o servicios (salvo en algunos casos, ya señalados). En cualquier caso, se necesita financiación inicial.

Una fórmula que puede servir para resolver este problema y hacer que el “uso sostenible de los recursos de la geodiversidad” se autofinancie es elaborar una estrategia integrada de la utilización del conjunto de dichos recursos, que incluya tanto los consumibles (con precio de mercado) como los no consumibles (de tipo patrimonial, cuyo uso no está en general sujeto a precios).

Los recursos consumibles de la geodiversidad, que incluyen minerales, combustibles fósiles y rocas industriales, tienen precios de mercado bien definidos. La explotación de dichos recursos da lugar, habitualmente, a la degradación del territorio en el entorno, degradación que con frecuencia afecta al patrimonio cultural y natural, muy especialmente al paisajístico. Esto hace que las actividades extractivas encuentren cada vez mayor rechazo social y que se enfrenten a dificultades crecientes para mantenerse o, todavía más, para abrir nuevas explotaciones. Este problema afecta de manera especialmente acusada a la industria de áridos, por los grandes volúmenes que precisa extraer y el bajo precio unitario de los productos que obtiene.

La estrategia integrada para el “uso sostenible de los recursos de la geodiversidad” que se propone, contempla la consideración conjunta de recursos consumibles y no consumibles para la elaboración de planes de explotación, protección, conservación, rehabilitación y puesta en valor del patrimonio de la geodiversidad. La idea directriz es que la venta de los recursos consumibles en el mercado genere los medios para financiar las acciones de conservación y puesta en valor.

La fórmula que se propone para llevar eso a cabo es la aplicación de una “tasa ambiental” sobre los productos vendidos (por ejemplo, los áridos). Dicha tasa tiene cobertura legal en la legislación vigente (Martín Rebollo y Gómez Puente, 2007) y su repercusión en el usuario final sería ínfima. El precio medio de los áridos de trituración

en la zona cantábrica es de 6-8 euros/t. El valor de los áridos utilizados en construcción (vivienda, obra civil) difícilmente alcanza el 5% del valor final de la misma. Esto quiere decir que una tasa de 0,5-1 euro por tonelada de árido produciría un incremento del costo final de la obra que no llegaría al 0,5%, normalmente bastante menos. Sin embargo, teniendo en cuenta los grandes volúmenes que se extraen (en Cantabria, del orden de 10×10^6 t/año), eso aportaría una financiación considerable ($5-10 \times 10^6$ €/año), lo cual permitiría abordar la puesta en marcha de un plan ambicioso para la protección, rehabilitación, conservación y puesta en valor de los recursos no consumibles de la geodiversidad. Dicho plan podría incluir la restauración de las zonas degradadas, la implantación de medidas de protección como la propuesta para el puente del Diablo, el acondicionamiento y señalización de rutas, la instalación de “escenarios de la geodiversidad” como el propuesto para La Arnía, etc.

El conjunto de las medidas indicadas podría representar una “compensación ambiental” que equilibrara, con creces, los impactos ambientales de las explotaciones actuales o futuras, y ayudara a lograr un balance ambiental positivo en el uso del conjunto de los recursos de la geodiversidad.

A través de la estrategia propuesta, se facilitaría por tanto que las empresas del sector asumieran comportamientos de responsabilidad social corporativa, mejorando sus prácticas y haciéndolas más sostenibles. Como consecuencia, seguramente se podría mejorar la imagen del sector, reducir el rechazo social que actualmente encuentra y contribuir a asegurar su viabilidad futura.

En pocas palabras, la geodiversidad representa un potencial todavía muy insuficientemente utilizado, cuyo uso se podría potenciar de manera importante en un doble sentido: proteger el legado científico y patrimonial de la misma para generaciones futuras; utilizar la protección y potenciación de ese patrimonio como base para mejorar la sostenibilidad de otras actividades que encuentran dificultades para mantenerse o desarrollarse, contribuyendo así al desarrollo económico de una región.