

Ingeniería, impacto ambiental y empleo^(*)

Por Santiago HERNANDEZ FERNANDEZ
Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Partiendo del concepto de Medio Ambiente, y a través de los Problemas Medioambientales, se hacen unas consideraciones breves sobre el tremendo incremento que ha experimentado la capacidad para modificar nuestro entorno por la ingeniería en las últimas décadas.

Como consecuencia de este brusco proceso, el ingeniero (que no podía ser una excepción) ha perdido el enlace tradicional que lo conectaba con los ciclos biológicos y ecológicos, naturales. Circunstancia esta que no le permite apreciar la acumulación de agresiones que soportan los ecosistemas naturales, muy por encima de su capacidad de autodepuración y de autoregeneración, procedente de la propia actividad ingenieril.

De esta realidad (unos grandes Impactos Ambientales sobre nuestro entorno), nace la imperiosa necesidad de hacer compatible el «desarrollo» y el «progreso» con la «conservación» de la naturaleza.

En la solución de estos problemas ecológicos, aparece una nueva variable fuertemente «impactante» sobre la propia sociedad: el «empleo». Las medidas conducentes a reducir el Impacto Ambiental son fuertes generadoras de empleo. Así la política de los países europeos coincide, aunque partiendo de problemas y premisas diferentes, en dar un gran impulso a las medidas conservacionistas.

1. INTRODUCCION

El **Medio Ambiente**, concepto que usamos referido a las condiciones que rodean o afectan al hombre, comprende desde nuestro entorno más próximo hasta la biosfera entera. Este Medio Ambiente puede estar formado por: un paisaje natural, en el caso de que haya conservado su naturaleza primitiva y permanezca esencialmente sin ser influido por las actividades humanas; o un paisaje antropogénico, si su fauna, flora o paisaje, han sido modificadas por el hombre o sus actividades. Es importante que nuestro Medio Ambiente se conserve en un estado tal que nos permita desarrollar nuestra existencia con una razonable calidad de vida a corto, medio y largo plazo, en este sentido la conservación del equilibrio ecológico es un factor determinante.

El **Empleo** representa, en nuestros días, un importante factor a tener en cuenta si queremos garantizar el equilibrio social en cualquier país democrático. Por su influencia sobre gran número

de factores que contribuyen en buena medida al reparto de la riqueza y por su relación directa con la aparición de fuertes tensiones sociales cuando comienza a transformarse en un bien escaso: la generación de empleo es uno de los principales problemas que tienen planteados los países.

Por último, la **Ingeniería** (actividad compleja en la que la responsabilidad última, de las interferencias con el medio ambiente que sus proyectos produzcan, está asignada a miles de profesionales de todos los países del mundo), tiene la irrenunciable obligación de hacer posible el desarrollo de la actividad que tiene encomendada, como motor del progreso humano, con la conservación del resto de la biocenosis.

2. LOS PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES

Hoy día empleamos con frecuencia expresiones como: el equilibrio ecológico, la conservación de ecosistemas, el mantenimiento de los procesos esenciales, la conservación de la diversidad genética, el desarrollo rural basado en la

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de agosto de 1988.



conservación, la explotación racional de los recursos naturales a largo plazo, la integración de las obras y actividades humanas en el medio ambiente, la protección del entorno urbano, el desarrollo de energías alternativas, la agricultura biológica, las especies en peligro de extinción, el efecto invernadero, la contaminación térmica, la destrucción de los bosques, la erosión, etc.; la lista sería interminable. En todos los casos nos referimos a situaciones reales, hechos concretos, fenómenos palpables y, desde luego, procesos que se desarrollan en la biosfera como consecuencia de la actividad humana y que de manera global pueden calificarse como **PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES**.

Afortunadamente vamos, poco a poco, asumiendo la gravedad de algunos de estos problemas desde los colectivos formados por los ingenieros; vamos progresivamente siendo conscientes de sus consecuencias a escala terrestre e incluso nos sentimos preocupados ante algunas de las catástrofes más espectaculares. Pero debemos reconocer que los intereses «puramente ecológicos» —aunque reconocidos mundialmente por los expertos y plenamente justificados por el inestimable valor patrimonial de los ecosistemas naturales, el paisaje, la fauna o la flora— no son suficientes para convencer a todas las personas implicadas, o con poder de decisión, de que el problema está a nues-

tro lado y nos afecta directamente. Esta es la pieza clave del problema, la dovela central sin la cual no puede cerrarse el gran arco que daría paso a la integración verdadera de las obras del Ingeniero en el Medio Ambiente. Es preciso que dejemos de ignorar que nuestra actitud, y nuestro propio trabajo diario, influye directamente sobre el equilibrio de todo el conjunto.

No obstante tampoco podemos comportarnos ingenuamente, argumentando razones excesivamente técnicas y específicas difíciles de entender por el profano en ecología, para justificar la conservación de este ecosistema o aquella especie en peligro de extinción. Debemos, antes bien, argumentar razones que la sociedad entienda y asuma; en este sentido es importante que se den a conocer problemas en los que las consecuencias puedan verse y sentirse próximas a nuestro entorno humano. Afortunadamente las medidas necesarias para resolver adecuadamente los graves problemas que amenazan a la conservación de ecosistemas y especies animales o vegetales, son las mismas que han de tomarse para garantizar el mantenimiento de una explotación racional del Planeta, si queremos hacerlo compatible con una vida sostenida a largo plazo de la especie humana.

3. EL IMPACTO AMBIENTAL

Los progresos que ha experimentado el desarrollo de las distintas ciencias, especialmente durante las últimas décadas, han sido recogidos y aplicados por las diversas ramas de la ingeniería. Así, en escasos años, han aparecido complicadas herramientas, gigantescas máquinas y sofisticados métodos, capaces de mover montañas, crear mares, desecar marismas, etc., y que ayudados por una sólida base teórica y científica, permite al ingeniero asumir cualquier tipo de necesidad, por muy complicada que parezca, y plasmarlo en un Proyecto perfectamente realizable.

Por el contrario, mientras que este gran desarrollo ha multiplicado por mil la capacidad para modificar el paisaje y el medio ambiente; no ha tenido el mismo efecto multiplicador sobre la tradicional sensibilidad que el hombre tenía para con el entorno que le soportaba. Así,

hemos multiplicado las acciones agresivas sobre el medio natural, pero no sentimos los efectos de tales desequilibrios sobre nosotros mismos. No sentimos la contaminación generalizada que hemos provocado, ni el derroche de materias primas no renovables, ni la pérdida de los más valiosos ecosistemas, ni los perniciosos efectos de la erosión que inducimos, ni la violación de la pureza de nuestros ríos y mares, ni tantos otros problemas que nos aquejan.

En definitiva hemos proyectado sin tener en cuenta los efectos de nuestra obra más allá de los límites del propio proyecto. No hemos considerado el IMPACTO AMBIENTAL.

El 3 de julio de 1988, entra en vigor la «Directiva sobre Evaluación de los Impactos Ambientales sobre el Medio Ambiente» de ciertas obras públicas y privadas, aprobada en el Consejo de la CEE de 27 de junio de 1985 (85/337/CEE). JOCE n. L 175 de 5-7-85. Normativa que obliga a todos los países miembros y que representa un primer intento de evitar los graves problemas de Impacto Ambiental. En breve deberán estudiarse las correspondientes modificaciones, a incluir en la Directiva, para evitar de verdad algunos de los graves problemas no tratados y que afectan muy fundamentalmente a nuestro País. La erosión en todas sus facetas, los impactos visuales, las modificaciones en la cobertura vegetal y el tratamiento de las áreas de especial interés ecológico, son algunos de los temas no suficientemente contemplados.

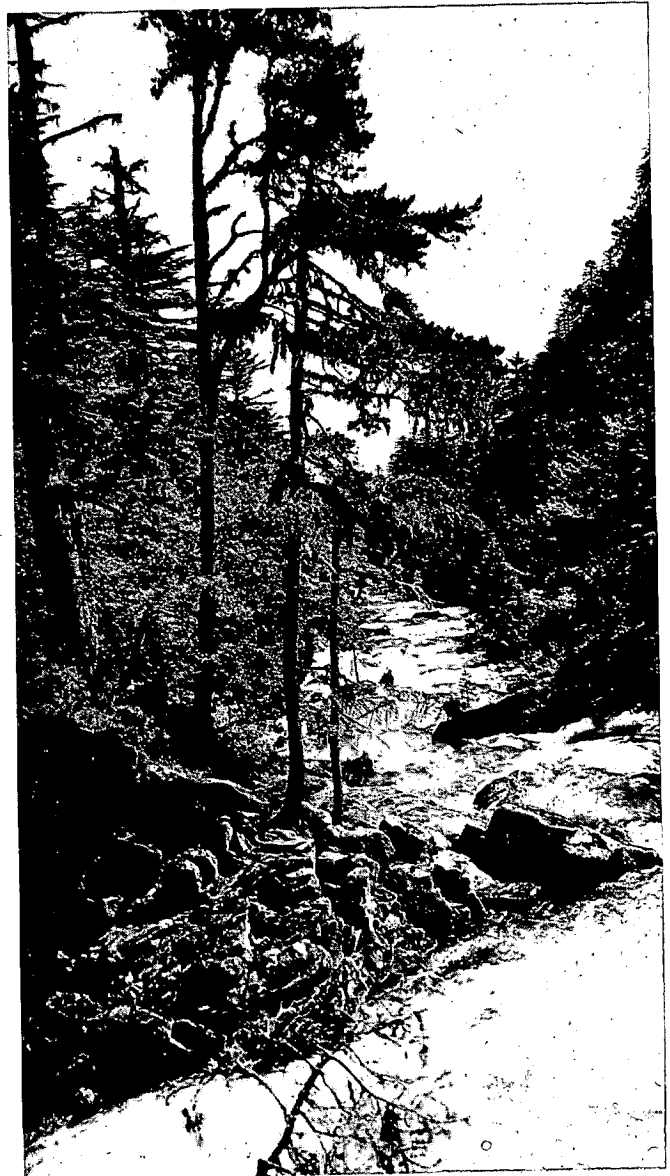
Los tratamientos necesarios para que las obras de ingeniería queden adecuadas al medio ambiente, deben ser perfectamente contemplados en los correspondientes estudios de Impacto Ambiental. En todos los casos debemos tener presente que los tratamientos conservacionistas son con frecuencia verdaderos estudios de detalle y obras artesanales de gran precisión y sensibilidad, en cuya redacción deben intervenir especialistas en la materia.

Las razones más sensibles pueden compararse con grandes tiendas de fina cristalería, en las que cada valiosa pieza está situada en el lugar conveniente. En estas condiciones, si se plantea la necesidad de cambiar la disposición de las distintas estanterías, parece razonable que en primer lugar sea estudiada y sopesada sere-

namente tal posibilidad; y solo si finalmente resulta procedente realizar el cambio, debe hacerse, pero a mano y con sumo cuidado para no romper ninguna pieza. Por supuesto a nadie se le ocurriría meter un elefante en la cristalería.

En este sentido si, por ejemplo, pretendemos construir una nueva carretera y al realizar el primer tanteo del proyecto resulta afectada por ella una zona de alto interés ecológico, debe considerarse tal área como un condicionante más del trazado.

Es notorio y evidente que el tipo de suelo, la topografía, la disponibilidad de materiales, el clima, la coyuntura económica o las condiciones del mercado —por citar tan solo algunos— son



factores que determinan el coste real del proyecto sin que nadie se rasgue las vestiduras por ello; del mismo modo la existencia de una zona de alto valor ecológico impone sus condiciones al proyecto, que no pueden ser ignoradas.

4. LA GENERACION DE EMPLEO

A continuación vamos a relacionar una serie de obras, o partes de ellas, en las que siendo la incidencia del Impacto Ambiental notablemente alta puede ser reducida, no obstante en gran medida, si se realizan cuidadosos estudios de detalle (que deben ser fielmente ejecutados, tanto en el período de ejecución como en el de explotación).

Obras de abastecimiento de agua:

- Manantiales.
- Captaciones superficiales.
- Depósitos elevados.
- Transformadores y tomas de corriente.
- Trazado de conducciones.

Urbanismo:

- Proyectos de jardines.
- Arquitectura popular: encalados, mamposterías.
- Conservación del patrimonio arquitectónico.
- Diseño vial: empedrados, enlosados, mosaicos.
- Proyecto de arbolado vial.

Construcción de carreteras:

- Elección del trazado.
- Impacto sobre el paisaje.
- Impacto sobre la escorrentía.
- Obras de paso de agua.
- Estudio de taludes.
- Obras provisionales.
- Caballeros y préstamos.
- Carreteras forestales.
- Los árboles en la carretera.
- Los usuarios de la carretera.

Los embalses:

- Restauración de orillas.
- Regeneración de nuevos sotos fluviales.



- Creación de los refugios faunísticos destruidos.
- Construcción de escalas para peces.
- Proyecto de islas flotantes.

Corrección y encauzamiento de ríos:

- Tratamiento de cárcavas y torrentes.
- Protección de márgenes.
- Regeneración vegetal en cuencas.

Edificación y artesanía:

- Empleo de madera y piedra.
- Huir del plástico, aluminio, cristal.

La anterior relación de proyectos y obras concretas de ingeniería, nos muestra un resumido índice de capítulos que, además de tener todos en común el tratar factores que influyen negativamente sobre el medio ambiente, participan también de otra interesantísima cualidad: su **alta capacidad de generar mano de obra**. En todas las actividades relacionadas con ellas resulta necesario realizar gran número de operaciones de modo manual y, con frecuencia, también incluso labores artesanales.

Vemos, que una vez más coinciden los inte-

reses ecológicas con otros más fácilmente identificables por el ciudadano medio, como son las razones sociales o simplemente prácticas. Pueden hablarse por tanto de «obras sociales», con la misma autoridad con que denominaríamos «cultivos sociales» a aquellos que generan mayor cantidad de empleo durante su ciclo productivo agrario. Así, por ejemplo, el cultivo del tomate genera más empleo agrario que el del maíz. Del mismo modo ocurre, en general, si comparamos una obra de mampostería con una de hormigón.

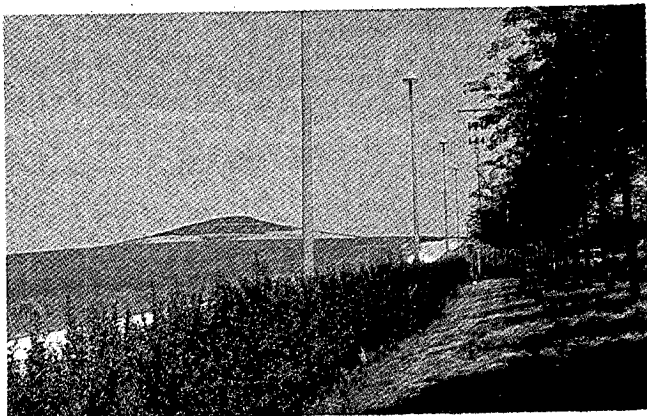
Así nos encontramos con que:

A) La obra de ingeniería, y con ella el Ingeniero, se transforma en un factor determinante de la evolución que tome este importante factor de equilibrio social: el empleo; ya que el modo de proyectar determina directamente la proporción correspondiente a mano de obra en el presupuesto total.

B) Los proyectos relacionados con la restauración del equilibrio natural, alterado por los Impactos Ambientales producidos por las obras de ingeniería, exigen un alto porcentaje de mano de obra y de especialista artesanal.

C) La restauración del equilibrio natural determina las bases del cuarto programa comunitario sobre Medio Ambiente, que cubre el período 1987-1992, y que comienza con la apertura del Año Europeo del Medio Ambiente.

Con lo que la única conclusión posible debe ser fomentar los proyectos dedicados a conservación y mejora del medio ambiente y atención especial a todos los informes, estudios y proyectos del Impacto Ambiental.



Hasta el momento el Banco Europeo de Inversiones ha prestado desde 1975 cerca de 1.300.000.000 ECUS (unos 189.280.000.000 pesetas al cambio del 4-feb-87) para la realización de proyectos de mejora del medio ambiente; y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional ha subvencionado este tipo de proyectos con más de 300.000.000 ECUS (unos 43.680.000.000 pesetas); lo que indica que la Comunidad Europea está dando prioridad a estos temas.

En el campo de la ingeniería viene estimándose que el coste de los tratamientos para reducir el Impacto Ambiental puede oscilar entre el 4 y el 5 por 100 del presupuesto de ejecución total del Proyecto. Es evidente que frente a los altos presupuestos que cada país dedica a obras públicas, industria, vivienda, agricultura, sanidad, etc., estos reducidos porcentajes dedicados a tratamientos ecológicos se comportan como fuertes motores de la generación de empleo.

1. Generan una demanda de técnicos ambientalistas en la redacción de los estudios de impacto ambiental.

- En la toma de datos:
 - Topografía.
 - Estudios de fauna y flora.
 - Censos y estudios de poblaciones.
 - Unidades paisajísticas.
 - Microecosistemas, etc.
- En el estudio de alternativas:
 - Elección del trazado o ubicación.
 - Diseño y tecnologías.
 - Sistemas depuradores.
 - Estudio materias primas.
 - Impactos globales, etc.
- En el control del Impacto Ambiental:
 - Estudios de detalle.
 - Valoraciones del impacto.
 - Soluciones para reducirlos.
 - Posible «resonancia» de efectos.
 - Seguimiento, etc.

2. Inducen una tecnología nueva anticonaminante:

- En la fabricación de aparatos de medida.
- Desarrollo de controles biológicos.
- Equipos descontaminantes.
- Plantas de tratamiento industriales.
- Nuevas investigaciones, etc.

3. Requieren programaciones multidisciplinarios:

- Equipos técnicos regionales.
- Estudios globales de recursos.
- Políticas sectoriales integradas.
- Coordinación de esfuerzos, etc.

4. Crean nuevas necesidades de servicios varios:

- Guías ecológicos.
- Turismos de la naturaleza.
- Publicaciones culturales.
- Nuevas enseñanzas.
- Centros de investigación y estudio.
- Oficios artesanales.
- Recuperación de áreas improductivas.
- Nuevos productos, etc.

El presupuesto dedicado en España para la protección del Medio Ambiente en 1986 fue (datos del MOPU):

Administración del Estado	26.668.945.000 Ptas.
Comunidades Autónomas	47.887.339.000 Ptas.
TOTAL	74.556.284.000 Ptas.

Lo que representa el 0,26 por 100 del P.I.B.

En el año anterior (1985), las cantidades fueron:

Administración del Estado	27.555.443.000 Ptas.
Comunidades Autónomas	34.157.227.000 Ptas.
TOTAL	61.712.670.000 Ptas.

Lo que representa el 0,19 por 100 del P.I.B.

Aunque no están incluidos los dedicados al tema por los ayuntamientos, parece claro que crecen en peso las inversiones de las comunidades autónomas frente a las estatales, y que aumentan todas globalmente su porcentaje respecto del P.I.B. Así pues la inversión específicamente dedicada a la conservación del medio ambiente resulta ser ya una parte significativa del P.I.B.

Como final citaremos algunas de las conclusiones de las «JORNADAS SOBRE POLÍTICA AMBIENTAL», organizadas por el Gabinete de la Presidencia del Gobierno en Trujillo del 16 al 19 de julio pasado, en ellas se decía:

«La importancia social y económica del deterioro ambiental que afecta a nuestro País, la elevada cuantía de las inversiones que serán necesarias para adaptar la política ambiental comunitaria a la realidad española y para resolver

problemas como la desertización, entre otras consideraciones, obligan a entender el deterioro ambiental como una cuestión de Estado». Como tal, solo podrá tener solución en el marco de un amplio debate político y acuerdo social que implique a toda la sociedad española. Por ello, es necesario que en los procesos de concertación social se considere este tema, con sus implicaciones económicas, como un problema prioritario».

«En esta perspectiva, la mejora del medio ambiente debe ser entendida como un elemento crucial de la solidaridad social. En la práctica, un mejor medio ambiente implica una mejor calidad de vida sobre todo para los trabajadores y, por tanto, una forma de incremento de su remuneración social».

«A la vez, la mejora del medio ambiente debe entenderse como un elemento decisivo para la mejora de la competitividad de España como espacio geográfico y económico».

«Es necesario introducir criterios de política ambiental en la planificación del desarrollo económico. En esta línea, política ambiental y política de empleo deben ser compatibles. Ciertamente los efectos de las políticas ambientales sobre el empleo no son suficientemente cono-



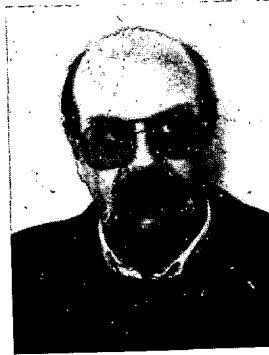
cidos a corto plazo. Pero es obvio que estas políticas impulsan el desarrollo de un sector ambiental —de nivel tecnológico muy adecuado para España— con efectos positivo sobre el empleo de manera directa. Al tiempo favorece el crecimiento de sectores de ocio, turismo, cultura, etc., con efectos favorables sobre el empleo».

«La política ambiental debe entenderse como una política de solidaridad, que debe ir íntimamente ligada con políticas de reequilibrio territorial».

Con lo cual parece claro que es urgente, y nuestro gobierno así lo estima conveniente, desarrollar una amplia labor en materia medioambiental, en la que los esfuerzos de las distintas Administraciones Públicas deben centrarse en impulsar una política preventiva, restauradora y de equipamiento que priorice y jerarquice las inversiones públicas en función de su «rentabilidad ecológica», que como vemos es directamente traducible en «rentabilidad social».

En el desarrollo puntual de las diferentes acciones, tanto públicas como privadas, tenemos una gran responsabilidad el colectivo de Ingenieros de Europa. No olvidemos que todo proyecto de obra o fábrica, de todo tipo, tiene en su última página la firma de un Ingeniero y que de la solución adoptada depende la magnitud del Impacto Ambiental causado y la generación de Empleo derivada.

Santiago Hernández Fernández



Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en 1971. Doctor Ingeniero de Caminos desde 1983. Premio Extraordinario de Doctorado de la Universidad Politécnica de Madrid. Ingeniero de RENFE desde 1972. Delegado del Colegio de Ingenieros de Caminos en Cáceres y representante Regional del 77 al 84. Vocal de la Comisión Provincial de Urbanismo desde 1981. Presidente de

ADENEX (Asociación para la Defensa de la Naturaleza y los Recursos de Extremadura) desde 1980. Profesor de «Ecología y Medio Ambiente» en la Universidad de Extremadura del 81 al 84. Profesor de «Ferrocarriles, Teleféricos y Transportes por Tubería» del 79 al 84. Profesor del «Impacto Ecológico de los Proyectos» en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid el 83 y 84. Ponente o participante en más de 20 cursos y congresos, relacionados con el medio ambiente. Conferenciante en más de 100 ocasiones, sobre temas relacionados con la ecología y el medio ambiente desde 1982, en diversos lugares de España y Portugal. Autor de más de 20 artículos en diversas publicaciones. Autor de los siguientes libros: «Teoría y Práctica del Hormigón Pretensado». Editado en 1970 por el Servicio de Publicaciones de la Escuela de Caminos de Madrid. (50 págs.) «El Ingeniero de Caminos y la Conservación del Medio Ambiente». Editado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, en 1983. (50 págs.) «Ecología para Ingenieros. Impacto Ambiental». Editado por el Colegio de Ingenieros de Caminos en 1987. (222 págs.)

