

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ASIGNATURA DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MEDIO AMBIENTE: LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y LA EVALUACIÓN DE SU IMPACTO AMBIENTAL

*Didactic proposal for Science of the Earth and the Environment subject:
Mineral resource exploitation and Environmental Impact Evaluation*

A. Luzón (*), J. Sirvent (*) y M. Soria (**)

RESUMEN:

Se propone un material didáctico para el desarrollo de parte de los contenidos de los bloques 4 y 5 de la materia de Ciencias de la Tierra y el Medio ambiente de 2º de Bachillerato LOGSE. La actividad consiste en la localización de un recurso mineral, el cálculo de las reservas existentes, y la evaluación de los efectos ambientales derivados de su explotación. Para ello, y teniendo en consideración el currículo de la materia, se utilizarán herramientas tales como el mapa geológico, legislación sectorial y una matriz de valoración de impactos.

ABSTRACT:

It is proposed to use didactic tools to develop parts contained in blocks 4 and 5 of the discipline of Science of the Earth and the Environment of the 2º course of Bachillerato LOGSE. The activity consist of the localisation of a natural mineral resource, the calculation of the reserves still in existence, and the evaluation of the environmental effects of its exploitation. In order to achieve this, considering the curriculum of the discipline, tools such as the geological map, sectorial legislation and matrix to establish environmental impacts are used.

Palabras clave: Recurso mineral, Estudio de Impacto Ambiental, Evaluación de Impacto Ambiental, Declaración de Impacto Ambiental, Matriz de Evaluación de Impactos.

Keywords: Mineral resource, Environmental Impact Study, Environmental Impact Evaluation, Environmental Impact Declaration, Impact Evaluation Matrix.

INTRODUCCIÓN

Las actividades prácticas ofrecen a los estudiantes la oportunidad de trabajar un mayor número de contenidos, a la vez que favorecen el aprendizaje de todos los alumnos, cualesquiera que sean su estilo cognoscitivo y sus motivaciones personales. Los trabajos prácticos han sido analizados por diversos autores (Bastida *et al.*, 1990, Álvarez, 1994). García (1995) recopila diferentes tipos de prácticas e insiste en que no deben cuestionarse determinados planteamientos de las prácticas, sino que hay que intentar diversificarlas al máximo para aprovechar su potencial educativo. Siguiendo esta línea, y en relación con lo expuesto en Luzón *et al.* (este volumen), proponemos una actividad de carácter práctico plenamente enmarcada en la materia de Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente (Bachillerato LOGSE): *La explotación de una cantera de caliza.*

DESARROLLO PRÁCTICO

La empresa CEMPORT, S.A. fabrica cemento tipo portland, y nos encarga la búsqueda de un área de explotación del recurso mineral necesario para la elaboración de su cemento. Este se obtiene mez-

clando en un horno caliza y arcilla en las proporciones que se señalan en la Figura 1. Suponiendo que la empresa posee ya una cantera de arcilla, nos propone localizar una zona de extracción de caliza dentro de la zona delimitada en la Figura 2.

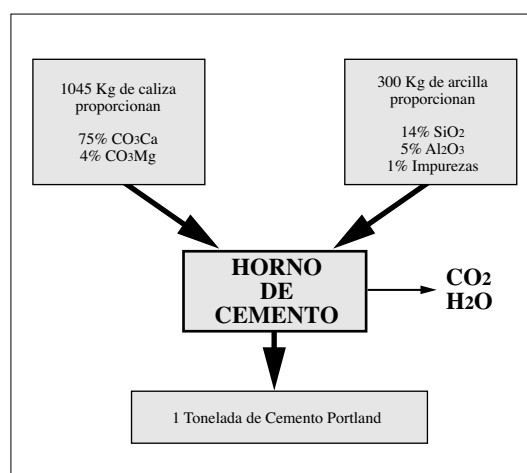


Figura 1. Materias primas necesarias para obtener una tonelada de cemento portland (según Skinner (1974), en Agueda *et al.*, 1983).

(*) Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza.

(**) Instituto de Educación Secundaria Río Arba, Tauste (Zaragoza).

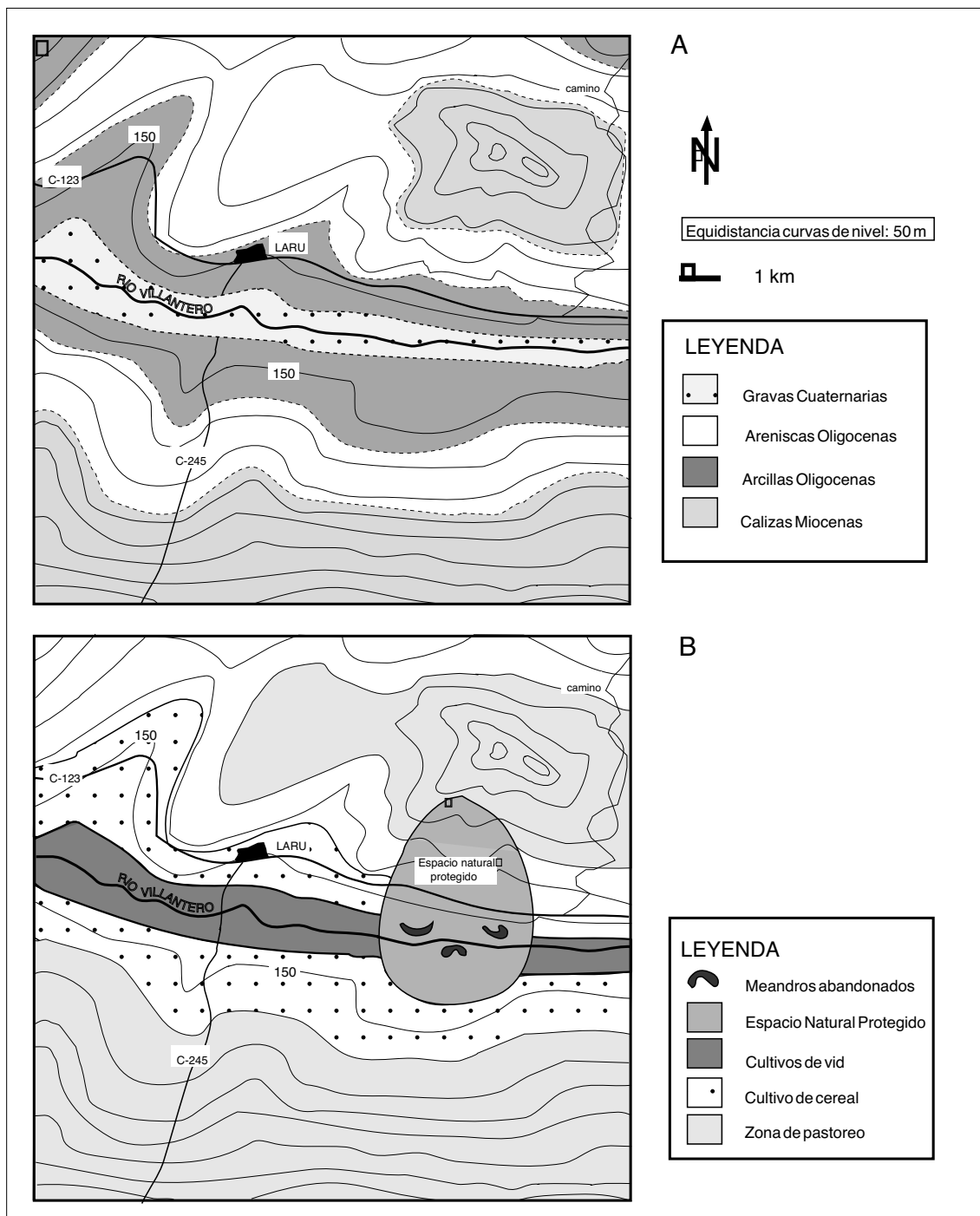


Figura 2. Mapa geológico (A) y temático (B) de la zona de estudio.

El paisaje del área es el típico del mundo rural de altitudes medias-bajas, desarrollado bajo clima mediterráneo. Los relieves calcáreos dominantes adoptan formas alomadas y en ellos se ha instalado un sotobosque poco espeso, mientras que en otras zonas el color verde del follaje contrasta con los tonos rojos de las arcillas. Mención especial merece un pequeño espacio natural protegido que alberga meandros abandonados colonizados por juncos y carrizales, donde es frecuente encontrar gran varie-

dad de aves acuáticas, algunas de ellas en peligro de extinción.

La comarca basa su economía en el pastoreo de rebaños de ovino y caprino, así como en el cultivo de la vid y el cereal de secano. La población de la Figura 2 posee 1.200 habitantes y para ella resultaría muy beneficiosa la instalación de la explotación, ya que impulsaría otras actividades (transporte, hostelería, talleres mecánicos, etc.), además de que generaría ocho puestos de trabajo directos.

La implantación de las actividades mineras acaera, en cambio, una serie de efectos negativos sobre el entorno en el cual se desarrolla. Así habría que destruir cobertera vegetal, que está compuesta por carrascas y encinas dispersas, por romeros, alia-gas y tomillos; sin embargo, un adecuado plan de restauración podría devolver al paraje las condiciones que tiene en la actualidad. De forma indirecta la fauna del lugar, integrada por jabalíes, perdices, liebres, conejos, víboras y algún aguilucho, también acusaría la presencia del hombre. Otros valores del reino animal presentes en la zona son los numerosos insectos que viven en relación con las flores silvestres, y las truchas que habitan en el río. Sin duda, los animales con mayor posibilidad de desplazamiento abandonarían la zona mientras duraran las perturbaciones introducidas por la actividad minera, pero luego volverían. Entre dichas perturbaciones cabe citar el polvo que se levantaría por las labores extractivas (arranque de roca, carga en camiones...) y por la circulación de vehículos por caminos sin asfaltar. En menor medida, el ruido ocasionado supondría un cambio en las condiciones naturales, si bien no sería mayor que el que se tiene que soportar en cualquier gran ciudad. Además, como no se pretende utilizar explosivos, no se generarían vibraciones que podrían dejarse sentir en el pueblo. La implantación de la cantera también traería consigo la erosión acelerada de los taludes que se abrirían y de las escombreras donde se acumularían los materiales de desecho, sobre todo antes de que se procediera a su revegetación. Los materiales erosionados por la lluvia y el polvo suspendido en el aire, serían transportados hasta los barrancos más cercanos y, finalmente, hasta los cauces principales que verían así enturbiadas sus aguas. Además, el agua de lluvia podría transportar superficialmente restos de aceites y otros componentes de la maquinaria minera, aunque dada su baja solubilidad es más común que contaminen los suelos sobre los que son vertidos e, incluso, que contaminen las aguas subterráneas. No obstante, en nuestra zona, las calizas no albergan ningún acuífero lo suficientemente superficial para que esto pudiera ocurrir. El diseño de las escombreras de estériles deberá ser calculado para que los materiales que las constituyen, que están poco compactados, no sufran desestabilizaciones y se produzcan corrimientos de tierras que supongan un riesgo para las personas.

Nota: El tema que proponemos abordar precisa un soporte teórico previo. Los términos que se utilizan a lo largo del desarrollo del ejercicio (Evaluación de Impacto Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental, Declaración de Impacto Ambiental y Dominio Público Hidráulico) están definidos en los RD 849/1980 y RD 1131/1988, por lo que para evitar ambigüedades recomendamos la utilización de estas definiciones.

Ejercicio 1: A partir del mapa de la Figura 2, realiza los cortes geológicos que consideres necesarios para localizar y conocer los afloramientos del recurso que precisa CEMPORT S.A. para su futura explotación.

La localización del recurso necesario no es el único aspecto a tener en consideración a la hora de comenzar a explotarlo, sino que existen otros condicionantes entre los que cabe destacar la estimación de las reservas que hay del mismo.

Ejercicio 2: Suponiendo que la producción anual de cemento ha de ser de 443.000 Tm y teniendo en cuenta la cantidad de caliza que se precisa para obtener cada tonelada (ver Figura 1), calcula el volumen de recurso que será necesario obtener anualmente. ¿Durante cuánto tiempo se podría explotar cada afloramiento calcáreo?. (Dato: la densidad de la caliza de la zona es de 2.200 g/dm³).

Ejercicio 3: A partir del cálculo de las reservas de las áreas seleccionadas anteriormente y del volumen de recurso necesario, ¿dónde ubicarías la cantera de CEMPORT S.A.?.

Otro de los aspectos que influyen en la selección de una zona de explotación y en la decisión acerca de la conveniencia de explotarla, es la interacción que existe entre la actividad humana y el Medio Ambiente. Los ejercicios que siguen permitirán al alumno reflexionar acerca de la necesidad de realizar estudios de impacto para seleccionar las zonas de implantación de las actuaciones humanas de forma que se produzcan las mínimas afecciones medioambientales, y tomar contacto con los elementos que es preciso utilizar para llevar a cabo este trabajo.

Ejercicio 4: Además de los estudios que has realizado para determinar la probable ubicación de la cantera, ¿consideras que existen otros estudios complementarios que te permitan seleccionar el área de explotación de forma más conveniente?. Razona tu respuesta.

La Evaluación de Impacto Ambiental es un procedimiento administrativo que se apoya en un Estudio de Impacto Ambiental (presentado por el promotor, CEMPORT S.A.) sobre las incidencias ambientales del proyecto, y en un proceso de información pública. Concluye con la aprobación, modificación, o rechazo del proyecto por parte del órgano ambiental de la Administración Pública, diferente del organismo responsable del proyecto bajo evaluación y que en nuestro caso sería la autoridad minera. Al pronunciamiento del órgano ambiental se le denomina "Declaración de Impacto Ambiental". Es conveniente que el alumno distinga el significado de los términos "Evaluación", "Estudio" y "Declaración" de Impacto Ambiental y que comprenda que, a pesar de efectuarse el Estudio de Impacto Ambiental, la decisión final es de la Administración.

Ejercicio 5: Basándote en el diagrama de flujo de la Figura 3, establece si se produce alguna de las situaciones que obligan a efectuar la Evaluación de Impacto Ambiental en cada afloramiento seleccionado. En caso afirmativo señala cuáles. ¿Es necesario efectuar Evaluación de Impacto Ambiental en alguno de los casos que nos ocupan?. ¿En cuál?.

Ejercicio 6: Teniendo en cuenta el análisis que has realizado hasta el momento, ¿ha variado tu opinión acerca de la zona de instalación de la cantera?. Determina cuál de las áreas con recurso es la más favorable para ser explotada. ¿Existe alguna zona dentro de la misma que sea más adecuada para llevar a cabo la explotación?.

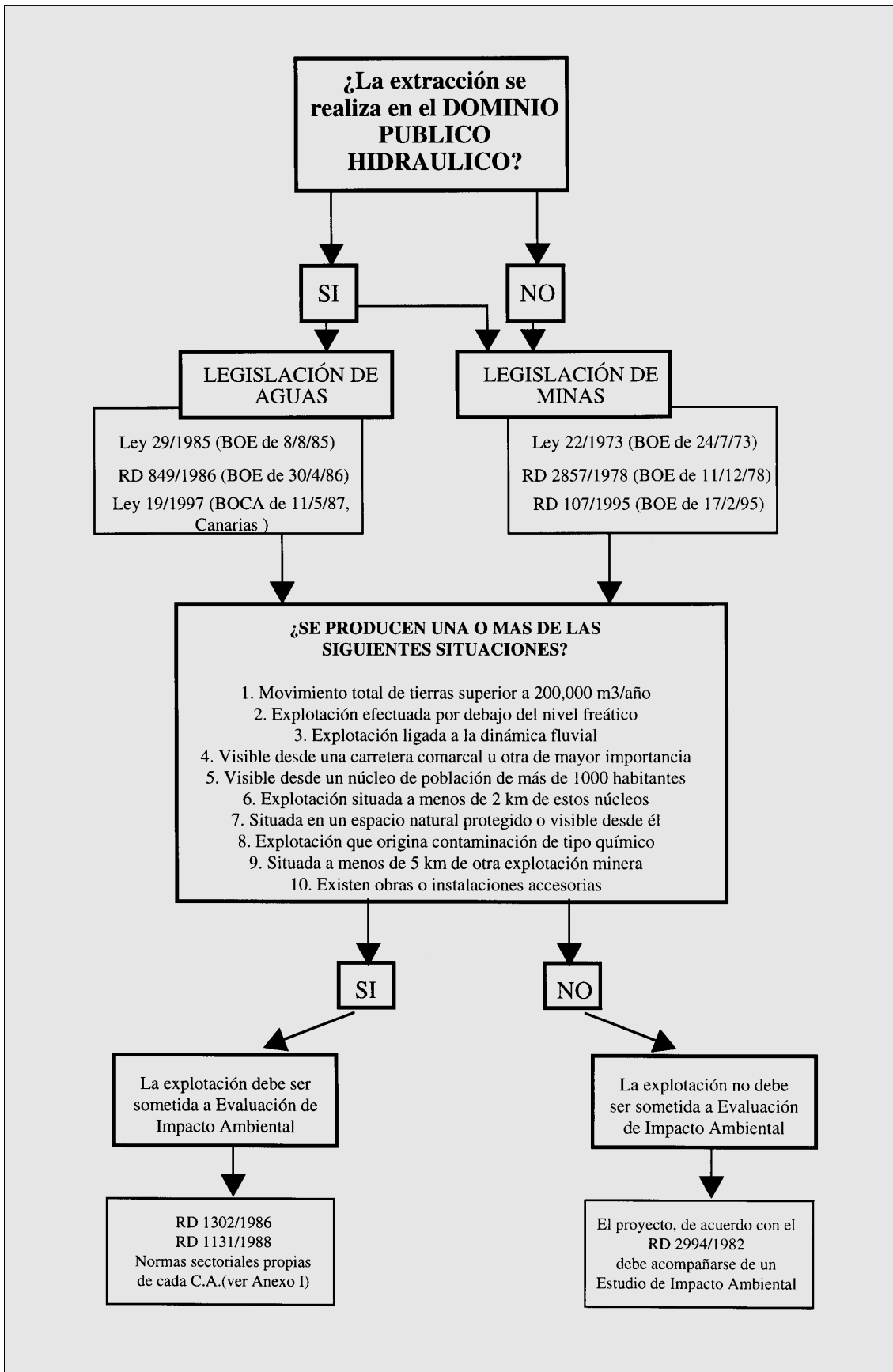


Figura 3. Normativa aplicable para determinar la obligatoriedad de someter un proyecto minero al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

PARÁMETRO AMBIENTAL	MEDIDAS CORRECTORAS Y PROTECTORAS
AGUAS SUPERFICIALES	Fabricación de cunetas y canales de colección de agua dirigidos a balsas donde decantan las partículas en suspensión. Filtros verdes: el agua turbia pasa por zonas con vegetación herbácea que retienen las partículas.
RUIDO	Evitar el empleo de explosivos. Utilizar maquinaria eléctrica. Recubrir los volquetes de camiones con planchas de goma. Desarrollar los trabajos durante el día.
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	Humedecer periódicamente los lugares de paso de camiones. Situarse, en la medida de lo posible, la explotación al abrigo de los vientos dominantes.
FLORA Y FAUNA	Realizar un Inventario de las especies del lugar. Comprobar que son especies frecuentes en viveros y de fácil recuperación. Evitar el uso de explosivos (afectan a aves, insectos...). No abrir nuevos caminos (afecta a las vías de acceso de animales y supone en muchos casos la eliminación de vegetación). Concienciar a operarios de la importancia del Medio Natural.
GEOMORFOLOGÍA	Rellenar y revegetar los huecos de extracción. Diseñar taludes de explotación y escombreras estables y sin formas angulosas.
EROSIÓN	Retirada previa de horizontes orgánicos y conservación de éstos. Rápida revegetación de escombreras. Dotación a las escombreras de baja pendiente y adecuado sistema de drenaje.
PAISAJE	No situar el frente de explotación dentro del campo de visión. Diseño de escombreras en graderío. Rápida restauración de escombreras. Ocultar el hueco de explotación conforme se va generando.

Tabla 1. Medidas correctoras y protectoras para paliar los impactos producidos en una explotación minera a cielo abierto.

ELEMENTOS, CARACTERÍSTICAS Y PROCESOS AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER AFECTADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A CIELO ABIERTO		CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS (Anexo I RD 1131/88)								DICTAMEN			VALORACIÓN															
		1		2		3		4		5		6		7		8		9			10		11		12		13	
		beneficioso	adverso	directo	indirecto	sinergia o acumulación	temporal	permanente	localizado	extensivo	próximo a la fuente	alejado de la fuente	reversible	irreversible	recuperable	irrecuperable	medidas correctoras	probabilidad de ocurrencia			afecta a recursos protegidos		COMPATIBLE	MODERADO	SEVERO	CRÍTICO	ausencia de impactos significativos	
ATMÓSFERA	Composición	X	X		X	X	X		X			X	X		●	●	X				X	□	○	■	●			
	Nivel de ruidos																											
AGUA	Superficial	X	X		X	X	X	X					X	X	●	●	X					□	○					
	Subterránea																											
SUELOS	Caract. edáficas																											
	Usos del suelo	X	X		X	X	X	X				X	X		●	●	X				X				●			
VEGETACIÓN	Especies y comunidades	X	X		X	X	X	X				X	X		●	●	X				X				●			
FAUNA	comunidades	X	X		X	X	X	X				X	X		●	●	X				X			■				
ECOLOGÍA	Cadenas tróficas	X	X	X		X	X	X				X	X		●	●	X				X			■				
PROCESOS GEOFÍSICOS	Inundación																											
	Erosión	X	X		X	X	X	X				X	X		●	●	X				X				●			
	Sedimentación	X	X		X	X	X	X			X	X	X		●	●	X				X			○				
	Inestabilidad	X	X		X	X	X	X			X	X	X		●	●	X		X		X			■				
MORFOLOGÍA	Vibraciones																											
	Paisaje	X	X		X	X	X	X			X	X	X		●	●									●			

Fig 4. Propuesta de resolución de la matriz de valoración de impactos ambientales para el problema planteado.

El ejercicio que sigue es el más complejo de todos los propuestos ya que, a pesar de que en el enunciado de la práctica se ha condensado toda la información necesaria, en la vida real la persona que realiza el Estudio de Impacto Ambiental deberá conocer el entorno sobre el que se va a llevar a cabo la actividad. Será necesario que realice un reconocimiento del terreno "in situ", que utilice guías de campo, catálogos de especies protegidas, inventarios de puntos de interés cultural y ecológico, conozca los usos del suelo, la situación económica de la zona, y valore la importancia de cada uno de estos parámetros que van a interactuar con la actividad que se plantea. Los criterios de valoración de los alumnos pueden ser muy subjetivos, y este hecho, unido al desconocimiento por su parte de ciertos aspectos de interés, hacen necesario que sea el profesor quien guíe a la hora de rellenar la matriz de valoración de impactos. La Figura 4 recoge una posible solución.

Ejercicio 7: Ya sabes que para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental se utilizan matrices de valoración de impactos. Rellena la matriz proceso-efecto (Figura 4) teniendo en cuenta las características de la zona que nos ocupa. Basándote en la Tabla 1, propón qué medidas correctoras de impactos podrían utilizarse para minimizar los efectos negativos que pueden ocasionarse.

Ejercicio 8: El último ejercicio consistirá en el desarrollo de un debate en el que se formen varios

equipos que adopten el papel de cada uno de los "jugadores" que intervienen en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

BIBLIOGRAFÍA:

Agueda, J.; Anguita, F.; Araña, V; López, J. y Sánchez L. (1983). *Geología*. Editorial Rueda. Madrid.

Alvárez, R.M. (1994). De los trabajos prácticos o tradicionales a la actividad investigativa. *Enseñanza de Ciencias de la Tierra*. (2.2. y 2.3.), 361-372.

Bastida, M.F.; Ramos, F. y Soto, J. (1990). Prácticas de laboratorio: ¿una inversión poco rentable?. *Investigación en la Escuela*. 11, 77-91.

García, M.P. (1995). Las prácticas de laboratorio: planificación y evaluación. En: *Aspectos didácticos de Ciencias Naturales (Biología)* (6). Colección Aula Abierta. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza, 65-102.

Gómez, D. (1994). *Ordenación del Territorio. Una aproximación desde el Medio Físico*. I.T.G.E. y Agrícola Española, S.A. (Editores). Madrid.

I.T.G.E. (1996). *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales*. Instituto Tecnológico y Geominero de España. Madrid, 59-72.

Luzón, A.; Sirvent, J. y Soria, M. (en este volumen). El aprovechamiento de los recursos naturales en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra y el Medio ambiente. Una introducción a los Estudios de Impacto Ambiental. ■