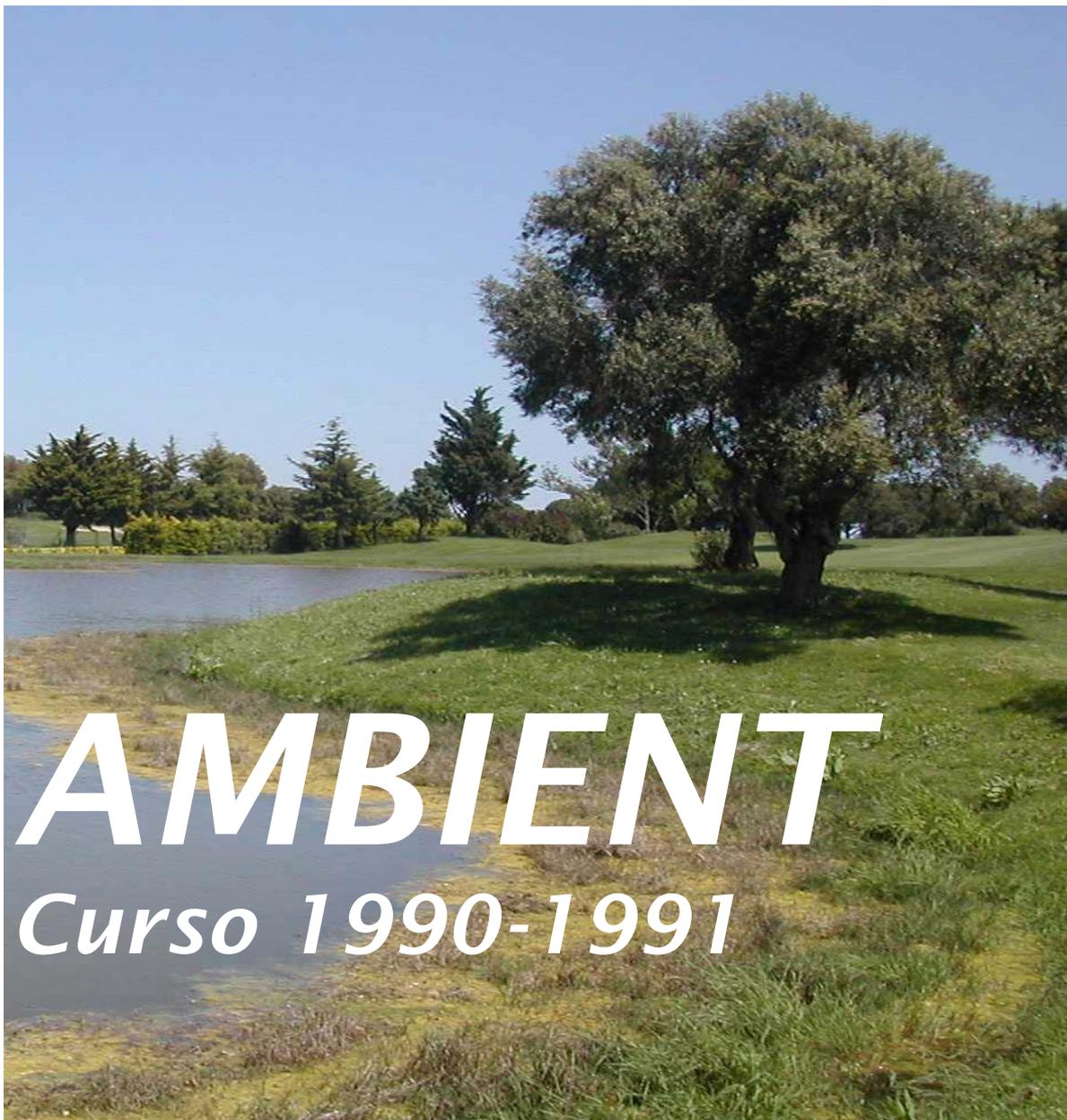


11ª Edición



AMBIENT

Curso 1990-1991



*Sección de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Universidad Politécnica de Cataluña*

Barcelona, mayo de 1991

PRÓLOGO

Este volumen recoge los trabajos elaborados y seleccionados por los alumnos de Ingeniería Ambiental para la 11ª Edición de AMBIENT.

La información relativa a la portada inicial de la publicación y la composición del Comité Técnico se extravió y no ha sido posible recuperarla.

Barcelona, mayo de 1991.

Rafael Mujeriego
Catedrático de Ingeniería Ambiental.

ANTECEDENTES Y NUEVAS TENDENCIAS DE LA INGENIERIA SANITARIA

Aránzazu Ruiz Escriche

RESUMEN

En este trabajo se revisan los más destacados antecedentes de los modernos sistemas de recogida, tratamiento y evacuación final de las aguas residuales. Asimismo, y a modo de ejemplo cercano se repasan los precedentes de la red de alcantarillado de la ciudad de Barcelona. Para finalizar, se indican las tendencias que recientemente, y fundamentadas en la avanzada técnica actual, están surgiendo.

En aquest treball es revisen els més destacats antecedents dels moderns sistemes de recollida, tractament i evacuació final de les aigües residuals. Així mateix, i com a exemple proper, es repassen els precedents de la xarxa de clavegueres de la ciutat de Barcelona. Per a finalitzar, s'indiquen les tendències que recentment, i fonamentades en l'avançada tècnica actual, estan sorgint.

INTRODUCCION

La calle fue durante siglos el único destino de los residuos líquidos de las casas, y puertas y ventanas su única salida; el conocido "agua va" imperó en el mundo durante años.

Los primeros fosos pegados a las casas son el indicio de un respeto a la vía pública y sobre todo, el esbozo de la posterior recogida de aguas residuales domésticas, lo que constituye junto con el abastecimiento de aguas, uno de los factores más influyentes en el nivel general de buena salud que disfrute un pueblo.

Desde entonces y sobre todo ahora, la ingeniería sanitaria se encuentra en un periodo dinámico en el que no sólo los nuevos conceptos son importantes, sino que vuelven a valorarse antiguas ideas que aunque simples entonces, hoy apoyadas en la avanzada técnica, pueden hacer una labor importante en el campo de las aguas residuales.

Por este motivo, debemos recordar cuáles han sido los

antecedentes y cuáles son las nuevas tendencias en los tres pasos que recorre un agua residual: la recogida mediante una red común de alcantarillado, el tratamiento para eliminar ciertos contaminantes y la evacuación final de forma que el daño ambiental sea el menor posible.

OBJETIVOS

Dos son los temas que se presentan como objetivos de este estudio, el que podríamos llamar sanitario y otro más bien técnico.

El primero demuestra la importancia de una correcta infraestructura de saneamiento para proteger tanto a personas como al resto de seres vivos y al medio ambiente. El técnico consiste no sólo en conocer las avanzadas tendencias actuales, generalmente basadas en la informática y la ingeniería química, sino también en valorar antiguas ideas que en su momento contribuyeron enormemente a mejorar la salud pública.

ANTECEDENTES DE LA INGENIERIA SANITARIA

Recogida de aguas residuales

El alcantarillado antiguo más conocido es el romano aunque no había conexión entre las casas y los conductos, pues se desconocía la influencia del agua residual sobre la salud y la obligación a tales medidas sanitarias se hubiese considerado una invasión a los derechos del individuo. Todas las alcantarillas posteriores siguieron el mismo modelo y no hubo ningún desarrollo hasta la década 1840-50.

La primera novedad fue tras el incendio de 1842 que destruyó Hamburgo; en la reconstrucción se diseñó una completa red de acuerdo con las modernas teorías. Afortunadamente la higiene se traduce en comodidad, y ésta, una vez conocida y disfrutada, se extiende fácilmente. Hamburgo fue pronto seguido por Londres y ciudades americanas.

Hasta 1845, Londres no poseía una información completa de sus alcantarillas y algunas de gran tamaño vertían sus aguas en otra menores e incluso las había en cotas inferiores a la fosa séptica en la que desembocaban. Una catastrófica epidemia de cólera en 1848 convenció de la necesidad de una buena red de saneamiento y en 1855 se creó el Metropolitan Board of Works para diseñarla.

En EEUU los primeros trabajos fueron realizados sin ninguna supervisión pública y se construyeron alcantarillas enormes en las que el agua circulaba muy lenta y los sólidos se podían acumular y descomponer.

Como se deduce de todo esto, aunque los estudios sobre el flujo de aguas se remontan a 1840, su aplicación fue poco o nada utilizada. (Metcalf-Eddy, 1977; Paz, 19-?)

Tratamiento de aguas residuales

Hasta el desarrollo de la teoría de los gérmenes con Kock y Pasteur en el siglo XIX, apenas se comprendió la relación polución-enfermedad y la importancia de la higiene, por lo que, aunque la recogida de aguas data de muy antiguo, el tratamiento era entonces muy reducido; cabe citar como precursoras la práctica inglesa y la norteamericana.

La primera de ellas se desarrolló debido al pequeño tamaño de los ríos británicos, cuya polución por las aguas sin tratar se convirtió pronto en un problema. En cuanto éste se relacionó con la salud se idearon y llevaron a la práctica, además de la irrigación, métodos cuya finalidad era acelerar los medios naturales de tratamiento bajo condiciones controladas y en instalaciones de reducido tamaño. Destacaron la sedimentación y la precipitación química. El estudio del fango activado se remonta a 1882 y tal como se conoce hoy, fue desarrollado por Ardern y Lockett en 1914.

La práctica norteamericana fue ligeramente posterior ya que las superficies de terreno disponibles para la evacuación eran mayores. Sin embargo, es reseñable la estación experimental Lawrence establecida por el Massachusetts State Board of Health hacia 1887 para el estudio del tratamiento de aguas de abastecimiento y residuales, y cuya influencia ha sido evidente y de gran alcance.

Evacuación final de aguas residuales

La evacuación final de las aguas residuales es uno de los problemas más difíciles de la ingeniería sanitaria, pero también uno de los más tardíos pues se realizaba en la mayoría de las ciudades de la forma más sencilla posible y sin tener en cuenta las consecuencias ambientales.

Probablemente el primer método de evacuación fuese la irrigación en Atenas, aunque el primero mayoritariamente usado fue la dilución; el problema había surgido al empezar a evacuar los residuos domésticos a las alcantarillas pluviales, excediéndose frecuentemente la capacidad de auto-depuración de la corriente de agua en la que se vertían. Por ello se construyeron alcantarillas separadas y se empezaron a tratar las aguas como modo de evitar las desagradables condiciones que se producían en el vertedero. (Metcalf-Eddy, 1977).

ANTECEDENTES DE LA ACTUAL RED DE SANEAMIENTO DE BARCELONA

Barcelona, en dos mil años, ha pasado de ser una pequeña colonia romana, a constituir, junto con sus alrededores la aglomeración urbana más populosa del Mediterráneo. Por ello, la red de alcantarillado no ha podido permanecer ajena al crecimiento del núcleo urbano y se ha ido adaptando a sus necesidades.

Las alcantarillas que habían construido los romanos fueron útiles hasta el siglo XII, y hasta el XIX, sólo se hicieron mejoras en los desagües, pero desde entonces, la ciudad llegó a tal densidad (790 habitantes por hectárea, 1854) que las condiciones de insalubridad del recinto amurallado se agudizaron de tal forma, que se llamaba a Barcelona la ciudad de los malos olores. Se había creado la necesidad de aumentar el núcleo urbano, sanear la ciudad antigua y prever la correcta eliminación de las aguas residuales (Proyecto de saneamiento del subsuelo de Barcelona). Podemos decir, que así como Cerdá urbanizó el plano de la ciudad, Pere García Faria urbanizó el subsuelo cuyas redes de saneamiento y su reglamento de uso tienen todavía plena vigencia. El proyecto fue aprobado por el Ayuntamiento el 16 de Junio de 1891, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos e incluso contribuyendo a reducir la mortalidad.

En cuanto a la evacuación, la ciudad está emplazada al lado del mar, en un plano de pendiente suave que es suficiente para facilitarla. Este hecho se tuvo en cuenta en el proyecto citado, por lo cual, la red pensada por García Faria tiene forma de árbol cuyas ramas más finas recogen el agua de las viviendas y se entroncan en alcantarillas progresivamente más amplias hasta formar los grandes colectores de evacuación. En esta especie de árbol las aguas circulan exclusivamente por gravedad y unidireccionalmente, es decir, se evacúan conjuntas tanto las residuales como las de lluvia.

Todo este entramado se procuró colocar por debajo de la red de abastecimiento para evitar problemas tales como el ocurrido en 1914, año de la epidemia de fiebre tifoidea.

En 1905 se advirtió del mal estado de las conducciones de agua potable y del peligro sanitario que suponía el hecho de que se ubicasen, en las nuevas edificaciones, depósitos y pozos negros, donde se vertían las aguas residuales y las letrinas.

En Octubre de 1914 estalló una epidemia de tifus. Se denunciaron como culpables las aguas de Montcada, aunque no en su origen sino en su trayecto, por lo que un equipo de fontaneros recibió el encargo de examinar el repartidor. A su paso por la Sagrada Familia, se descubrió que de un depósito contiguo traspasaban al agua potable, restos de letrina. Años después se supo, que en Agosto de 1914 y en la misma casa a la que pertenecía el pozo, había habido dos defunciones por tifus. Pudo no ser la causa de la epidemia, pero la coincidencia es significativa. (Conillera, 1986).

NUEVAS TENDENCIAS DE LA INGENIERIA SANITARIA

Recogida de aguas residuales

Tres son los avances más importantes en la recogida de aguas residuales, el ordenador en el diseño del alcantari-llado, el control de lluvias y la mejora de los materiales.

Diseñar la alcantarilla era en el pasado el aspecto que más tiempo llevaba al proyectarla. Hoy, el ordenador convierte éste paso en prácticamente automático. De igual forma, el acople de dispositivos sensores de la precipitación facilita el desagüe de la alcantarilla y evita posibles desbordamientos de ésta.

En cuanto a los materiales, destaca el menor uso del hormigón en masa y del fibrocemento, frente al alza del hormigón centrifugado y del armado, aunque éste suponga la necesidad de intensos estudios para evitar la corrosión. Como material de revestimiento se tiende hoy a utilizar resinas epoxi y como empalme, cloruro de polivinilo (PVC) y algunas gomas sintéticas. (Metcalf, 1977; Gutiérrez, 1987).

Tratamiento de aguas residuales

Qué contaminantes deben eliminarse de un agua residual para proteger el medio ambiente, es el motivo clave de la creciente investigación de métodos de tratamiento.

Son fundamentales las operaciones y los procesos unitarios. Las primeras son lo que antes se denominaba tratamientos primarios, es decir la aplicación de principios físicos como el desbaste y la sedimentación. Los segundos son los tratamientos secundarios en los que la eliminación de contaminantes se efectúa por actividad química o biológica.

Finalmente hay que reseñar que existen sustancias que no se ven afectadas por los métodos anteriores, en especial si a las alcantarillas domésticas llegan residuos industriales, y que el aumento de compuestos orgánicos sintetizados es impresionante, por lo que el agua se tiende a tratar con métodos avanzados, adoptados de campos como la ingeniería química ó el estudio de aguas de abastecimiento.

Evacuación final de aguas residuales

En el tema de la evacuación, la tendencia reina es el establecimiento de estrictas normas en el vertido de aguas, a fin de proteger el medio ambiente.

En la evacuación del efluente, lo más normal es la dilución en el mar, sin embargo, ahora que la protección del medio acuático está aumentando y la capacidad de asimilación del medio ambiente disminuye, no pudiendo usar toda el agua para regar la tierra, es cada vez más normal considerarla como un recurso si se sigue una óptima regeneración.

La evacuación de fangos y contaminantes extraídos del efluente se efectúa a lagunas y vertederos controlados. Sin embargo, el volumen de residuos aumenta y la filtración al vacío, el secado y la incineración es cada vez más frecuente. Por último, es destacable la investigación que se lleva a cabo para obtener de los residuos, mediante la acción de microorganismos, gases respirables y agua potable que puede

ser aprovechada. (Metcalf-Eddy, 1977; Hernández, 1990).

CONCLUSIONES

En base a los objetivos expuestos anteriormente, tanto a nivel técnico como sanitario, los resultados obtenidos en el estudio permiten concluir:

1.- Una deficiente red de saneamiento es una vía fácil de propagación de enfermedades como demuestra la disminución de epidemias, no sólo en Barcelona sino en muchas ciudades, cuando se instaló el alcantarillado.

2.- Una deficiente red de saneamiento conlleva el deterioro del medio ambiente ya que los contaminantes pueden sobrepasar la capacidad de autodepuración de éste.

3.- Debemos valorar en Barcelona, no sólo el Plan Cerdà, sino también, lo que tenemos bajo los pies, el Plan de saneamiento del subsuelo de García Faria.

4.- Es importante la progresiva incorporación de la informática en la ingeniería sanitaria, así como los avanzados estudios en el campo de los materiales de construcción y de la ingeniería química.

REFERENCIAS

- Conillera, P., Labrés, A. y Parés, M. (1986). L'aigua a Barcelona. En Descobrir el medi urbà, editado por Servicio de Publicaciones del Ayuntamiento de Barcelona, Barcelona, volumen 4, 1ª edición, pág. 47-49, 87, 91, 120.
- Gutiérrez, L. y Belver, J. (1987). En Aguas de Barcelona. Compendio de trabajos de investigación aplicada al suministro de agua, editado por la Sociedad de Aguas de Barcelona, S.A., Barcelona, pág. 323-325.
- Hernández, A. (1990). En Depuración de aguas residuales, editado por Servicio de Publicaciones de la Escuela de Caminos de Madrid, Madrid, colección Seignor, volumen 9, pág. 160-163.
- Metcalf & Eddy, Inc. (1977). En Tratamiento y depuración de las aguas residuales, editorial Labor S.A., Barcelona, 1ª edición, pág. 1-11.
- Paz, J. (19-?). En Alcantarillado y depuración de aguas residuales, Madrid.

ANEXOS

Es posible realizar visitas al Servicio de Alcantarillado de Barcelona y a las Plantas depuradoras de aguas residuales del Bogatell y del Besós. La visita se puede solicitar telefoneando a la Unidad Operativa de Saneamiento del Ayuntamiento de Barcelona (T. 218 39 50), momento en que se comunica la dirección exacta.

AMBIENT, 11ª Edición, 1991.

EL AGUA: EL PRODUCTO ALIMENTARIO MAS CONTROLADO

Alvaro Urbano Martín
Carlos Campos Callao

RESUMEN

En lo que va de siglo, la normativa referente a la calidad de las aguas de abastecimiento, ha experimentado una evolución de carácter restrictivo. Estas exigencias imponen el desarrollo de nuevas técnicas de tratamiento. Técnicas que remplazarán algunas de las actuales, muchas veces criticadas por producir efectos secundarios no deseables.

Durant aquest darrer segle, la normativa referent a la qualitat de les aigües d'abastament, ha experimentat una evolució de caràcter restrictiu. Aquestes exigències imposen el desenvolupament de noves tècniques de tractament d'aigües. Tècniques que reemplaçaran algunes de les actuals, sovint criticades per produir efectes secundaris no desitjats.

INTRODUCCION

El agua constituye el elemento principal del mundo mineral y biológico. En su circulación por el subsuelo o por la superficie terrestre, el agua se contamina y se carga de materia en suspensión o en solución. Por ello, no siempre es utilizable directamente. De ahí la necesidad de la gestión tanto en la calidad como en la cantidad. En un período de cien años, las normas han evolucionado profundamente: el agua debe cumplir ciertas exigencias de calidad, sea cual sea su uso. El desarrollo de las nuevas tecnologías contribuye evidentemente a responder a ese reto, logrando así, que el agua se convierta en el producto alimentario más controlado.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es reflejar la inquietud actual por la mejora de la calidad del agua. También señalaremos el porqué de la dificultad de establecer según qué tipo de normas. Además, presentaremos diversos métodos de producción de agua potable. Por último centraremos también nuestro interés en ver cómo las nuevas tecnologías intentan encontrar tratamientos que no produzcan efectos secundarios no deseables.

DESARROLLO

Con el fin de comprender mejor las consecuencias de la evolución de las normas sobre las tareas de distribución del agua, veamos en primer lugar cuál es la composición de las aguas naturales. Los compuestos que contienen estas aguas pueden clasificarse en dos categorías: sustancias disueltas (minerales u orgánicas) y partículas en suspensión.

A diferencia de las sustancias minerales, que se ajustan a una lista finita de un centenar de elementos, las sustancias orgánicas, no pueden ser objeto de un listado preciso: su número se estima en varios millones. Muchas de ellas son naturales (60-90%), pero existe una gran variedad de familias de origen antropogénico. Algunos de ellos, son susceptibles de producir efectos sobre la salud humana (disolventes clorados, hidrocarburos, plaguicidas).

Las partículas en suspensión proceden del lavado de los suelos (arcillas, limos) y de la actividad biológica. También la actividad industrial y agrícola aporta este tipo de materia.

Sea cual sea el aprovechamiento de este agua, ésta debe estar sujeta a ciertas exigencias de calidad. Mientras en 1885 la potabilidad de un agua se definía mediante seis parámetros, en 1980 eran necesarios setenta y dos. Hoy, la lista y las concentraciones máximas admisibles (CMA) permitidas se han fijado en función de diferentes factores (datos toxicológicos, corrosión de las canalizaciones...), a diferencia de las primeras que se trataban de parámetros simples, como el sabor y la nitidez.

Las normas son muy restrictivas tanto en lo que se refiere a técnicas analíticas, como a los procesos de tratamiento que inducen. Las CMA fijadas, están próximas a los límites de detección de las técnicas de análisis utilizadas actualmente. Decididas a escala europea en 1980, estas normas no pueden ser modificadas en cada uno de los países miembros de la CEE más que ampliando su rigurosidad.

Dichas normas son también objeto de críticas: poca o nula posibilidad de ponderación de la CMA en función de los datos toxicológicos, y sobre todo, fijaciones de CMA sin que previamente se haya puesto, en un platillo de la balanza, un análisis técnico-económico, y en el otro, un análisis de los riesgos.

Para el agua potable se han definido tres tipos de riesgos:

- Riesgos de enfermedad infecciosa, de origen bacteriano o vírico.
- Riesgos de toxicidad crónica o aguda, provocada por la presencia de ciertos compuestos químicos con efecto tóxico en concentraciones superiores a cierto nivel umbral.

-Riesgo de enfermedades cancerígenas, producido por ciertos compuestos radiactivos u orgánicos. Este riesgo es difícil de cuantificar.

Gran problemática hay hoy en día para fijar esos niveles umbral para la mayoría de los compuestos. Los resultados se tienen que interpretar en términos de probabilidad de riesgo sobre la salud, y no catalogando los productos como "peligrosos" y "no peligrosos".

Para depurar el agua, hay que combinar tratamientos elementales, cuyas bases pueden ser físicas (técnicas separadoras), químicas (oxidación, desinfección) o biológicas.

La separación de partículas sólidas y agua puede hacerse de dos maneras: por simple decantación, en función del peso específico de las partículas, o por filtración, en medio granuloso. Sin embargo, a causa de la gran variedad de las dimensiones de las partículas, se intenta hacer que aumente el tamaño de los elementos en suspensión, reduciendo, en primer lugar, las fuerzas electrostáticas que los mantienen separados; esto se efectúa con coagulantes y, posteriormente, aumentando las colisiones entre los elementos desestabilizados durante la floculación. Esto hace aumentar las dimensiones de los elementos en suspensión y, a la vez, su peso y velocidad de choque. Con este proceso se consigue un "copo" más fácil de decantar y de filtrar. Como los coloides presentes en las aguas naturales están siempre cargados negativamente, los coagulantes utilizados son sales minerales de cationes polivalentes, principalmente sales de hierro y aluminio.

Para la eliminación de materia orgánica, o bien amoníaco, hierro, manganeso... se utilizan oxidantes como por ejemplo el cloro, el dióxido de cloro, ozono, o el permanganato potásico.

A todos estos procesos, se añaden unos tratamientos específicos, como por ejemplo los procesos de adsorción, principalmente en carbón activo, destinados a eliminar ciertos compuestos orgánicos (plaguicidas e hidrocarburos).

Efectos secundarios no deseables

Recientes investigaciones, realizadas por diversas universidades, demuestran que juntamente con los efectos positivos, cada uno de estos procesos tiene también efectos secundarios negativos, como por ejemplo:

- La adición de sales de aluminio, sospechosas de provocar la enfermedad de Alzheimer, forma de demencia senil.
- La reacción del ozono sobre la matriz orgánica, que produce problemas de revivificación de microorganismos en la red de distribución.
- Formación de subproductos clorados, como por ejemplo el cloroformo, debidos a la acción del cloro sobre la matriz orgánica natural de las aguas. Estos subproductos están estrechamente relacionados con formaciones cancerígenas.

Innovación

Las nuevas tecnologías vienen a responder a las exigencias cada vez mayores sobre la calidad de las aguas de abastecimiento. La profesión de distribuidor de agua está sufriendo profundos cambios. Contribuye a ello:

- La severidad cada vez mayor de las normas de calidad.
- Los progresos tecnológicos conseguidos en otros campos (electrónica, biotecnología...).
- Las consecuencias del desarrollo del tratamiento del agua para aplicaciones específicas, como el agua ultrapura para laboratorios, o la destinada a la industria electrónica.
- La reducción cualitativa y cuantitativa de los recursos de agua.
- La presión económica para reducir el consumo energético y los costes de mano de obra.
- Y finalmente el desarrollo de la privatización, que acarrea ciertas competiciones entre los diferentes organismos o servicios.

El desarrollo de la informática en este campo está cambiando completamente los métodos de gestión de los servicios de agua y principalmente, la mediación con los consumidores.

Detallaremos algunas grandes líneas de evolución:

En lo que respecta al control de calidad, el objetivo es desarrollar técnicas analíticas sofisticadas, capaces de caracterizar todas las sustancias contenidas en las aguas.

Para los compuestos indeseables se pondrán a punto metodologías de análisis rápidos (tiempo de respuesta inferior a una hora), o bien sensores fiables y de bajo coste. En este sentido merecen citarse dos vías: la microelectrónica y la biotecnología.

Para los procesos de tratamiento, la solución del futuro es la fábrica automática, sin adición de reactivo. Los medios para llegar a esto, en fase de desarrollo, se basan en la utilización de técnicas de separación por membranas. Una membrana constituye una barrera absoluta que detiene todas las partículas cuyo volumen esférico es superior al tamaño de los poros. La ósmosis inversa, basada en el empleo de membranas cuyo umbral de corte está comprendido entre 0,001 y 0,0001 micrómetros, se emplea desde hace varios años para desalinizar agua de mar (Golfo Pérsico). Sin embargo, su generalización choca con el fuerte consumo energético. Las ventajas que presenta este método respecto a los convencionales son: la calidad del agua producida (independientemente de las variaciones de concentración del agua bruta), y una gran fiabilidad, debida a la automatización total del sistema.

La eliminación de las sustancias disueltas se resolverá mediante una combinación de tratamientos:

- Filtraciones sucesivas.

-Combinación en un mismo reactor de una adsorción y de una ultrafiltración.

-Empleo de biorreactores de membranas.

Veamos la evolución de las técnicas de distribución de agua:

-Uso de canalizaciones con materiales inertes ya que evita problemas de aguas rojas(óxidos), y revivificación de microorganismos.

-Para normas más severas, será difícil garantizar esa calidad en redes muy vastas. Para ello se afinarán tratamientos específicos, como por ejemplo a la entrada de un hospital o en barrios residenciales.

CONCLUSION

El estudio realizado nos permite obtener las conclusiones que aparecen a continuación:

1-Las normas de calidad de aguas son cada vez más restrictivas.

2-Hay una evidente dificultad en situar un verdadero umbral a partir del cual considerar la peligrosidad de muchas sustancias.

3-Las nuevas técnicas de análisis y de tratamiento salen al paso de esas exigencias.

4-Está demostrado que algunos métodos convencionales de tratamiento de aguas presentan efectos secundarios no deseables.

REFERENCIAS

Mallevalle, J. y Chambolle, T. (1990). La calidad del agua. En Mundo científico, Editorial Fontalba, Barcelona, vol. 10, no. 104, pág. 768-778.

AMBIENT, 11ª Edición, 1991.

MÉTODOS DE BÚSQUEDA DE AGUA Y EXPLOTACION DE MANTOS SUBTERRANEOS

Tomás Gea
Alejo Coral

RESUMEN

La necesidad creciente de consumo de agua ha comportado el desarrollo de tecnología para su obtención. Los métodos de búsqueda son diversos; cabe destacar la prospección eléctrica, el método sísmico y la sonda de neutrones. Un almacén importante de agua son los mantos subterráneos. Al explotarlos hay que tener en cuenta la variación de las estaciones, movimientos del manto, profundidad a que éste se encuentra, la alimentación que recibe, etc. Dentro de este último apartado es de reseñar la preocupación del hombre por no agotar estos recursos; por ello a menudo se ve condicionado a realimentar estos mantos utilizando diferentes métodos.

La necessitat creixent de consum d'aigua ha suposat el desenvolupament de tecnologia per a la seva obtenció. Els mètodes de recerca són diversos; cal assenyalar la prospecció elèctrica, el mètode sísmic i la sonda de neutrons. Un magatzem important d'aigua són els mantells subterranis. A la seva explotació s'ha de tenir en compte la variació de les estacions, moviments del mantell, profunditat a que es troba, l'alimentació que reb, etc. Dins d'aquest últim apartat cal esmentar la preocupació de l'home per no esgotar aquests recursos; per això sovint es veu condicionat a realimentar aquests mantells utilitzant diferents mètodes.

INTRODUCCION

El agua, es indispensable para la vida. Desde hace centenares de años al hombre siempre le ha interesado, ya sea para su utilización ya sea para su consumo, la obtención de agua. A lo largo del tiempo los métodos de búsqueda han evolucionado mucho. Hoy en día, se aplican procedimientos en los que la presencia de la técnica ha supuesto un gran ahorro de tiempo y dinero, ya que se consigue una mayor precisión en la búsqueda.

OBJETIVOS

El objetivo principal de esta exposición será dar unas ideas

generales sobre los distintos métodos de estudio de una zona de la que pueda extraerse agua. Se profundizará un poco más en el tema de la explotación de mantos subterráneos, así como en los procesos a seguir para su mantenimiento y buen aprovechamiento.

LA BUSQUEDA CIENTIFICA DEL AGUA

La estratigrafía es la base de la prospección de aguas. Hay que tener buenos mapas geológicos y un buen conocimiento de las propiedades físicas de las rocas sedimentarias de la región estudiada. En las rocas permeables se encuentran los niveles de agua, a veces como mantos en las arenas, otras como circulaciones de agua en calizas fragmentadas. Estos niveles de agua pueden encontrarse a algunos metros de la superficie del suelo o a cientos y miles de metros de profundidad.

Algunos métodos geofísicos de reconocimiento del terreno:

a/la prospección eléctrica: la circulación de la corriente eléctrica en las rocas se debe a la existencia de un campo eléctrico. Tiene lugar siguiendo la dirección del sentido del campo. La densidad de la corriente mide la intensidad de dicha corriente. La constante de proporcionalidad es la conductividad eléctrica y su inversa es la resistencia.

Las rocas más conductoras son las margas y las arcillas, sobre todo las margas salíferas, cuya resistencia es muy baja, pudiendo bajar por debajo de un ohmio/m. Es indicativo de roca acuífera.

b/el método sísmico: la refracción sísmica se basa en el estudio de la duración del recorrido de una onda sonora a través de las rocas. La duración del recorrido de una onda sonora bajada a cierta profundidad depende de la naturaleza de los terrenos que atraviesa.

c/la sonda de neutrones: la sonda de neutrones no es más que un emisor de neutrones. Si los estratos se componen de calizas o greses, los neutrones rápidos rebotan sobre los átomos de calcio y silicio, mucho más pesados que ellos, y solo pueden ser capturados a gran distancia. Si, por el contrario, los estratos son porosos e impregnados de agua (o hidrocarburos), los átomos de hidrógeno desempeñan el papel de frenadores, los neutrones rápidos son frenados en su carrera y pueden ser capturados fácilmente emitiendo un rayo gamma. El detector los cuenta y se interpreta el gráfico.

LA EXPLOTACION DE LOS MANTOS SUBTERRANEOS

Se podría decir que en cierta medida el descubrimiento de los mantos de agua subterráneos tiene sólo un aspecto técnico y que basta con organizar una campaña de perforaciones para encontrar agua en cualquier sitio, aunque fuese a gran profundidad.

Esta singular proposición no consiste en hacer agujeros en cualquier sitio, la campaña de reconocimiento sólo puede estar preparada y hecha por un hidrogeólogo. Además, se trata primero de descubrir mantos de agua, luego de explotarlos y volverlos a encontrar en otros puntos a una profundidad previsible.

Una única perforación bien colocada, por casualidad o no, puede dar un caudal muy importante, suficiente para quien lo necesita, pero esto no nos informa acerca del volumen explotable del manto.

En primer lugar, hay que asegurarse del movimiento del agua en el manto, en virtud de ese principio que dice que un manto sin movimiento no tiene interés económico. La ausencia de movimiento significa ausencia de alimentación y se trata entonces de un manto cautivo de agua fósil, no renovable. Se puede medir, e incluso explotarlo, como un capital; pero se debe tener en cuenta desde el principio que sólo puede ser explotado durante un determinado número de años. Al carecer de zona de alimentaciones al aire libre, ningún agua de filtración puede alcanzarlo y su agotamiento será total y definitivo.

Por tanto, nos ocuparemos de un manto cuya agua está en movimiento. La pendiente de la superficie piezométrica es tan importante como la permeabilidad de la roca acuífera. En las capas freáticas, las velocidades oscilan entre varias decenas a varios centenares de metros por año.

Se tendrán en cuenta las oscilaciones de nivel provocadas por las variaciones de estación, de la alimentación y de las que son de larga duración provocadas por años de sequía o de lluvia.

Se establece, por tanto, lo mejor posible el balance del manto. La alimentación procede de la lluvia que se filtra, de las filtraciones de agua de río, eventualmente de la llegada de las aguas de otro manto (sobre todo cuando hay varios superpuestos). Si se superalimenta un manto libre, "se desborda" bajo forma de manantiales.

En el momento en que un pozo o una perforación viene a sacar agua de un manto, su equilibrio natural se rompe y hay que esperar cierto tiempo para que se establezca uno nuevo.

Cuando se saca agua de un manto con bomba se produce alrededor del fondo del pozo una zona de bajada de la superficie piezométrica. Se forma un cono de llamada y más allá toda una zona de influencia, que se extiende en principio desde el manantial, y luego hasta el perímetro del manto. Cuando hay varios pozos o perforaciones en un mismo manto, sus zonas de influencia y de acción se superponen. De todos modos, el manto alcanzará un nuevo equilibrio si el porcentaje de bombeo no sobrepasa el caudal de alimentación y de desagüe. Hay que prever, por tanto, un caudal de seguridad que debe ser proporcional a la alimentación.

El ejemplo típico de manto explotable es el manto artesiano. Un manto artesiano, recordémoslo, es un manto cautivo cuyas aguas están mantenidas bajo presión por un techo relativamente impermeable. Cuando una perforación alcanza estas aguas, tienden a surgir por encima del nivel del suelo. Si no surgen, por lo menos suben mucho, hasta un nivel en el que son accesibles y utilizables.

Un manto artesiano se sitúa siempre en una cuenca geológica, en una depresión cuya cuenca de alimentación es más o menos periférica.

LA REALIMENTACION DE LOS MANTOS DE AGUA

Al no ser inagotables los mantos subterráneos, se da el caso de que si se saca mas agua de la que se filtra en la cuenca de alimentación, baja el nivel del manto y disminuye el caudal.

La primera medida que hay que tomar en este caso es prohibir nuevos pozos y extracciones con bombas, pero es una medida que se hace insuficiente cuando se trata de suministrar agua potable a una ciudad. La medida más eficaz es la realimentación artificial de los mantos.

El primer método utilizado consistió en aumentar la presión del agua de un río contra sus riberas permeables por medio de una presa construida mas abajo de la zona de alimentación.

El segundo método consiste en enriquecer un manto vertiendo en su zona de alimentación (arenosa) las aguas de un río cercano. Esta forma de realimentación artificial de los mantos no aporta, desde luego, agua nueva, puesto que utiliza el agua de un río próximo. No vale más que en las regiones provistas de cursos de agua, pero presenta el interés de suministrar a una ciudad agua limpia.

REALIMENTACION POR AGUAS USADAS

Una vez localizado el manto deficiente de agua, se puede recuperar mediante inyecciones de aguas usadas.

Estas inyecciones se realizan mediante pozos de diversos tipos, que pueden ser directos o de filtrado. La diferencia entre un pozo directo y uno de filtrado, reside en la forma de inyectar el agua al manto. Los directos envían el agua residual al manto sin ningún tipo de tratamiento, ya que se tienen garantías de que será el propio terreno el que someterá el agua residual a un proceso de filtrado. Los de filtrado en cambio, someten al agua residual a un tratamiento artificial de limpieza de impurezas antes de depositarla en el manto. Los residuos generados se almacenan en zonas controladas donde se irán incorporando al medio. El principal problema del método reside en el inevitable estancamiento de las arenas y las gravas, remediándose con inyecciones de ácido diluido y, sobre todo, por gas carbónico sólido (de 100 a 500 Kg). El gas carbónico sólido se diluye rápidamente en el agua, aumentando su volumen (1134 veces el volumen original). Se obtiene una presión muy alta, y si el orificio del pozo esta bien tapado, todo el macizo filtrante se limpia perfectamente y en poco tiempo.

CAUDAL Y BALANCE DE LOS MANTOS DE AGUA

Muy a menudo el agua de los mantos está en movimiento, casi siempre cuando llega al exterior por medio de manantiales. Este movimiento es periódico y depende del caudal y de las precipitaciones de las estaciones.

El agua que participa en la formación de las capas subterráneas es de distintos orígenes: lluvia, nieve o granizo, niebla y condensación de la humedad del aire.

Para calcular el volumen probable de un manto de agua que se renueva hay que conocer exactamente primero su cuenca de alimentación, la superficie de terrenos impermeables que recibe el agua y la deja penetrar en el subsuelo. Luego se busca la cantidad de lluvia o de nieve que cae sobre esta superficie y se intenta calcular el valor de las nieblas y del rocío. En lo que se refiere a la lluvia, se sabe que una gran parte chorrea en la superficie de las pendientes, que otra parte se evapora (por evapotranspiración) y que el resto se filtra en el suelo. Las cifras varían de una región a otra y de un terreno a otro. La media de la filtración se calcula a menudo en una 30% de las aguas meteóricas, pero alcanza el 60% en las dunas de Holanda, y mucho más en los sinclinales calizos muy fisurados.

Conociendo el volumen de agua que penetra en el suelo, el volumen probable del manto y también el caudal de los manantiales, se puede establecer un balance aproximado.

Es necesario conocer este balance antes de hacer perforar muchos pozos en un manto, porque cabe explotarlo demasiado, agotar los manantiales e incluso ver disminuir el caudal de los pozos.

Las aguas subterráneas contenidas en los niveles arenosos son habitualmente puras y aptas para la alimentación, pero los lugares de captura de los manantiales o la proximidad de los pozos deben estar rodeados de un perímetro de protección que impida su contaminación (estiércol, etc.).

CONCLUSIONES

Después de la elaboración del trabajo, se han obtenido las siguientes conclusiones, que recogen la idea esencial de la exposición.

- 1 - Los métodos de búsqueda de agua han evolucionado paralelamente a la técnica.
- 2 - En la explotación de un manto, más importante que el perforar y extraer, es el estudio del mismo manto.
- 3 - La calidad del manto se mide sobre todo por la alimentación que recibe y por la calidad de sus aguas. En ambos aspectos se puede o no intervenir según convenga.
- 4 - Para paliar el efecto de pérdida de caudal o bajada de nivel del agua se puede reabastecer el manto artificialmente mediante el aprovechamiento de aguas residuales.

REFERENCIAS

- Martínez, F. y Mir, M. (1984). Ciències Naturals. Editado por Teide, Barcelona, 3ª edición, capítulo 6.
- Caratina, R. (1972). Materia Inerte. Editado por Argos, Barcelona, Capítulo de aguas subterráneas.
- Furon, R. (1967). El agua en el mundo. Editado por Alianza Editorial, Madrid, pág. 172-194.
- Lorman, J. y Planas, I. (1983). Geografia de Catalunya. Editado por Claret, Barcelona, pág. 63-75.
- H.C. Rodhes, F. (1979). Estratigrafía. Editado por Daymon, pág. 30-34.

AMBIENT, 11a Edición, 1991.

LA SALINIDAD DE LOS RÍOS

Alex Guillermo Escriche
Enric Font Piqué

RESUMEN

La salinidad de los ríos es, simplemente, un problema de la cantidad relativa de agua que se transforma en vapor por acción natural o humana. La clave para el mantenimiento del equilibrio salino en los campos de riego, está en un drenaje adecuado. Sea natural o artificial, el drenaje remite al traslado del agua desde un sitio donde no interesa a otro, mediante un conducto o canal que puede correr por, sobre o bajo el suelo.

La salinitat dels rius es, simplement, un problema de la quantitat relativa d'aigua que es transforma en vapor per acció natural o humana. La clau pel manteniment de l'equilibri salí als camps de règ, es un drenatge adequat. Sigui natural o artificial, el drenatge permet el transport de l'aigua desde un lloc on no cal a un altre, mitjançant un conducte o canal que pot córrer per, sobre o sota el terreny.

INTRODUCCION

Muchas civilizaciones antiguas surgieron a raíz del encauzamiento de los cursos fluviales y del aprovechamiento de sus aguas para el riego de zonas áridas donde cosechar luego.

Todas esas civilizaciones terminaron extinguiéndose y siempre por la misma razón: la tierra se tornó salobre, inadecuada para la siembra. Las sales disueltas, procedentes de la meteorización de las rocas de las más altas elevaciones, se concentraban en los campos de regadío a medida que el agua desaparecía, por evaporación, de la superficie y por transpiración, de las hojas de las plantas sembradas.

A la concentración de sales por evapotranspiración se suma otra clase de concentración, que surge del almacenamiento y transporte del agua antes de que la misma llegue al punto de aplicación. La evaporación se produce en las presas, a lo largo de los canales de distribución y en

los numerosos embalses reguladores.

La concentración de sales, por efecto de la evaporación, se elevará progresivamente con la distancia aguas abajo. Si además, parte del caudal es utilizado para riego la concentración de sales aumentará por evapotranspiración.

OBJETIVO

El objetivo de esta comunicación es el estudio de los fenómenos naturales que provocan la salinización de las aguas de los ríos, lo cual además de disminuir la calidad del agua, crea graves problemas a la agricultura de regadío.

A fin de ver, cuales son las posibles soluciones, se hace referencia a los tipos de drenaje que favorecen el establecimiento de un equilibrio salino, y se proponen los proyectos a gran escala por su mayor rentabilidad.

LA SALINIDAD DEL AGUA

Todas las aguas naturales, incluidas las aguas dulces, contienen sales. La meteorización aporta sales y partículas de roca que se transportan desde las tierras altas hasta las llanuras, donde pasan a formar parte de los principales constituyentes del suelo.

Las fuerzas físicas actúan con mayor energía en los puntos más altos. Por ello resulta que la meteorización y la consecuente producción de sales alcanzan sus valores más altos en las cotas más elevadas.

Componente esencial del proceso de meteorización es el agua de precipitación que disuelve sales. Cuando llueve o nieva, el agua se infiltra, en su mayor parte en el suelo. El exceso que sobrepasa la capacidad de retención de agua que tenga el suelo suele formar una capa freática a cierta profundidad. Al final de este proceso el agua caída brota en arroyos o reaparece en superficie a través de manantiales.

El agua retenida es aprovechada por las raíces de las plantas. La mayor parte del agua que captan las raíces se transpira a través de las hojas de las plantas y pasa, en forma de vapor, a la atmósfera. El agua se evapora también, directamente, de la superficie del suelo. Además, el viento induce cambios transitorios en la presión, el suelo "respira". La pérdida total de agua de la superficie del suelo más la transpiración en la vegetación reciben conjuntamente la denominación de evapotranspiración.

Hay evaporación directa también del agua superficial de riachuelos, ríos, lagos, pantanos, canales y albuferas. El resultado de todos los procesos evaporativos es la destilación de agua pura de la fase líquida, dejando las

sales en el agua no evaporada. La concentración natural de las sales en las aguas dulces es, pues, un proceso general y significativo.

A la concentración de las sales por evapotranspiración se suma otra clase de concentración, que surge del almacenamiento y transporte del agua antes de que la misma llegue al punto de aplicación. Es la evaporación en presas y canales a la que hacemos referencia anteriormente en la introducción.

A causa de la evaporación, la concentración de las sales se elevará progresivamente aguas abajo. Este fenómeno se produce de forma natural, pero además, el hombre también puede jugar un papel muy importante. La desviación de parte del caudal para el riego aumenta la concentración de sales por evapotranspiración. Así mismo, cada vez en mayor proporción, se utiliza el agua para refrigeración, por ejemplo en los sistemas refrigeradores de las centrales térmicas de combustibles fósiles y en las centrales nucleares, las cuales también consumen agua a través de la evaporación, concentrándose de ese modo las sales. Finalmente cabe añadir, el enorme consumo de agua que realizan las grandes metrópolis actuales.

Donde no existe un mar o algo parecido que reciba el agua drenada de los campos de riego, el problema relativo al equilibrio salino se hace más espinoso. El vulgo piensa que el agua de un río, además de ser dulce, debe seguir siéndolo aguas abajo, hasta su desembocadura. En las regiones húmedas del mundo, la realidad frecuentemente puede ajustarse a este desideratum; no es así en las regiones más áridas, donde los ríos se hallan explotados para fines agrícolas. Antes de que el hombre empezase a regular los cauces, las avenidas estacionales cumplían bien la misión de arrastre de sales hasta el océano y la de mantenimiento del equilibrio de sales en la cuenca fluvial. Hoy, con el caudal regulado por sistemas de represa y con un alto consumo del agua que liberan no queda ya flujo residual que permita obtener un buen balance. Y así, de un modo u otro, las sales se retienen en las cuencas de los ríos.

EL DRENAJE ARTIFICIAL

Uno de los principales empeños puestos hoy en el mantenimiento de las aguas dulces en las zonas bajas del sistema de dársenas del río, es la construcción de canales salinos. Se trata de canales o tuberías impermeabilizados a través de los cuales llegan al océano o algún sumidero las aguas salobres. Pero los canales de agua salina no podrán por sí solos, establecer un equilibrio salino, ya que quedará todavía un flujo de aguas subterráneas.

La dificultad de alcanzar el balance salino en las cuencas fluviales con elevado consumo de agua es un problema de complicada solución.

Son muchísimas las zonas donde el bombeo de agua desde los acuíferos subterráneos abastece las necesidades del riego y la población urbana. Antes de conocerse el riego intensivo, las aguas subterráneas gozaban en muchos lugares de un alto nivel de calidad en casi todos los puntos. Los acuíferos subterráneos recibían una carga abundante en las partes altas de los valles, en el nacimiento de los ríos. Las aguas subterráneas descargaban luego en la cuenca del valle y, en su mayor parte, en los propios ríos, en forma de corriente difusa. Cuando los agricultores comenzaron a bombear agua de los acuíferos para regar, se produjo un descenso del nivel de la capa freática, rebajándose el flujo de descarga en los ríos. Con el tiempo, la capa freática bajó tanto que ya no descargaba nada. Los acuíferos se transformaron así en depósitos cerrados. Al no poder evacuarse, las sales se fueron acumulando.

Una de las posibles soluciones es el desvío de los flujos salinos desde donde se encuentran hasta las charcas de evaporación. Allí se evaporará el agua de la superficie dejando detrás, capa sobre capa las sales cristalinas. El principal problema de este método radica en la dificultad para encontrar materiales que impermeabilicen las charcas de evaporación durante décadas. Estas charcas han encontrado una fuerte oposición en los grupos ecologistas, ya que, a pesar de que se intentan ubicar en zonas donde el suelo preexistente fuese ya de carácter salino, no es ningún secreto que la impermeabilización tiene una duración limitada, lo cual conllevaría a la larga el derramamiento de las sales sobre el terreno. Además está el problema intrínseco del daño ecológico que ocasiona la charca simplemente con su presencia.

El único procedimiento eficaz para mantener dulces las aguas subterráneas de una cuenca, consiste en bombear agua de las fuentes próximas a los extremos inferiores de las cuencas, donde la salinidad es más alta, y acelerar la expulsión del efluente hacia el océano u otro sumidero.

Uno de los planes más audaces de desalinización de una cuenca, se propuso en 1964 por una de las empresas constructoras de la presa de Hoover a principios de la década de los treinta. Conocido por North American Water and Power Alliance (NAWAPA), este proyecto traería agua de Alaska y del Canadá septentrional hasta muchas de las regiones del Canadá, Estados Unidos y México. Las centrales hidroeléctricas que se instalarían a lo largo del recorrido generarían mucha más potencia que la necesaria para el bombeo. El área de drenaje total, concebida en el proyecto, cubre unos 3.3 millones de kilómetros cuadrados de zonas de abundante pluviosidad. Con una escorrentía total superior a los 985000 millones de metros cúbicos por año, NAWAPA desviaría 200000 millones de metros cúbicos al sur, para consumo y regulación hidráulica. El sistema total, supondría 30 años de obras y, una vez terminado, suministraría un excedente de energía hidroeléctrica de alrededor de 70000 megavatios, es decir, igual al 25 % de la producción media actual de los Estados Unidos.

CONCLUSIONES

La salinidad de los ríos, además de ser uno de los factores que empeoran la calidad del agua, es un grave problema para la agricultura de regadío, pues hace que se produzca una excesiva acumulación de sales en el suelo.

Los resultados obtenidos en el estudio del tema han permitido obtener las conclusiones que aparecen a continuación:

1. Todas las aguas naturales, incluidas las llamadas dulces, contienen sales.
2. El riego tiende a depositar sales en los campos de cultivo.
3. La salinidad de los ríos es un tema a tener en cuenta en zonas áridas o de gran consumo de agua.
4. La clave para el mantenimiento de un equilibrio salino en los campos está en un drenaje adecuado.

RECOMENDACIONES

Resulta evidente que, para mantener y asegurar la viabilidad del riego agrícola a largo plazo, y en orden a proveerse de bastante agua para arrastrar las sales al océano o a otros sumideros naturales, debiera intensificarse el desarrollo de los recursos hídricos. Habría que empezar por potenciar las posibilidades locales y prestar mayor atención a sus fuerzas. Habría que pensar luego en derivaciones a gran escala, por la sencilla razón de que suele ocurrir que vastas extensiones no tienen bastante agua.

Todas aquellas zonas con potencial de regadío deberían tener un adecuado suministro de agua; lo que implica un caudal suficiente para arrastrar todas las sales al océano y a otros sumideros naturales.

Debería reconocerse también que pueden hacerse grandes ahorros si se aumenta la escala; así, al doblar el caudal de agua que debe aportar un proyecto, no se multiplica el coste por dos, sino que se incrementa en un factor menor que 1.5.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arthur, F. (1981). La salinidad de los ríos. Revista Científica de Investigación y Ciencia, mes Septiembre, pág. 16-30.

AMBIENT, 11 Edició, 1991.

ESTUDI DELS CONTAMINANTS I TRACTAMENT
DE LES AIGUES DEL TER.

Ramon Castells i Baldà
Xavier Perucho i Montecillas

RESUM

En els darrers anys s'ha deteriorat progressivament la qualitat de l'aigua emmagatzemada en els embassaments de Sau-Susqueda-El Pasteral. Estudis realitzats amb la tècnica d'espectrometria de masses han permès la identificació dels contaminants orgànics d'aquesta aigua. Per millorar la qualitat organolèptica de l'aigua s'ha canviat el tractament convencional per una cloració amb diòxid de clor i una possible combinació amb filtres de carbó actiu i granulat.

El deterioro de la calidad del agua del sistema de embalses de Sau-Susqueda-El Pasteral ha sido notable durante los últimos años. Estudios realizados mediante técnicas de espectrometría de masas han permitido la identificación de diversos contaminantes. Para mejorar la calidad organoléptica del agua se ha sustituido el tratamiento convencional por una cloración con dióxido de cloro y su posible combinación con filtros de carbono activo y granulado.

INTRODUCCIO

La presència a l'aigua de microorganismes orgànics constitueix sempre una degradació del medi ambient i pot arribar a impedir-ne l'ús, obligar a costosos sistemes de tractament i fins i tot a constituir una amenaça per a la salut i l'ecosistema.

El problema és força complex degut a l'alt nombre de compostos naturals i artificials que en baixes concentracions són presents a l'aigua.

El nostre estudi es centrarà en els embassaments de Sau-Susqueda-El Pasteral construïts als anys seixanta.

Mitjançant un conducte subterrani l'aigua arriba a la planta potabilitzadora de Cardedeu, on és tractada.

Posteriorment es subministrada a l'àrea metropolitana.

Durant la sequera de 1986 es produí un greu empitjorament de la qualitat de l'aigua. S'ha hagut de buscar nous mètodes de tractament de potabilització.

OBJECTIUS

Identificació i quantificació dels contaminants orgànics presents en el sistema d'embassaments de Sau-Susqueda-El Pasteral mitjançant les modernes tècniques d'espectrometria de masses.

Estudiar l'eficàcia del tractament de les aigües a la planta potabilitzadora de Cardedeu mitjançant un tractament de diòxid de clor i la utilització de filtres de carbó actiu i granulat en substitució del tractament convencional.

METODES I RESULTATS

La determinació de contaminants orgànics s'ha fet utilitzant les noves tècniques de cromatografia i espectrometria de masses.

A l'embassament de Sau es van prendre mostres puntuals en ampolles de pyrex de tap roscat. A la Figura 1 es pot veure l'emplaçament del sistema d'embassaments.

Les mostres van ser analitzades abans de 24 hores i sempre a quatre graus centígrads. A la planta de Cardedeu es va fer una mostra global amb una columna de 105 g de carbó actiu de 48x3 cm a un flux de 25 ml per minut, el que equival a 1000 l el mes.

El carbó que van absorbir els contaminants orgànics es va assecat gràcies a una làmpara UV i es van extreure 500 ml de diclormetà mitjançant soxhlet (48 hores). Aquesta fracció es va analitzar mitjançant tècniques de cromatografia de gasos, acoplament cromatogràfic de gasos amb espectrometria de masses o bé espectrometria de masses en mode d'ionització FAB.

Els principals contaminants detectats són :

- Hidrocarburs alifàtics: tetradecanat, hexadecanat, heptadecanat, octadecanat.
- Ftalats: Ftalat de (2-metoxetil), F. de dibutil, F. de etihexil, F. de dioctil, F. de diisooctil, F. de butioctil.
- Hidrocarburs aromàtics: xilens, alquibenzens.
- Àcids carboxílics: A. mirístic, A. palmític, A. palmitoleic, A. Esteàric, A. Olèic.
- Detergents: Alquifenols etox..
- Adipats: A. de diisooctil, A. de dioctil.
- Fosfats: Tributíl fosfat, triisobutil fosfat, Etanol-2-butoxi fosfat.

Aquests compostos orgànics no es reparteixen tots de la mateixa manera. Mentre els hidrocarburs es troben majoritàriament als sediments, els detergents nonilfenols es reparteixen entre els sediments i la fase aquosa.

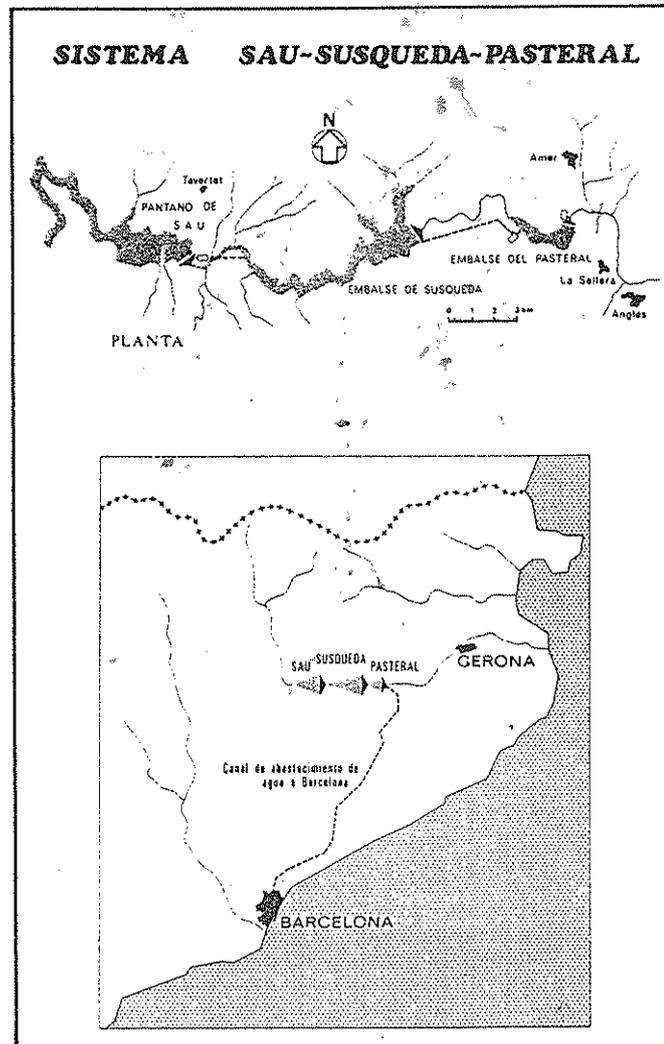


Figura 1 Emplaçament geogràfic del sistema d'embassaments.

L'origen principal dels contaminants del riu Ter és l'abocament de residus industrials, ramaders, agrícoles i domèstics. La major part provenen d'un dels seus afluents, el Gurri tal com s'aprecia en els resultats de l'espectrometria que es mostren en la Figura 2. L'augment de la contaminació va fer que el tractament de l'aigua per floculació de clor a la planta de Cardedeu fos insuficient.

L'intent de corregir les deficientes característiques organolèptiques produïdes pels contaminants, els creixements incontrolats d'algues i els trihalometans es centrà en experimentar el tractament mitjançant diòxid de clor (ClO₂).

Per comprovar l'eficàcia d'aquest tractament es van

agafar mostres i es van fer dos tipus d'assaig: un, l'habitual, amb floculació de clor i l'altre amb el nou tractament de diòxid de clor. Aquests assaigs demostren l'eficàcia espectacular del ClO₂.

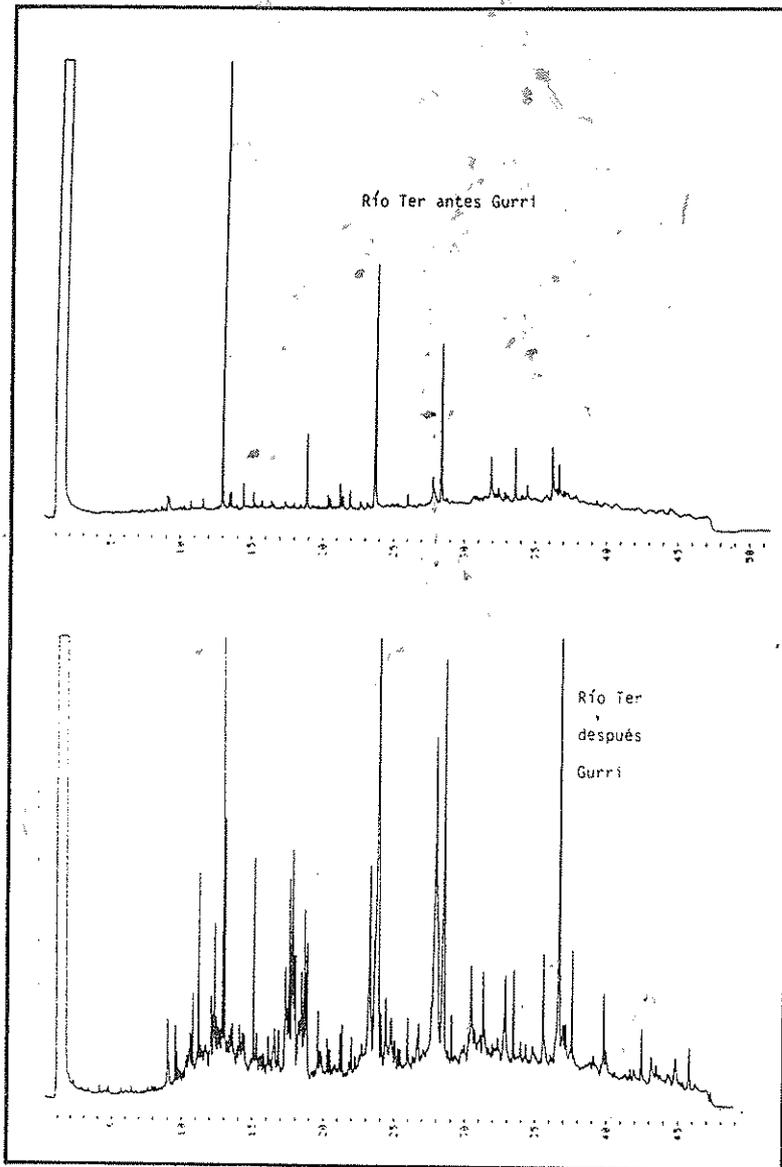


Figura 2 Comparació dels perfils cromatogràfics corresponents al riu Ter abans i després de la confluència amb el Gurri.

Veient els bons resultats obtinguts es van dur a terme assaigs a una planta pilot. Els resultats obtinguts van ser:

- El contingut total de compostos orgànics és més baix a la planta pilot que a la de tractament convencional, cal destacar la disminució del contingut de cloroform i de diclorometà.

- Si es dosifica durant l'esterilització disminueix

el contingut de matèria orgànica extraïble, però si es dosifica en la precloració s'aconsegueix un descens més important.

- Durant els mesos d'estiu els filtres de carbó actiu granulat donen un descens important de la matèria orgànica extraïble.

D'aquest resultat es dedueix que la dosificació del ClO_2 al principi del tractament es la manera més efectiva per eliminar per oxidació els trihalometans. D'aquesta manera, sense modificar la resta del tractament, s'obté una millora de l'aigua ràpida i efectiva.

El greu empitjorament de la qualitat de l'aigua durant els mesos de març i abril de 1989 fa que es decideixi aplicar el nou tractament de ClO_2 a la planta de tractament, tal com està esquematitzat a la Figura 3.

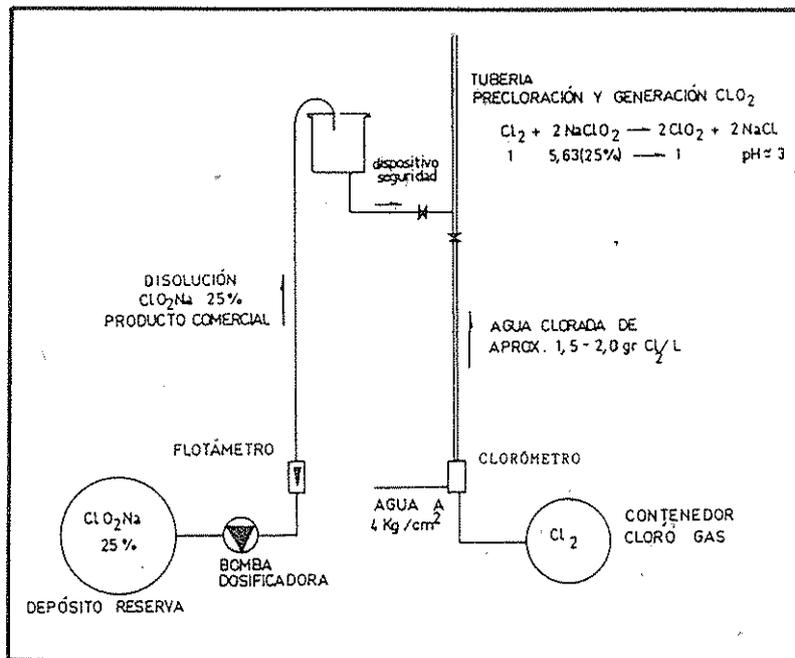


Figura 3 Esquema de l'aplicació del tractament de ClO_2 a la Planta de Cardedeu.

Donat que els trihalometans no eren els únics contaminants que hi havia a l'aigua es substitueixen alguns filtres de sorra per filtres de carbó actiu per eliminar-los.

En els darrers mesos ha millorat la qualitat de l'aigua. Aquesta millora ha fet suprimir el tractament de ClO_2 i estudiar la instal·lació de filtres de carbó actiu que són suficients per mantenir baix el nivell dels contaminants orgànics actual.

CONCLUSIONS

En aquest estudi es pretenia identificar i quantificar els contaminants orgànics del riu Ter i buscar mètodes eficaços per poder-los reduir a nivells tolerables.

Els resultats obtinguts en el present estudi ens han permès concluir:

1.- Els contaminants del Ter provenen sobretot del riu Gurri.

2.- El sistema d'autoregeneració dels embassaments de Sau-Susqueda-El Pasteral fa baixar notablement la concentració de matèria orgànica.

3.- Bona part dels contaminants, sobretot els hidrocarburs, queden al fons dels embassaments. Els detergents, degut a la seva alta solubilitat, es troben tant als sediments com al sistema aquós de l'embassament.

4.- El diòxid de clor és molt efectiu per reduir la concentració dels trihalometants per sota de la màxima permesa per la norma.

5.- El carbó actiu adsorveix bé altres contaminants orgànics. Millora la qualitat organolèptica de l'aigua.

REFERENCIES

- Caixach, J., Ventura, F., Rivera, N., Espadaler, I. i Om, J. (1990). Estudi per espectrometria de masses dels contaminants orgànics presents en el riu Ter i el seu sistema d'embassaments. Tecnologia del agua, segon monogràfic, Química i Anàlisi, pàg. 57-64.
- Montplet & Esteban, SA. (1990). Métodos Analíticos en Alimentaria. Aguas. Publicació pròpia.
- Moreno, R. (1990). Minicentrals hidràuliques de peu de presa (I). Química hoy, vol. 7, pàg. 85-88.
- Om, J. i Rodríguez, I. (1990). Experiències de cloració amb diòxid de clor, abans de la percloració a B.P., en la planta de tractament d'aigües del Ter a Cardedeu (Barcelona). Tecnologia del agua, segon monogràfic, Química i Anàlisi, pàg. 32-38.
- Sugrañés, S. (1983). Estudio comparativo de las recomendaciones sobre la calidad de aguas de abastecimiento. Tesina d'especialitat. Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona

AMBIENT, 11a Edición, 1991.

QUALITAT DE L'AIGUA A LA

COSTA BRAVA; PALAMOS

Núria Roset Roig
Xavier Miró Massagué

RESUM

Las aguas de baño de Palamós presentan un nivel sanitario muy bueno. La lejanía de las grandes masas industriales y urbanas las han protegido. Pero el impacto estival de los últimos años ha obligado a la creación de una nueva infraestructura capaz de asegurar la calidad de sus servicios.

Los estudios microbiológicos muestran que Palamós disfruta de unas aguas de calidad gracias al trabajo de estos últimos años.

Les aigües de bany de Palamós presenten un nivell sanitari molt bo. La llunyania de les grans masses industrials i urbanes les han protegit. Però l'impacte estival dels darrers anys ha obligat a la creació d'una nova infraestructura capaç d'assegurar la qualitat dels seus serveis, entre ells l'aigua.

Les dades microbiològiques estudiades mostren que Palamós disfruta, ara per ara, d'unes aigües de qualitat gràcies a la feina d'aquests últims anys.

INTRODUCCIO

La Costa Brava rep cada estiu gran quantitat de persones disposades a gaudir d'unes dolces i relaxants vacances. Any rera any, el "boom" turístic produeix un greu impacte sobre els recursos hidràulics d'una zona que ja de per sí n'està mancada.

Palamós es prepara cada hivern per resistir el següent estiu: millora de les comunicacions i infraestructures, adequació i reforma dels serveis, etc. En els darrers 10 anys, la xarxa de distribució i canalització d'aigües potables i brutes de Palamós s'ha hagut d'ampliar 2 cops. Això indica el brutal augment de l'ús de l'aigua en molt pocs anys.

També fa pocs anys, la xarxa de clavegueram connectava directament amb el mar. A l'estiu, l'augment en el consum d'aigua provocava una elevada emissió d'aigües residuals al

mar. Els efectes: males olors, aigües brutes, acumulació de deixalles a les platges i cales, etc. i posteriorment la greu davallada turística que comportaria.

La solució a tots aquests problemes va ser la construcció d'una planta depuradora a Castell. Els resultats confirmen la idoneïtat del projecte, doncs ha convertit les platges de Palamós en perfectes per banyar-s'hi.

OBJECTIUS

Recopilació de dades tècniques i microbiològiques de les aigües, tant d'abasteixement com de bany, per una ulterior comparança amb les d'altres municipis. Posteriorment pot servir per seguir l'evolució de cada paràmetre estudiat en aquest treball. Els objectius bàsics són:

1.- Recopilar i evaluar les dades microbiològiques de les diferents platges de Palamós.

2.- Indicar les raons principals que han fet evolucionar la qualitat de les aigües de Palamós.

EXPOSICIO I RESULTATS

Acurades anàlisis es realitzen periòdicament a cada població costera per garantir la màxima qualitat tant de les aigües d'abasteixement com les de cada platja.

Els resultats obtinguts aquests darrers anys demostren el baix índex de contaminació fecal en les aigües de les tres platges de Palamós (Palamós, Castell i La Fosca).

No obstant, fa més de cinc anys, l'aspecte que oferien les platges de Castell i La Fosca no convidava gens ni mica a banyar-s'hi. Aigües tèrboles, marronoses, plenes de sabó i de plàstics, d'algues i de papers. Les causes: la sortida directa al mar de les aigües residuals, els vents de llevant i garbí que solen bufar a Palamós i les corrents que segueixen la costa.

Els col·lectors que connectaven directament amb el mar eren una de les màximes preocupacions, doncs eren la major font de contaminants. Els seus efectes, a més, es veien accentuats a l'estiu per l'augment de població. La solució era la immediata eliminació d'aquests col·lectors i la creació d'un nou sistema de recollida i tractament de les aigües brutes.

L'entrada en funcionament de la planta de tractament de Castell va solucionar tots aquests desagradables inconvenients. La connexió es va realitzar mitjançant tubs de 1m de diàmetre a un extrem dels quals hi col·locaren una bomba per enviar les aigües residuals a la planta. Les bombes les construïren on anteriorment la xarxa de clavegueram abocava al mar les aigües residuals, tal i com indica la Figura 1.

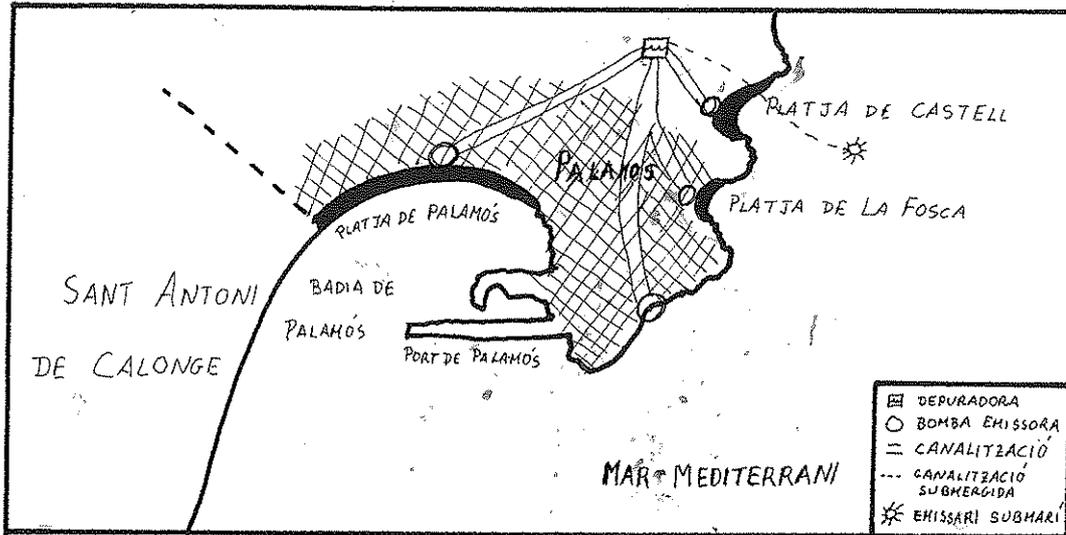


Figura 1 Esquema del conjunt de platges de Palamós i de la nova xarxa de canalització fins a la planta depuradora de Castell.

La millora ha estat considerable en els últims anys, fins i tot, les platges de Palamós es poden considerar com de les més netes de tot Catalunya. Són remarcables les dades microbiològiques que exposem a continuació:

- Totes elles estan expressades en nombres de colònies per cada 100 ml.

- Anàlisis fetes amb el mètode de membrana filtrant, amb una periodicitat setmanal a l'estiu (mesos de juny a setembre) i mensual a la resta. L'horari de la recollida de mostres fluctua entre les 9 i les 17 hores, essent la més comuna entre les 10 i les 12 hores.

- Cada sèrie de números constarà de 18 valors corresponents a les anàlisis dels dies 5, 12, 18 i 26 de Juny, als dies 3, 10, 16 i 30 de Juliol, als dies 6, 13, 21 i 28 d'Agost, als dies 10 i 17 de Setembre, 7 de Novembre, 11 de Desembre, tots ells de l'any 1990. Els dos darrers números de cada sèrie corresponen a les anàlisis dels dies 5 de Febrer i 5 de Març d'enguany. Els mateixos dies valdran per a cada platja i per a cada microorganisme tractat.

- Per a cada platja hi ha tres sèries de 18 números corresponents als tres tipus d'anàlisis fetes. La primera sèrie indicarà els valors de coliformes fecals, la segona de coliformes totals i la tercera d'estreptococus fecals. Tots ells ordenats pel dia de recollida de les mostres.

- Platja de Palamós:

1-0-0-1-0-3-2-20-5-5-2-1-0-0-0-0-2-5
 2-1-1-2-1-5-3-95-15-13-4-3-1-1-2-3-3-3
 0-0-1-1-0-7-0-5-1-9-1-0-0-0-0-0-0-0

- Platja de La Fosca:

1-0-1-2-1-2-1-2-2-10-0-2-0-1-0-1-0-50
 4-2-2-4-2-4-8-8-4-17-3-2-0-3-1-10-1-1
 2-0-0-0-0-1-1-5-1-12-0-0-0-0-0-3-0-2

- Platja de Castell:

2-2-6-0-4-1-3-1-1-12-0-1-11-3-2-1-14-26
 5-8-89-1-7-7-5-1-2-28-1-2-49-7-6-8-27-12
 3-4-2-1-2-2-4-0-0-8-0-1-7-1-1-4-3-17

Si observem el següent gràfic, podem ressenyar algunes característiques de la Platja de Palamós.

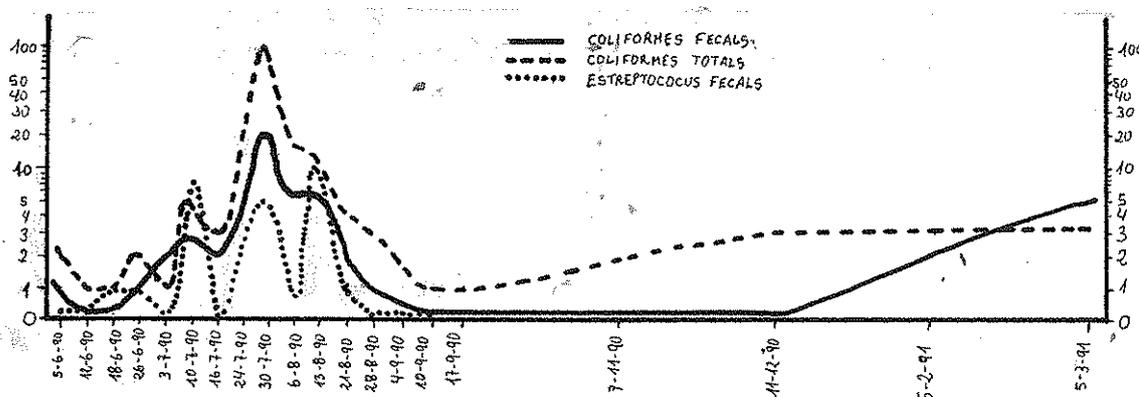


Figura 2 Gràfic de les dades microbiològiques de la Platja de Palamós.

- Els valors de coliformes fecals i totals, i dels estreptococcus fecals de la Platja de Palamós mantenen una variabilitat normal.

- La Platja de Palamós manté uns índexs de contaminació fecal molt baixos durant tot l'any. L'únic pic destacable és el del dia 30 de Juliol i els valors més alts detectables duren fins el dia 21 d'Agost. Aquest període correspon al de major afluència de persones. No obstant, els pics assolits no superen valors alarmants.

- Val a dir que la mostra del dia 30 de Juliol va ser recollida a les cinc de la tarda i segur que s'hi van produir interferències degudes als mateixos banyistes.

- És interessant indicar també que es produeixen els valors màxims a la Platja de Palamós quan bufa vent de mar cap a terra. En el cas d'aquesta platja ve del Sud o Sud-oest. Això implica que s'apropa resseguint la costa de Sud a Nord passant per nuclis tant turístics com Sant Feliu de Guíxols (11 km), S'Agaró (9 km), Platja d'Aro (6 km) i finalment Sant Antoni de Calonge (està a la mateixa Badia de Palamós). Aquest vent recull contaminants d'altres platges que, per la forma de la Badia de Palamós, queden posteri-

orment acumulats a la seva platja.

- Altres característiques que ressenyen les anàlisis són la turbietat, els residus del mar, i dels banyistes i el quitrà. Aquests tres aspectes es concentren també en l'interval de més afluència. Els residus del mar també s'acumulen a principis d'estiu. També és remarcable en l'anàlisi del mes de Març d'enguany l'index de màxima transparència de les aigües de la Platja de Palamós.

Els dos següents gràfics corresponen a les platges de La Fosca i de Castell respectivament.

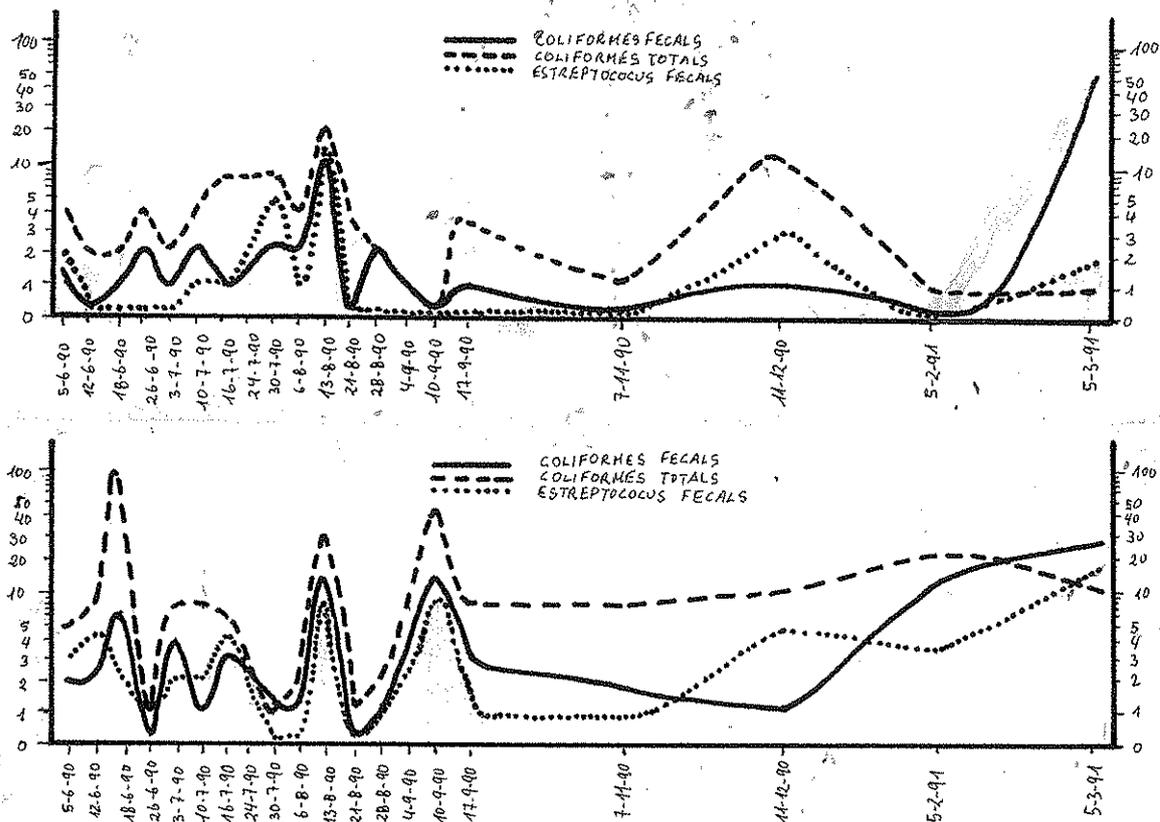


Figura 3 Gràfics dels índexs microbiològics de les platges de la Fosca i Castell.

La Platja de La Fosca presenta una gràfica semblant a la de Palamós. Presenta més pics però alhora són menys elevats. Potser és perquè la platja és molt poc profunda i a més petita. Els tres pics provenen de diverses causes. Els dos primers són producte de l'augment de població resident de la urbanització de La Fosca. El del dia 5 de Març de 1991 pot ser degut a un abocament incontrolat doncs presenta un alt index de coliformes fecals davant del d'estreptococcus.

La Platja de Castell manté una gran variació durant tot l'any. És una platja molt oberta situada entre La Fosca i Calella de Palafrugell. L'emissari submarí de la depuradora de Castell provoca uns elevats índexs de contaminació fecal.

La turbietat d'aquestes dues platges és més elevada que la de Palamós en els mesos d'estiu. Ambdues es troben en zones apartades del nucli urbà on les aigües residuals són menys controlables. Aquesta és una de les raons principals per les que presenten més variació aquestes gràfiques.

CONCLUSIONS

Els nostres objectius eren obtenir l'evolució de la qualitat de les aigües de bany a partir de l'entrada en funcionament de la depuradora tot basant-nos en els estudis microbiològics.

A la vista dels resultats obtinguts d'aquests estudis podem concloure que:

- 1.- En sis anys de funcionament de la depuradora s'ha millorat considerablement la qualitat de les aigües.
- 2.- Els valors dels indicadors de contaminació fecal aconsegueixen tant les normes imperatives com les guia.
- 3.- La Platja de Palamós manté uns índexs de contaminació fecal molt baixos durant tot l'any.
- 4.- Els màxims valors de contaminació s'assoleixen en els mesos d'estiu (del 30 de Juliol al 21 d'Agost).
- 5.- La Platja de Castell és la més afectada pels corrents i per la proximitat a l'emissari submarí.

REFERENCIES

Anàlisis microbiològics de les platges de Palamós realitzades al laboratori del senyor Josep Maria Massaneda i Fontanella de Palamós.

AMBIENT, 11ª Edición, 1991

PLAN DE TRATAMIENTO DE AGUAS
EN EL ALT URGELL

Valentí Fontserè Pujol
Jordi Azlor Marsiñach

RESUMEN

El informe que a continuación se detalla, hace referencia al desarrollo de los "Plans de Sanejament" que describen el estado actual de contaminación de las aguas de Catalunya. En concreto el estudio se centra en una zona de carácter básicamente agrícola como es la comarca de "l'Alt Urgell". Se detallan los parámetros, fuentes de contaminación y a su vez las medidas a tener en cuenta.

L'informe que tot seguit es detalla, fa referència al desenvolupament dels "Plans de Sanejament" que descriuen l'estat actual de contaminació a les aigües de Catalunya. En concret l'estudi es centra en una zona de caràcter bàsicament agrícola com es la comarca de l'Alt Urgell. Es detallen els paràmetres, fonts de contaminació i alhora les mesures a tenir en compte.

INTRODUCCION

Descripción geográfica de la zona

La zona estudiada abarca la cuenca del río Segre, desde la Cerdanya hasta Ponts. Incluye total o parcialmente las comarcas de Baixa Cerdanya, Alt Urgell, Solsonès, la Segarra, la Noguera, l'Anoia y el Pallars Sobirà.

Los recursos hídricos son importantes aunque no excesivamente explotados. Comprenden el río Segre y sus afluentes: el Valira, el Rialb y otros de menor importancia. La regulación es escasa, existiendo solamente los embalses de Escaldes (5 hm³) y Oliana (101 hm³) y en un futuro el de Rialb. También existen aguas subterráneas formadas por acuíferos de las rocas calcáreas del Cadí y del Pallars, pero son inexplotadas.

Descripción política de la zona

Sobre un total de 38 620 habitantes destacan los municipios de: Oliana, Ponts, La Seu d'Urgell y Puigcerdá. Los sectores industriales predominantes son la producción cárnica, lechera y alimentaria en general. En Oliana existe un cierto contingente de industria metalúrgica.

OBJETIVOS

Los objetivos del trabajo son bastante claros, pues pretendemos hacer un estudio de la contaminación de las aguas en una zona no urbana. Habitualmente estos estudios de calidad hacen referencia a poblaciones o zonas del área metropolitana.

Escogimos esta zona para que así posteriormente se pueda comparar la contaminación de tipo rural con la urbana. La zona no es especialmente conflictiva ni por la cali ni por la cantidad de sus recursos hidráulicos. Además también nos interesó destacar la situación del Principado de Andorra donde actualmente la preocupación va en aumento pues el nivel de vertidos es cada vez mayor y totalmente incontrolado.

Destacar también la situación en la zona fronterera donde actualmente rige un convenio internacional. De esta manera reforzamos un poco el tema económico, muy importante en los proyectos de tal envergadura.

Parámetros de contaminación

Los parámetros elegidos son los siguientes:

T) Temperatura; se deduce a partir de la temperatura del agua, medida en grados centígrados. Esto nos indica la polución de centrales termoeléctricas. Varía entre 1 y 8.

A) Oxidabilidad: corresponde al oxígeno que se consume en una oxidación con $KMnO_4$, ebullición y medio ácido. Incluye todo el contenido orgánico tanto natural como artificial, biodegradable o no. Varía entre 0 y 30.

C) Oxígeno disuelto en el agua: la concentración se encuentra ligada a la oxidabilidad, principalmente al contenido de materia orgánica biodegradable y, en menor grado, al contenido de nutrientes que controlan los procesos de depuración. Varía entre 0 y 25.

B) Materias suspendidas que se pueden separar por filtración: incluyen polución orgánica, inorgánica, industrial y/o urbana.

D) Conductividad eléctrica del agua a 18°C: mide la concentración de sales inorgánicas principalmente cloruros y sulfatos. Varía entre 0 y 20.

Se define el ISQA (Índice Simplificado de Calidad del Agua). Este índice permite operar con muy pocos parámetros analíticos y, a su vez, ofrece garantía en los resultados obtenidos. Después de estudiar diversas alternativas, se optó por un índice que únicamente contiene cinco parámetros analíticos, según la fórmula:

$$\text{ISQA} = T (A+B+C+D)$$

Como criterio de selección de parámetros se ha tenido en cuenta tanto la representatividad y la reducción del número de éstas como la economía de los medios analíticos. Así pues, se han examinado o cambiado algunos parámetros que en la práctica han demostrado su inseguridad analítica y aquellos que disminuyen sensibilidad al índice ya que o bien siempre dan resultados parecidos o quedan incluidos dentro de otros, aunque sea de manera parcial.

Se considera como referencia de agua apta para todos los usos si cumple las siguientes condiciones:

Temperatura < 20°C

O₂ disuelto > 7mg/l

DBO₅ < 3mg/l

DQO < 20mg/l

ISQA > 85

Contaminación actual de aguas superficiales

A la contaminación de tipo industrial, agrícola y ganadera, se suma la contaminación de tipo doméstico. Algunos datos significativos son: el caudal diario es de 11724 m³ con un DBO₅ de 3517 kg y además, hay 5276 kg de sólidos en suspensión.

En el primer tramo del río Segre se vierten las aguas residuales sin tratar de la parte francesa y Puigcerdá-Llivia, autedepurándose antes de llegar a la Seu d'Urgell.

En este municipio el río Valira incorpora las aguas residuales de Andorra que no poseen depuración. Hay que destacar que la contaminación de Andorra supone, con mucha diferencia, la más importante de toda la zona del Segre.

Al llegar a Ponts, la calidad del agua a mejorado ostensiblemente.

Contaminación actual de aguas subterráneas

No se han detectado en la zona problemas relevantes de contaminación de acuíferos. La contaminación por actividades agrícolas es frecuente pero poco peligrosa. En particular, destaca la infiltración de residuos de granjas sobre materiales permeables. Provocan contaminación biológica que no suele causar graves problemas.

CRITERIOS GENERALES

La redacción del Plan que examinamos adapta a la particular problemática de la zona los principios generales que inspiran la Ley 5/1981 y que se pueden resumir de la manera siguiente:

Principio de solidaridad

Todos los usuarios del agua de la zona que generen carga contaminante han de colaborar en la financiación del saneamiento. Los usuarios no pagan para que se realice su depuradora sino para que sea posible la realización del "Pla de Sanejament".

Principio de equidad

Cada usuario ha de colaborar en la ejecución del Plan proporcionalmente al impacto contaminante que su actividad produce en el agua.

Principio de mejora progresiva

Por razones económicas se han de programar las actuaciones siguiendo un orden de prioridad, es decir, realizando antes las obras e instalaciones que produzcan un beneficio mayor.

Principio de rentabilidad

Es un objetivo implícito en todas las actuaciones de la Administración y que se ha de conseguir inexcusablemente. A este efecto, es necesario:

Diseñar los sistemas de manera que se obtenga una optimización económica en su implantación y explotación, realizando la agrupación de vertidos más adecuada.

Que las calidades de aguas obtenidas no sean superiores a las necesarias, contando con la capacidad de autodepuración del medio receptor, y utilizando la mejor tecnología disponible en cada situación.

DESCRIPCION DEL PLAN

Descripción general

El Plan prevé la realización de determinadas actuaciones que comportan unos gastos de implantación, explotación y gestión, para hacer frente a los cuales se prevén unos determinados ingresos. El resumen de los conceptos es el siguiente:

Gastos

Implantación de sistemas de saneamiento en alta. Las obras e instalaciones necesarias para la evacuación y depuración de los vertidos de los medio urbano-industriales se realizarán a cargo del Plan. Los

sistemas estarán formados por plantas depuradoras y colectores concentradores de las aguas residuales que se han de conducir desde los puntos de vertido de las redes de alcantarillado hasta aquellas instalaciones de tratamiento.

Explotación de sistemas comunitarios. En la ejecución del Plan de Saneamiento, se considera la explotación de sistemas de saneamiento "en alta": colectores y depuradoras ya existentes o ejecutadas directamente a cargo del Plan. Las previsiones económicas incluyen el pago de todos los gastos imputables a la explotación de los sistemas: mano de obra, energía, reactivos, etc.

Actuaciones sobre los vertidos industriales. Las industrias situadas en áreas urbanas que viertan sus aguas residuales a las redes de alcantarillado comunitarias, y aquellas cuya incorporación a sistemas comunitarios de depuración sea recomendable técnica y económicamente, se han de incluir dentro del sistema de saneamiento correspondiente, depurando sus vertidos conjuntamente con las aguas municipales domésticas.

Los vertidos de las aguas residuales de estas industrias han de cumplir las condiciones de calidad que sean fijadas para garantizar el buen funcionamiento de los colectores y de las plantas depuradoras.

Las industrias que por sus características de calidad del agua residual, no sea recomendable incorporar a un sistema de saneamiento comunitario, tendrán que solucionar por su cuenta la depuración de las aguas residuales.

Ingresos

La financiación del Plan se centrará en los ingresos obtenidos por el rendimiento de los Incrementos de Tarifa y Cánones de Saneamiento, y subvenciones que se puedan obtener de los diferentes organismos.

Incremento de Tarifa de Saneamiento (ITS). El ITS es el importe en que se han de incrementar el precio del metro cúbico de agua suministrado por las entidades de abastecimiento de agua. El ITS lo facturarán y cobrarán estas entidades, liquidándolo a la Junta de Saneamiento, según las normas establecidas.

Canon de Saneamiento. Es el importe por metro cúbico que se aplica sobre el volumen de agua procedente de fuentes propias de suministro.

Subvenciones. Se ha contado con subvenciones externas, en particular de la Comunidad Económica Europea, que dispone de programas de ayuda para actuaciones de saneamiento.

CONCLUSIONES

A partir del estudio realizado, llegamos a las siguientes conclusiones:

1.- Habiendo detectado que la mayor parte de contaminación viene de Andorra, es importante la instalación de una planta depuradora, para el aprovechamiento de las aguas del Valira en su totalidad.

2.- Controlar la contaminación que alimenta el embalse de Oliana para evitar su eutrofización.

3.- También es necesario la construcción de la planta depuradora en la zona francesa ya que así se conseguiría una mayor pureza en el primer tramo del río Segre.

4.- Intentar la máxima homogeneidad en la calidad de las aguas, disminuyendo las diferencias debidas a la propia autodepuración.

5.- Tener en cuenta la contaminación de tipo agrícola, que sin ser excesivamente importante, origina focos nocivos para los acuíferos subterráneos, con el consiguiente deterioro del sistema natural.

REFERENCIAS

Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya - Junta de Sanejament. Pla de Sanejament de Catalunya, Zona 11 (1990).

Consell Comarcal de l'Alt Urgell.

AMBIENT, 11ª Edició, 1991.

PLANTA DE PRETRACTAMENT D'AIGÜES RESIDUALS DEL MARESME

Christían Pottiez Puyané

RESUM

La planta de pretractament d'aigües residuals del Maresme és una instal·lació que rep totes les aigües residuals domèstiques i industrials de diverses ciutats i pobles de la comarca amb l'objectiu d'eliminar la quantitat màxima de residus sòlids de l'aigua afluent mitjançant operacions físiques, per tal que un cop abocades al mar el seu residu no ocasioni cap mal a la fauna i flora del medi marí.

La planta de pretratamiento de aguas residuales del Maresme es una instalación que recibe las aguas residuales domésticas y industriales de algunas ciudades y pueblos de la comarca a fin de extraer la mayor cantidad de residuos sólidos posibles del agua afluyente mediante operaciones físicas, para que una vez vertidas al mar su residuo no ocasiona daño alguno a la flora y a la fauna del medio marino.

INTRODUCCIÓ

Fins fa 10 anys el sanejament de les aigües residuals del Maresme es limitava a conduir-les al mar, amb la corresponent degradació de les platges i el perill sanitari que comporta el fer-ne ús per al bany.

A principis dels anys 80, amb la creació del "Consorti d'Infraestructura Sanitària de la província de Barcelona" i el MOPU, varen iniciar-se les obres pel sanejament del litoral, que en el cas del Maresme consistia en un conjunt de col·lectors i estacions d'elevació que condueixen les aigües residuals fins la planta i un cop tractades i mitjançant un emisari submarí s'evacuen mar endins. A partir de 1985 quan varen ser acabades les obres de construcció de la planta, l'ajuntament de Mataró va proposar que fos Aigües de Mataró S.A. que s'encarregués del seu funcionament, que fou efectiu el 15 de juny del 1985.

OBJECTIUS

Saber que la planta de pretractament d'aigües residuals del Maresme és una instal·lació que rep aigües residuals tan domèstiques com industrials de diverses ciutats i pobles del Maresme, com són: Mataró, Vilassar de Mar, Argentona, Dosrius, Cabrera de Mar, Cabrils i Vilassar de Dalt, i altres; i que és previst que altres municipis del Maresme puguin aviat abocar les seves aigües residuals a la planta, evitant així abocaments incontrolats que degraden les platges de la Comarca.

És necessari conèixer que l'aport d'aigua residual industrial és molt més elevat que el de domèstica, en volum, i és molt més necessari el seu tractament per contenir més matèria contaminant i degradant pel medi marí, mentre que l'aigua residual domèstica conté molts més residus sòlids biodegradables i no és tan imprescindible el seu tractament.

Tenir en compte que la planta de pretractament d'aigües residuals del Maresme es limita a un procés físic de separació de residus sòlids de les aigües afluent, extraent sorres, fangs, plàstics, hidrocarburs, ..., per tal que un cop abocades al mar no ocasionin cap perjudici a la fauna i flora del medi marí. Per tan aquest procés es limita a un tractament indirecte de l'aigua, d'aquí el nom de planta de pretractament.

Un altre objectiu de l'informe és donar a conèixer el funcionament general de la planta: descriure la capacitat de tractament d'aigües de la planta en funció del volum i la procedència de l'aigua afluent, explicar els mètodes físics utilitzats en els processos de tractament d'aigua segons els tipus de materials dissolts, en suspensió o surant a l'aigua, la ubicació a la planta dels diversos dispositius utilitzats en el procés, temps de permanència de l'aigua a la planta per que satisfaci les normes de qualitat exigides a la planta, avaluar les despeses d'energia i manteniment associades al correcte desenvolupament de la tasca esmentada.

Hem doncs d'entendre que tenim una responsabilitat pública de contaminar el mínim possible el medi marí encara que no s'obtinguin beneficis directes, però sí al menys s'eviten desastres ecològics a llarg termini. Aquests beneficis necessaris sobre el medi ambient comportaran importants despeses per part dels municipis en forma d'inversions a llarg termini que mai aportaran grans beneficis en metàl·lic, però per una altra banda sí milloraran a poc a poc el medi marí, on s'aboquen, i permetrant viure millor i amb més harmonia amb la natura.

L'objectiu més interessant és intentar conscienciar a el ciutadà que el problema de la degradació del medi ambient és un problema que ens afecta a tots i que tots podem ajudar a solucionar-lo.

ASPECTES TÈCNICS DE LA PLANTA

La planta de pretractament d'aigües residuals del Maresme està ubicada a 800 m en direcció nord del punt kilomètric 651 de la carretera nacional II, al seu pas pel terme municipal de Mataró. La superfície total de la planta, junt amb la de les instal·lacions necessàries pel seu manteniment (oficines, taller, serveis, ...), ocupa 4 000 m².

Aquestes instal·lacions que reben les aigües residuals domèstiques i industrials de diverses ciutats i pobles del Maresme (Mataró, Argentona, Dosrius, Cabrera de Mar, Cabriels, Vilassar de Mar i Vilassar de Dalt) tenen l'objectiu d'eliminar la quantitat màxima de residus sòlids de les aigües afluent (sorres, fangs, plàstics, hidrocarburs, ...) a través de diversos processos físics, per tal que un cop abocades al mar el seu residu no ocasioni cap perjudici a la fauna i flora del medi marí.

El tractament que rep l'aigua està basat en l'aprofitament de forces físiques per decantar tot tipus de sòlids de la mateixa, rebent així doncs l'aigua un tractament basat en operacions físiques unitàries.

Un cop l'aigua ha entrat a la planta se la sotmet a un procés de desbast, que consisteix en fer-la passar a través d'una reixa, que és un dispositiu amb obertures de tamany uniforme de 5 cm, que reté els residus sòlids de tamany superior de l'obertura de la reixa.

Passada la reixa se la fa passar per la part superior d'un pou, on sedimenten per gravetat les partícules més pesants que l'aigua. Podríem dir que és una primera sedimentació.

A continuació se la fa passar a dues grans basses situades simètricament respecte d'un pla imaginari vertical definit al llarg de la planta, on queda estancada prou temps per què les substàncies de densitat més gran que l'aigua sedimentin per l'acció de la gravetat (metalls, sorres, fangs) i s'administra aire des de la part inferior del recipient per facilitar l'ascensió de partícules de menys densitat que l'aigua (greixos, olis, hidrocarburs, ...). Aquest últim mètode anomenat flotació es realitza aprofitant la propietat d'adhesió de les bombolles d'aire als hidrocarburs i altres compostos, i a la força ascendent del conjunt partícula-bombolla. Un cop a la superfície aquestes substàncies són escombrades per pales que circulen al llarg de la bassa i que condueixen els residus cap a dipòsits especials, adosats lateralment a la planta (contenedors).

L'aigua que és arrosstrada en els diversos processos de decantació físics junts amb els residus és tornada al començament del cicle per tal d'extreure-li tots els residus possibles i així abocar-la no tan contaminada.

Per mesurar el cabdal que surt cap el mar hi ha instal·lada una sonda ultrasònica, que mesurant el temps que tarda

en tornar un ultraso un cop ha rebotat sobre la superfície de l'aigua i passant el senyal a un microprocessador adosat és capaç d'obtenir un resultat.

L'aigua residual ja tractada és abocada 750 m mar endins a través d'un emissari submarí. Actualment s'estant realitzant diverses obres per poder abocar l'aigua fins a una distància de 2 km mar endins; essent el cap de l'emissari submarí en forma de tentacle.

GESTIÓ DE LA PLANTA

A la planta en tot moment hi ha un mínim de tres persones que supervisen i vigilen el seu funcionament, efectuant torns rotatoris per tal que tots tinguin els seus dies lliures assignats a l'any.

Pel que fa al control de qualitat de les aigües tractades es fan anàlisis setmanals per una empresa privada i pel Laboratori Municipal del Maresme, avaluant així les aigües que han de ser abocades al mar, en diversos punts de la planta. Gràcies a aquests controls periòdics es poden detectar altes concentracions de materials contaminants i facilitar així la "persecució" d'empreses susceptibles d'abocar-los en diversos llocs del clavegueram de la comarca.

Les aportacions d'aigua més importants en volum són degudes a l'aigua utilitzada per les indústries dels tints (abundants al Maresme), tèxtils, escorxadors, altres, ... les aportacions de petit volum d'aigua corresponen a aigües residuals domèstiques. Aquesta afirmació queda provada a l'estiu, època en que les empreses aturen total o parcialment les seves activitats, quan disminueix el cabdal que entra a la planta, tot i rebre un increment de població (estiuajants) preferentment barcelonina.

ECONOMIA DE LA PLANTA

La despesa més important de la planta és la de l'energia utilitzada pel funcionament de totes les màquines que assegurin el bon tractament físic de l'aigua: xucladors, decantadors, separadors, escombres, agitadors, bombes, son des, ... Segueixen en quantitat les despeses associades al transport dels residus sòlids, extrets de l'aigua, a l'abocador més proper.

La subvenció d'aquesta planta està feta per la Generalitat de Catalunya a través de la Companyia d'Aigües de Martaré S.A., que s'encarrega del funcionament i manteniment de la mateixa.

Cada ciutadà pagarà un % del seu rebut de l'aigua en concepte de manteniment de la planta, tot ell en funció del contracte d'aigua signat amb la companyia.

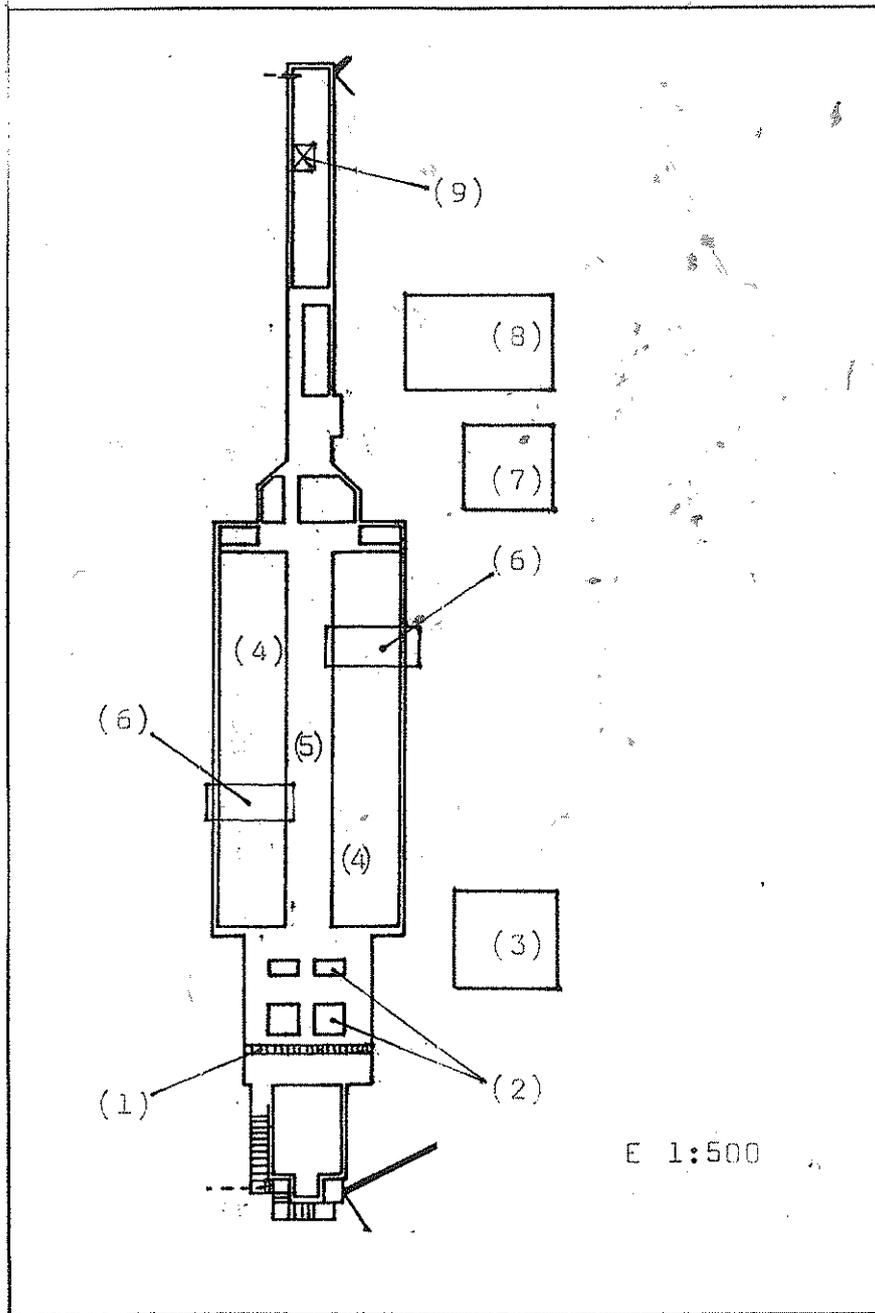


Figura 1 Planta de pretractament d'aigües residuals del Maresme.

L'aigua en el seu camí a través de la planta treballa diferents dispositius de decantació física i altres aparells, que seran: reixes(1), pous(2), basses d'aigua(4), sonda ultrasònica(9). Altres dispositius són els dipòsits de sorra dels pous o contenidors(3), injectors d'oxigen(5), plataformes(6), contenidors de greixos i oli(7), contenidors de substàncies més denses que l'aigua(8).

CONCLUSIONS

L'objectiu d'aquesta comunicació, a partir de la descripció dels processos físics que es realitzen a la planta és fer arribar al ciutadà un coneixement de la quantitat de residus que genera la nostra societat i conscienciar-nosque hem d'abocar el mínim de residus contaminants possibles al medi ambient, sinó volem que es degradi irreversiblement.

Els resultats obtinguts a l'estudi han permès arribar a les següents conclusions:

1. Necessitat de conèixer la importància de les plantes de tractament d'aigües residuals per ajudar a agilitzar la creació de projectes i plantes en funcionament.
2. Necessitat d'inversió de capital per part dels ajuntaments i de l'estat en projectes de tractament d'aigües residuals.
3. Acondicionament de les aigües residuals per evitar un desequilibri negatiu al medi on són abocades.

AGRAIMENT

Vull agrair l'amable i desinteressada col.laboració del Sr. Carrillo, que en tot moment m'atengué amablement en la meua visita a la Planta de pretractament d'aigües residuals del Maresme. Em va facilitar tot tipus d'informació sobre el tema en qüestió i haig de dir que sense la seva aportació no hagués estat possible la redacció d'aquesta comunicació. Gràcies un cop més.

AMBIENT, 11 Edición, 1991.

PROBLEMAS OCASIONADOS POR EL DRAGADO
Y LA NAVEGACION EN LOS RIOS

Albert Molné Sorribas

RESUMEN

La utilización de los ríos para la navegación comporta una potencialización turística de la zona donde se lleva a cabo. Pero tanto la realización de las obras de canalización como la posterior circulación por el río de embarcaciones producen en los seres vivos del medio unos graves trastornos que se resumen en los impactos, tanto hidráulicos como físico-químicos, de los dragages y en los producidos por la navegación.

L'utilització dels rius per a la navegació comporta una potencialització turística de la zona on té lloc. Però tant la realització de les obres de canalització com la posterior circulació de vaixells pel riu produeixen en els éssers vius del mitjà uns greus trastorns que és resumeixen en els impactes, tant hidràulics com físico-químics, dels dragats i en els produïts per la navegació.

INTRODUCCION

En el pasado, el transporte fluvial tuvo una gran importancia y por ello se hicieron grandes proyectos para la utilización de ríos como vías navegables y para la construcción de canales que unían zonas lejanas de un país.

En la actualidad la utilización de los ríos para la navegación ha pasado a un segundo término debido a la gran evolución que han sufrido los transportes por tierra. Por ello las obras que se realizan con el fin de conseguir la navegabilidad de un río solo se explican por la potencialización turística de una zona.

Por otro lado, con el aumento de la potencia de las máquinas vemos que tanto en la construcción como en la navegación de los ríos se producen trastornos ecológicos que hacen cuestionar la viabilidad de algunos proyectos.

OBJETIVOS

Con este trabajo se quiere dar a conocer los principales impactos que se producen sobre el medio en la transformación de un río en vía navegable.

IMPACTOS ASOCIADOS AL DRAGAJE DE LOS RIOS

La realización de dragados en los ríos produce:

- una modificación de la topografía del lecho.
- modificaciones de la calidad del agua asociadas esencialmente a la creación de una turbiedad artificial.

Estos cambios producen impactos tanto de carácter hidráulico como de carácter biológico y físico-químico.

IMPACTOS HIDRAULICOS

La modificación de la geometría del lecho de un río ya sea por profundización o por ensanchamiento, produce modificaciones de tres tipos: modificaciones del campo de velocidades; modificaciones del régimen hidráulico; y modificaciones de las mareas salinas en el caso de desembocaduras.

La modificación del campo de velocidades del río se traduce en una variación del régimen sedimentario de éste. Juntamente con esto aparece una regresión debida a la rectificación del perfil longitudinal que puede ocasionar problemas importantes en las construcciones.

Por otro lado, la variación de la profundidad del río implica una variación de su régimen hidráulico, reflejado principalmente en el descenso de la línea de agua. Las repercusiones principales que esto conlleva son:

1- Variaciones de la relación del río con las capas freáticas que significa normalmente la bajada del nivel del acuífero, fenómeno observado en los pozos de tomas de aguas.

2- Variación en la erosión con los consecuentes problemas para las construcciones y para los márgenes.

3- Problemas en las tomas directas de agua y en los emisarios producidos por la bajada del nivel.

4- Modificación de las propagaciones de crecidas.

Sin embargo, la variación de la línea de agua en estuarios o desembocaduras no es importante pues éste está determinado por el mar. En este caso, aparecen los problemas ocasionados por la entrada del agua de mar en el río (mareas salinas y dinámicas).

La variación de la geometría de estas zonas provoca un aumento de la cantidad de agua de mar que penetra en el río al igual que un aumento de la velocidad de dicha penetración.

Las consecuencias principales que se observan son:

- 1- una subida del frente salino.
- 2- una modificación de las relaciones con la capa freática que puede sufrir una polución salina.
- 3- una modificación de la vida vegetal y animal.
- 4- la necesidad de modificar algunas construcciones y tomas de agua.

IMPACTOS BIOLÓGICOS Y FÍSICO-QUÍMICOS

El impacto más directo es la acción mecánica de las dragadoras que, destruyendo el fondo del curso de agua, provocan la desaparición de los huevos de los peces y de la vida vegetal y animal, en particular de las algas que son la base de la cadena alimenticia.

Sin embargo, más importantes son los impactos producidos por el aumento de la turbiedad del agua. Sus principales efectos son :

- 1- Disminución de la intensidad luminosa penetrante lo que conlleva una disminución del crecimiento de los vegetales clorofílicos y del fitoplancton y, por tanto, un descenso de la producción de oxígeno.
- 2- Aumento de la temperatura del agua producido por el hecho de que las partículas retienen mejor el calor que el agua, fenómeno que favorece el desarrollo biológico.
- 3- La puesta en suspensión de los sedimentos hace variar su evolución que pasa a ser aerobia y por lo tanto se produce un mayor consumo del oxígeno disuelto.
- 4- Las partículas en suspensión producen un lavado de diversos iones suspensión, y en particular de polución, por un cambio de los equilibrios iónicos en el agua.
- 5- Al pasar al medio acuático las partículas aportan a éste productos nutritivos que favorecen el desarrollo de la vida animal y vegetal.
- 6- Por otro lado, el aumento de la turbiedad del agua no provoca una modificación sustancial de la vida de los peces aunque sí les produce molestias en sus sistemas respiratorios.

LAS PERTURBACIONES PROVOCADAS POR LA NAVEGACION

Estas perturbaciones están asociadas al acondicionamiento de los ríos para la navegación, al paso de los barcos y a las operaciones de mantenimiento.

El acondicionamiento de los ríos provoca, además de los problemas ya explicados debidos a los dragajes, una variación importante de las condiciones del medio (menor velocidad del agua, disminución de la concentración de oxígeno disuelto, variación del régimen térmico) que deriva en una simplificación y unificación de habitats, que tienden a ser de tipo estancado, con la consecuente desaparición de ciertos animales y vegetales.

Parte de los problemas creados por la falta de corriente se compensan por el hecho de que las hélices de los barcos remueven el agua ayudando a su oxigenación y a su homogeneización. Sin embargo, esta agitación del agua también repercute en el aumento de la erosión de los márgenes y en la puesta en suspensión del material sedimentado en el fondo creando ambos efectos una perturbación importante en los seres vivos del medio.

Otros problemas que plantea la navegación son el efecto que tiene el oleaje debido a las hélices sobre los huevos y los alevines, ya que éstos son lanzados al margen donde perecen. También cabe destacar la polución por hidrocarburos, creandose una película en la superficie que impide el intercambio gaseoso y la puesta de los insectos.

Los trabajos de mantenimiento son por lo general la limpieza, el dragado y la siega de vegetales, faenas que comportan como principales problemas la destrucción de un hábitat acuático, la puesta en suspensión de partículas finas y la puesta en suspensión de partículas orgánicas sin oxidar que provocan una disminución de la concentración de oxígeno.

PROPOSICIONES PARA DISMINUIR EL IMPACTO DE LA NAVEGACION

La disminución de los impactos en la construcción se basan esencialmente en conservar y si es posible facilitar la diversidad de los habitats acuáticos. Esto se consigue diseñando los perfiles longitudinal y transversal correctamente.

El perfil longitudinal deberá evitar lo máximo posible la utilización del propio río para la navegación construyendo para ésta canales paralelos. Por otro lado es importante limitar las dimensiones de los barcos a la capacidad del río y no al contrario como generalmente se hace.

Por otra parte, el perfil transversal deberá alejarse lo máximo del clásico perfil trapezoidal que, si bien es el mejor para la navegación, significa una disminución de hábitats lo que es perjudicial para el desarrollo de la vida acuática.

El perfil transversal deseable será aquel en que la profundidad se reduzca al mínimo con seguridad para la navegación. A partir de este punto se irá disminuyendo progresivamente la profundidad hasta el margen poniendo entre medio de éste y el canal una zona protegida con obstáculos con el fin de disminuir la erosión y facilitar el desarrollo de vegetales acuáticos.

También es importante la protección de los peces que se ven afectados principalmente por la desaparición de sus hábitats y por las barreras que se construyen para facilitar la navegación. Estos dos problemas se resolverán con un buen trazado del trazado. En primer lugar hace falta asegurar que cada especie tenga asegurado el tipo de hábitat que necesita para ovar y crecer construyendo, si es necesario, zonas artificiales que reproduzcan las condiciones especificadas. Por otro lado también es necesario asegurar la libre circulación de los peces por el río poniendo donde sea necesario pasos para peces.

La realización de trabajos de limpieza y dragado comportan también graves impactos sobre la flora y la fauna acuática. Para minimizar sus efectos es conveniente tener en cuenta diversos aspectos entre los que destacan :

- espaciado máximo posible entre dos realizaciones sucesivas.

- limitar la intervención al canal de navegación.

- escoger el periodo del año menos desfavorable para la realización de dichos trabajos con la finalidad de no perturbar la puesta de los peces ni el desarrollo biológico optimal de los meses de verano.

- fuera del periodo otoño-invierno las intervenciones no serán sino puntuales y de corta duración.

Otro impacto importante a evitar será la erosión de los márgenes efecto que es el principal causante de la polución por materia en suspensión de las vías navegables. Para ello es aconsejable la utilización de mallas metálicas de protección o preferiblemente, y si las condiciones del río lo permiten, dejar crecer la vegetación arbustiva libremente.

Sin embargo, es extremadamente necesaria una reglamentación estricta sobre la velocidad de las embarcaciones para reducir al mínimo este tipo de impacto.

CONCLUSIONES

La transformación de un río en vía navegable comporta ventajas económicas a la zona donde se realiza, pero se deben tener en cuenta los impactos que se producen tanto por el dragado como por la navegación.

El dragado produce dos tipos de impactos principalmente :

- Impactos hidráulicos (producidos por la modificación del trazado del río).
- Impactos físico-químicos (provocados por los materiales puestos en suspensión).

Las consecuencias del primero de ellos son :

- 1- modificación de la línea de aguas.
- 2- modificación de las velocidades y por tanto del régimen sedimentológico.
- 3- modificación de los intercambios con la capa freática
- 4- modificación de las mareas dinámicas y salinas.

Los efectos de los impactos físico-químicos son :

- 1- modificación de la calidad del agua.
- 2- efectos sobre el fondo debidos a la precipitación.

Por otro lado, la constante navegación de barcos por la zona provoca unos importantes impactos en la fauna y la flora del río. Los principales son :

- 1- efecto del oleaje producido por los barcos tanto en la erosión de los márgenes como en la muerte de alevines.
- 2- Contaminación por hidrocarburos.

Las medidas que se deben adoptar para minimizar los efectos de la navegación sobre el ecosistema son :

- 1- estudiar el mejor trazado de los perfiles tanto horizontal como vertical.
- 2- controlar los trabajos de limpieza.
- 3- proteger los márgenes de la erosión.

REFERENCIAS

Wasson J.C. (1982) Milieu aquatique et voies navigables. Informe 82.1 del servicio técnico central de puertos marítimos y vías navegables francés.

AMBIENT, 11ª Edición, 1991.

PRODUCCION DE AGUAS ACIDAS

EN EL ABANDONO DE MINAS

Joaquín Belón Bordes
Pablo Díaz Fernández

RESUMEN

La producción de aguas ácidas es uno de los problemas derivados de toda actividad minera. Sin embargo debe resaltarse que la formación de estas aguas puede ser superior en el abandono de la mina que durante su explotación.

La presión de la opinión pública frente a esta situación ha obligado a los organismos administrativos a crear una normativa que limite el efecto contaminante de las aguas ácidas de la mina.

La producció d'aigües àcides és un dels problemes derivats de tota activitat minera. S'ha de resaltar, però, que la formació d'aquestes aigües pot ser superior en l'abandonament de la mina que durant la seva explotació.

La pressió de l'opinió pública davant d'aquesta situació ha obligat els organismes administratius a crear una normativa restrictiva de l'efecte contaminant de les aigües àcides de la mina.

INTRODUCCION

El abandono de una mina, como episodio final de toda actividad minera, conlleva una serie de implicaciones, entre las cuales destaca el efecto medioambiental y, dentro de él, el impacto a las aguas superficiales y subterráneas.

Esta afección es especialmente grave en muchas operaciones mineras, en las que el hueco minero y los materiales residuales acumulados en escombreras, ponen en contacto el agua con minerales y rocas que pueden modificar su calidad.

Para evitar o reducir esta contaminación hidrológica pueden adoptarse una serie de medidas, muy variadas, en base a la naturaleza de las sustancias contaminantes, y en base al tipo de explotación minera realizada.

La viabilidad, técnica y económica, de estas posibles actuaciones, viene condicionada por un adecuado diseño de las mismas, el cual será tanto más eficiente, y de menor costo, cuanto antes se inicie el Proyecto de Abandono que, en países de avanzada tecnología, es una pieza clave incluso previa a autorizar la explotación.

OBJETIVOS

El objetivo fundamental de nuestra comunicación es estudiar la formación de aguas ácidas de mina, su impacto medioambiental y las técnicas de prevención adoptadas.

SITUACION ACTUAL DEL PROBLEMA

Debido a la explotación de los yacimientos mineros de carbón, sulfuros metálicos, uranio, etc., grandes cantidades de materiales piríticos quedan expuestos a la meteorización. Estas piritas, y los sulfuros asociados a ellas, se oxidan debido a la presencia de agua, oxígeno y bacterias.

Los productos de oxidación son el sulfato ferroso soluble, el ácido sulfúrico y sulfatos metálicos. Al descender el pH del agua, ésta se hace fuertemente corrosiva, el ecosistema fluvial se degrada y la solubilidad de muchos metales pesados aumenta (las aguas llegan a ser tóxicas).

Las aguas ácidas de mina se caracterizan por su bajo pH (3-5) y por sus altos contenidos en sulfato, hierro, zinc, manganeso, aluminio y otros metales. También pueden existir elevadas concentraciones de calcio y magnesio.

Definido el problema, veamos qué tipo de actuaciones o normas proponen los gobiernos.

La industria minera, por sus características, exige normativas específicas dentro del problema del vertido de aguas industriales. Esto es debido a dos motivos: la contaminación minera se produce, fundamentalmente, por aguas muy mineralizadas y por otra parte, las minas, una vez abandonadas, son más contaminantes que durante su actividad.

En este sentido, los organismos de administración han llevado a cabo una actuación preventiva (para establecer los impactos tolerables) y una actuación coercitiva (para obligar a los mineros a cumplir la normativa). Por tanto, la opinión pública pretende el cumplimiento de los standards de aguas limpias.

En general, las normativas referentes a este tema, tienen como parámetros fundamentales del agua al total de sólidos disueltos, el contenido de hierro, el pH y la temperatura, variando mínimamente de un país a otro.

Hay que tener en cuenta que se tienen que estudiar muy seriamente las alternativas de abandono de una mina ya que, si no se toman las medidas para evitarlo, una mina abandonada puede aportar aguas ácidas similares o superiores, en caudal y calidad, a las producidas durante la explotación.

IMPACTOS AMBIENTALES DE AGUAS ACIDAS DE MINA

Las aguas ácidas de minas abandonadas se pueden formar tanto en el interior como en la superficie, por oxidación de la pirita presente. Estas pueden acceder al sistema hidráulico subterráneo, contaminando acuíferos, o surgir como efluentes que vierten en cursos de agua superficial.

No obstante, la calidad de las aguas vertidas a los arroyos mejora, rápidamente, debido a dos procesos: dilución de las aguas ácidas por parte de otras aguas menos mineralizadas; precipitación y adsorción de los cationes metálicos a medida que desciende el pH.

Por otra parte, durante las crecidas de caudal, las aguas transportan gran cantidad de sólidos en suspensión, procedentes de la erosión de las escombreras. Esto puede dar lugar a taponamiento de algunos cauces, y a la alteración del esquema del drenaje de la cuenca.

Generalmente las aguas de los arroyos contaminados por efluentes ácidos de minas no son potables, y en este sentido hay que tener en cuenta que la depuración de las aguas para consumo humano se encarece con la degradación de su calidad original. También puede causar graves perjuicios económicos a las industrias que las utilizan.

Como último impacto ambiental de las aguas ácidas podemos citar el envenenamiento lento de los lagos debido a los cationes metálicos que se vierten.

FORMACION DE AGUAS ACIDAS DE MINA

Los elementos esenciales para la formación del agua ácida de una mina son el agua, el aire, las bacterias y la pirita.

El agua es el elemento fundamental. Actúa como reactivo en la oxidación de la pirita, como medio en el cual se desarrollan las reacciones, y como elemento de transporte de los productos formados.

La pirita puede encontrarse tanto en el mineral como en la roca encajante. Al desarrollarse las actividades mineras, la pirita se expone a la acción de aguas superficiales o subterráneas y permiten su oxidación.

El mecanismo de degradación de la calidad del agua es el siguiente: oxidación de la pirita; oxidación de los otros sulfuros; lixiviación de arcillas, carbonatos y feldspatos; deposición de los iones disueltos, formando costras y masas de sulfato; disolución de los sulfatos.

El resultado es que las aguas adquieren bajos pH y altas concentraciones de sulfatos, cationes alcalinos, y metales pesados y de transición.

En el proceso de producción de aguas ácidas tiene importancia la oxidación del hierro ferroso a férrico. En condiciones normales, tiene lugar lentamente. Sin embargo,

algunas bacterias (de las cuales la *Thiobacillus ferrooxidans* es la fundamental) actúan como catalizadores y aceleran la reacción, con un aumento de la acidez. Estas bacterias oxidantes del hierro son propias de ambientes acuosos y tiene una importancia vital en el proceso.

Los factores que influyen sobre la lixiviación bacteriana son: el pH; el oxígeno y dióxido de carbono; la temperatura; la concentración de bacteriana; los nutrientes; el tamaño de las partículas; los factores mineralógicos; las tolerancias metálicas; la formación de minerales secundarios; la presión; la luz.

Si un lugar donde existen materiales piríticos recibe aporte de aguas ácidas, se dan las condiciones ideales de pH para que la pirita se oxide rápidamente. La presencia de caliza puede evitar la formación de aguas ácidas, al impedir que el pH descienda hasta los niveles que aceleran la acción catalizadora de las bacterias.

El oxígeno es imprescindible en la oxidación de la pirita. El dióxido de carbono es vital para la vida de las bacterias, al ser su principal fuente de carbono.

La temperatura óptima es de 28 °C. Por encima de 30 °C la actividad bacteriana desciende dramáticamente.

Las bacterias requieren, para su crecimiento, una serie de nutrientes imprescindibles. Estos son el magnesio, azufre, fósforo y, sobretodo, el nitrógeno.

El tamaño de los granos de pirita influye en la cantidad de sulfuro oxidado. La oxidación se ve favorecida cuando la pirita se encuentra finamente diseminada en la roca.

Los minerales que acompañan la pirita pueden influir en la velocidad de oxidación. Esta puede ser retardada si, junto con la pirita, existen minerales que puedan descomponerse consumiendo ácido.

TECNICAS PREVENTIVAS DE LAS AGUAS ACIDAS DE MINA

Las técnicas preventivas son las encargadas de evitar la producción de un efluente ácido en el abandono de una mina. Estas medidas de prevención están en función del tipo de mina.

Técnicas preventivas aplicables a minería subterránea

En este tipo de minería las técnicas de prevención se dividen en dos tipos:

1. Reducción del nivel de oxígeno en la mina para impedir la oxidación de los sulfuros. Esta técnica se denomina inundación de minas. Al inundar de agua una mina se crea un embalse de agua subterránea, cuya función es evitar que el aire del exterior acceda a las galerías o pozos, provocando el cese de la oxidación de la pirita y, por lo tanto, la producción de aguas ácidas.

La eficacia de esta técnica depende de la estanqueidad del interior de la mina; para lo cual es preciso sellar todas las áreas de alta permeabilidad de la

superficie. Esto se realiza mediante la localización de las fracturas de subsidencia, relleno con arcilla de las mismas y compactando el sector. Además es preciso que no se produzcan nuevas grietas, una vez sellada la mina, lo cual rara vez puede garantizarse.

2. Limitación de la cantidad de agua existente en la mina para que el caudal de aguas ácidas sea pequeño y no cause problemas ambientales. Esta técnica consiste en la reducción del aporte de agua a la mina. En algunos casos es posible reducir, sustancialmente, el agua afluente a la mina, logrando una reducción del volumen de agua ácida formada. Es muy importante conocer la vía de entrada del agua a una mina abandonada, la cual puede producirse por: filtraciones procedentes de acuíferos; filtraciones de aguas superficiales; grietas, fallas y sondeos asociados a la mina; aportes de agua procedentes de otras labores mineras abandonadas.

En función de la vía de acceso del agua la técnica aplicada será diferente. Así, si el agua se filtra desde acuíferos, generalmente bastará realizar una impermeabilización mediante tapones de cemento de las galerías que reciben el aporte de agua.

Si el principal aporte de agua es mediante la filtración de aguas superficiales, es muy eficaz efectuar el desvío de dichas aguas.

Las fracturas, grietas y sondeos abandonados suelen ser sellados y aislados siempre que estén localizados y sean estables.

Técnicas preventivas aplicables a minería a cielo abierto

Existen diferentes tipos de técnicas para evitar la formación de efluentes ácidos a partir de residuos mineros al aire libre. Estas son:

1. Desvío de aguas superficiales.
2. Sellado con arcilla.
3. Compactación del relleno.
4. Impermeabilización de la superficie de las escombreras.
5. Manipulación de la cobertera.
6. Colocación de los lechos de caliza en los materiales piríticos.
7. Inhibición bacteriana (mediante bacterias, detergentes aniónicos o sustancias orgánicas conservantes)
8. Inyección alcalina.

Las cuatro primeras técnicas tienen por objeto modificar los flujos de agua subterránea, de modo que las aguas ácidas no lleguen a formarse. Las cuatro últimas tienen un doble objetivo: por una parte, pretenden crear un ambiente alcalino (o menos ácido), que impida que la acidificación del agua continúe, y por otra neutralizar "in situ" el agua ácida que se forme.

Estas técnicas tienen su fundamento en la restitución de una mina a cielo abierto, punto principal de las técnicas preventivas aplicables a las mismas.

Se denomina restitución al conjunto de labores que se realizan en terrenos gravemente afectados por las explotaciones mineras, con objeto de que las características

agronómicas, hidrogeológicas, paisajísticas y de todo tipo vuelvan a ser, como mínimo, igual a las originales.

Para conseguir una buena restitución es necesario realizar: una explanación y compactación del terreno; distribución de una capa de caliza triturada; distribución de una capa de suelo vegetal; abonado; siembra de especies resistentes a la acidez.

Además, con independencia de la tecnología escogida, para evitar la formación de aguas ácidas en minas abandonadas, es imprescindible realizar un estudio hidrogeológico previo.

CONCLUSIONES

Esta comunicación ha pretendido incidir en la problemática de la formación de aguas ácidas de mina y plantear como soluciones diferentes técnicas de prevención.

El estudio realizado nos permite obtener las conclusiones que aparecen a continuación:

1. Generalmente toda actividad minera conlleva la formación de aguas ácidas.
2. La producción de aguas ácidas continúa una vez abandonada la mina.
3. La contaminación debida a estas aguas provoca un importante impacto medioambiental a corto y largo plazo.
4. La solución a esta problemática requiere la elaboración de un proyecto previo al abandono de la mina en el que se contemplan las técnicas preventivas.
5. Las medidas de prevención adoptadas vienen en función del tipo de mina.

REFERENCIAS

Fernández-Rubio, R., Fernández, S. y Esteban, J. (1986), Abandono de Minas. Impacto Hidrológico. Instituto Geológico y Minero de España. E.T.S. de Ingenieros de Minas. Madrid.

Díaz, E., Custodio, E., Galofré, A. (1978), Influencia de la minería potásica catalana en la calidad del río Llobregat. Congr. Intern. Agua, Minería y trabajos subterráneos. Granada. Vol II, pág. 989 - 1011.

Fallas, J.A. (1972), Inyección profunda de vertidos residuales, Agua. Barcelona. No. 73, pág. 26 - 41.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración prestada por Ana de Paz (Departamento de Geoquímica-Petrología, Facultad de Geología de Barcelona), Luis Mercadal, M^a Victoria Ubeda y Javier Belón.

AMBIENT, 11^a Edició, 1991

ELS ABOCADORS AL PALLARS JUSSÀ

Joan Gàndara i Tolsà
Arturo Puerto Ramos

RESUM

Aquest reball pretèn donar una imatge de l'actual tractament dels residus sòlids urbans a la comarca del Pallars Jussà. Malgrat no es presenta una forta problemàtica en aquest aspecte, si és un detall a considerar dins una comarca específicament agrària i amb unes infraestructures ambientals no del tot desitjables.

Potser, ara a l'època que vivim, potser no representa gaire perill contra l'espai natural que forma el Pallars Jussà, però d'aquí uns anys sí pot presentar un perill contra l'espai natural que ens envolta.

Este trabajo pretende dar una imagen del actual tratamiento de los residuos sólidos urbanos en la comarca del Pallars Jussà. A pesar de que no representa una fuerte problemática en este aspecto, si es un detalle a considerar dentro de una comarca específicamente agraria y con unas infraestructuras ambientales no del todo deseables. Quizás, ahora en la época en que vivimos, no presenta mucho peligro contra el espacio natural que forma el Pallars Jussà, pero de aquí unos años si puede presentar un peligro contra el espacio natural que nos envuelve.

INTRODUCCIO

L'eliminació dels residus urbans ha estat sempre, arreu del món, un problema difícil de resoldre, tant per la gran existència de deixalles, com per la manca d'espais per possibles abocadors.

L'interés redica en trobar solucions per aquest problema, que vagin bé tant per l'home, com pel possible impacte ambiental que pugui desencadenar temps després.

El Consell Comarcal de Muntanya del Pallars Jussà, en col·laboració amb d'altres organismes, ha creat un Pla de tractament dels residus.

OBJECTIUS

La finalitat d'aquest treball és presentar una solució, que malgrat no és enèrgica per moltes zones, si ho és per la nostra comarca en un termini de temps no fixat.

El treball ens presenta la forma de recollida i tractament dels residus sòlids.

TRACTAMENT DELS RESIDUS SÒLIDS

L'eliminació de residus sòlids urbans produïts a la comarca ha estat un problema resolt fins ara de manera deficient. Tot i que el volum de residus sigui relativament petit, la majoria de municipis (alguns amb el problema adicional de l'elevada dispersió de la població) presentaven greus mancances en el sistema d'eliminació d'escombreries, bé sigui per no comptar amb cap sistema de recollida o bé per no disposar d'abocadors en condicions adequades. Dels 14 municipis del Pallars Jussà, només tenien algun sistema de recollida pels seus nuclis més importants, com la Pobla i Tremp, i en cap d'ells existien abocadors controlats. Fora dels nuclis més poblats que disposaven d'alguna mena d'abocador, els restants no tenien cap espai destinat a aquest servei.

El desplegament del Pla de tractament de deixalles i residus sòlids urbans de caràcter no industrial, engegat per la Direcció General d'Administració Local en col·laboració amb el Consell Comarcal de Muntanya del Pallars Jussà, ha permès modificar aquesta situació mitjançant la creació d'un servei de recollida i tractament d'escombreries d'àmbit comarcal. La posada en pràctica d'aquest Pla ha significat:

1- La creació d'una xarxa d'abocadors controlats, a partir de la construcció durant el 1986 de dos abocadors de nova planta als municipis de Tremp i La Pobla de Segur.

2- La creació d'un organisme de gestió del servei de recollida d'escombreries: el Consorci d'Abocadors del Pallars Jussà, que entrà en funcionament el mes de març de 1986.

3- La dotació de l'equipament material (vehicles i contenidors) i dels mitjans urbans necessaris per a portar la pràctica del Pla.

4- L'organització dels equips i els circuits de recollida i tractament de les escombreries. En una primera fase d'execució del Pla es previst que el servei abasti tots els nuclis de més població situats sobre la xarxa bàsica de comunicacions i més endavant en funció dels resultats, ampliar el servei a nuclis més allunyats de

la xarxa viària bàsica.

La progressiva entrada en funcionament d'aquest servei durant el 1987 ha estat valorada, tot i trobar-se en fase d'assentament, de manera molt positiva per part dels usuaris i dels ajuntaments, i ha contribuït a racionalitzar la prestació d'aquest servei i a millorar la qualitat de l'entorn natural del Pallars Jussà.

PROGRAMA DEL PLA

El programa de l'eliminació de residus sòlids urbans es proposa donar una solució global al problema de l'eliminació de residus.

Amb la construcció l'any 1986, dels abocadors de Tremp i el Pont de Claverol i amb la posterior adquisició de maquinària complementària, només resta rematar les actuacions a la comarca procedint al segellat dels abocadors incontrolats. A tal finalitat, el Departament de Governació, a través de la Direcció General d'Administració Local, hi destina una partida global de 25 milions de pessetes.

Dins d'aquest mateix Pla i atesa l'estructura física i de comunicacions de la comarca i els riscos previsibles d'incendis a les àrees urbanes, especialment a Tremp i La Pobla de Segur, dificultats d'accés a molts punts, freqüentació per part d'excursionistes i escaladors (amb els riscos d'accidents subsegüents) el programa d'extinció d'incendis i salvaments preveu un seguit d'actuacions per tal de dotar la comarca d'una xarxa de parcs de bombers adequada, assegurar un servei ràpid i permanent d'extinció d'incendis, de salvament i possibilitar l'avís de situacions d'accident i la evacuació de ferits en els rescats a muntanya.

FUNCIONAMENT I INFRAESTRUCTURA DELS ABOCADORS

L'abocament de residus urbans s'inicia amb la construcció de 3 abocadors:

- 1- Un a Pont de Suert, que recollirà les deixalles dels municipis de la Ribagorça.
- 2- Un segon a Pont de Claverol, que recollirà les de la Pobla de Segur i rodalies.
- 3- Un tercer a Tremp, que recollirà les de la Conca i la resta del territori sud de la comarca.

Un abocador controlat constitueix bàsicament la delimitació d'un àmbit impermeable, on dipositar els residus urbans (dits escombrenies) i impedir per medis mecànics, la contaminació fora del seu recinte. Així, els emplaçaments dels tres abocadors, han estat

tancats, desbrossats i preparats:

1- Per rebre les deixalles.

El terreny s'ha organitzat en aterrossaments, atalussaments i amples trinxeres, on seràn dipositades les escombreries, per capes compactes.

2- Per tapar les deixalles.

Les terres provinents de l'anterior operació, així com del traçat dels vials, han estat amuntegades en capes alternes compactes, damunt de les deixalles fins a arribar a una configuració del terreny la més semblant al seu estat natural anterior.

3- Per facilitar l'oxigenació.

Els aterrossaments, atalussaments i trinxeres han estat equipats de xemeneies que permetin l'evacuació dels gasos de les capes brutes compactades.

4- Per recollir les aigües.

La possibilitat que, en cas de pluja, les aigües superficials contaminin fora de l'àmbit de l'abocador ha estat anul·lada mitjançant la implantació d'una xarxa de desguassos enterrats i conduïts fins la cota més baixa del recinte, on s'ha construït un dipòsit.

Una bomba d'acció automàtica s'ocupa de tornar al seu punt de partida els líquids, a través d'arspersors. Es crea així el cicle deshumificador.

5- Per assegurar el funcionament.

Un edifici, prop de la entrada de l'abocador, aconpleix el següent programa:

5a- Allotjar la màquina retro-compactadora, que remourà i extindrà les deixalles i les terres de cobertura per capes, i les compactarà.

5b- Allotjar el motor que subministrarà l'energia necessària per l'acció de la bomba i per la xarxa d'enllumenat del recinte.

5c- Allotjar els serveis de vestidor, dutxa i W.C. del personal de la instal·lació.

La vida hipotètica dels abocadors és de trenta anys, i el seu cost mig de construcció (cadascún) de quinze milions de pessetes, excloent el valor de la màquina retro-compactadora. Un sol home tindrà inicialment a cura el seu funcionament i manteniment.

Pel que fa a la recollida i transport de les deixalles fins a l'abocador, es compta amb els camions dels ajuntaments de la Pobla i Tremp i amb un tercer a Pont de Suert, que caldrà adquirir. En tot cas, els primers hauràn d'equiparse de braços per tal d'abocar-se els contenidors que seràn situats de forma estratègica a totes les poblacions.

La fase següent de la qüestió és la redacció d'un inventari dels actuals abocadors, dits incontrolats, a fi de preveure i executar el seu sanejament: destrucció i/o cobertura del seu total volum de deixalles, restituint la superfície afectada al seu estat originari natural.

CONCLUSIONS

Aquest Plà remedia, hores d'ara, la manca d'abocadors al Pallars Jussà, però a la pràctica suposa un manteniment continu, amb un sistema de recollida diària, amb tota una maquinària de servei i un personal que ha de treballar.

D'això es dedueix que haurà un encariment del preu de recollida tant pel manteniment com per la qüestió de les taxes.

Tot i amb això serà una bona solució contra l'abocament incontrolat de deixalles que s'ha estat efectuant fins ara, i que afecta a la majoria dels pobles de la comarca. Aquest abocament, encara que incontrolat ha seguit dirigit més o menys per l'ajuntament de cada poble, amb una serie d'abocadors comuns on tothom tirava les deixalles.

D'altra banda, tenim la qüestió de les olors per la qual cosa s'hauràn de netejar els contenidors amb una bomba a pressió, o bé la possibilitat de fer una mancomunitat en comarques d'alta muntanya que tenen contenidors per adquirir un camió-bota que fes aquesta feina, però això incrementaria molt el cost de manteniment.

REFERENCIES

- Revista Comarcal d'Alta Muntanya "Lo Raier": Setembre i Novembre del 1986.

AMBIENT, 11^a Edició, 1991.

DEIXALLES NOCIVES

Sofia Pons Rodríguez
María Anllo Rodríguez

RESUM

Amb aquesta comunicació pretenem estudiar la problemàtica de la toxicitat dels metalls que configuren les piles. Tractarem aquest tema enfocant-ho des de diferents punts de vista: components de les piles, efecte contaminant d'aquests components i mesures per reduir-ho.

Con esta comunicación pretendemos estudiar la problemática de la toxicidad de los metales que configuran las pilas. Trataremos este tema enfocándolo desde puntos diferentes de vista: componentes de las pilas, efecto contaminante de estos componentes y medidas para reducirlo.

INTRODUCCIÓ

Les piles són un producte d'una durada limitada, que s'eliminen una vegada descarregades. El mateix passa amb els acumuladors, si bé la seva durada és molt més llarga.

Les piles i els acumuladors usats en els aparells domèstics, una vegada s'arriba al final de la seva vida útil, són eliminats, sovint juntament amb les deixalles domèstiques i van a parar als abocadors o a les incineradores d'escombraries. Aquesta eliminació incontrolada pot contribuir a la contaminació del medi ambient ja que les piles i acumuladors contenen diferents metalls, alguns d'ells de caràcter tòxic, com el mercuri, el cadmi i el plom. Així, estudis recents demostren que una sola pila botó que alliberi una tercera part del seu pes en qualsevol medi aquàtic portaria com a conseqüència que 20000 litres d'aigües residuals o dos milions d'aigües continentals o marítimes es contaminessin amb concentracions de mercuri fins límits crítics per la salut humana.

OBJECTIUS

De manera clara i breu informarem als lectors sobre els següents punts:

- 1.- Importància del contingut dels diferents tipus de metalls a piles i acumuladors.
- 2.- Dades referents a la evolució del consum dels metalls tòxics a la fabricació de piles.
- 3.- Programa proposat per diferents entitats governants, que té com objectiu la reducció de la contaminació dels esmentats metalls.
- 4.- Normativa de la CEE referent al problema que tractem.

CONTINGUT EN METALLS TOXICS EN ELS DIFERENTS TIPUS DE PILES I ACUMULADORS

A més dels tres metalls que s'esmenten a la Taula 1., les piles i acumuladors en contenen alguns altres que no plantegen els problemes de contaminació dels anteriors: ferro, zinc, manganès, níquel i argent.

Taula 1. Contingut en % en pes de metalls tòxics en els diferents tipus de piles i acumuladors.

TIPUS DE PILES	METALLS		
	MERCURI	CADMI	PLOM
Piles zinc-carboni	>0,01	--	--
Piles alcalines	<0,1	--	--
Piles botó:			
-alcalines	0,3-1,0	--	--
-d'òxid de mercuri	30	--	--
-d'òxid d'argent	1,0	--	--
-de zinc-aire	1,0	--	--
-de liti	--	--	--
Acumuladors níquel-cadmi	--	15	--
Acumuladors de plom	--	--	65

Contaminació per mercuri

Com s'observa a la Taula 2., la major part del mercuri es troba a les piles alcalines (aproximadament el 68%) i que en segon lloc se situen les piles botó d'òxid de mercuri. Entre aquests dos tipus representen més del 85%

del mercuri total de les piles.

Les previsions sobre evolució del consum indiquen un augment del consum de piles alcalines i una disminució de les zinc-carboni; les primeres tenen un preu de venda més elevat però d'una durada superior. Com en el conjunt d'Europa Occidental, el contingut de mercuri a les piles alcalines s'està reduint.

Aquestes quantitats de mercuri cal situar-les dins un consum mundial d'unes 8000 a 9000 tones l'any. Entre les seves aplicacions, a més de la fabricació de piles, cal esmentar l'electròlisi cloroalcalina, la producció d'amalgames, aparells de mesura com termòmetres i manòmetres, material elèctric, etc.

Taula 2. Consum de piles i contingut en mercuri, a l'estat espanyol a l'any 1988.

TIPUS DE PILES	NOMBRE D'UNITATS	TONES DE Hg
Piles zinc-mercuri	276 000 000	0,9
Piles alcalines	28 000 000	4,7
Piles d'òxid de mercuri	2 000 000	1,2
Piles de zinc-aire	750 000	0,01
Piles d'òxid d'argent	7 000 000	0,1
TOTAL	307 100 000	6,9

Contaminació per cadmi

La presència de cadmi a les piles i acumuladors se situa, de forma quasi exclusiva, en els acumuladors níquel-cadmi. Es troba també en algunes piles de zinc-carboni, però en aquest cas en molt petita proporció (0,01% o menys).

La Comunitat Europea estima que un 20% aproximadament del cadmi que es troba a les deixalles domèstiques prové dels acumuladors. La quantitat total de cadmi procedent dels acumuladors es considera, però, difícil d'avaluar, ja que una part d'aquests acumuladors es troben ja incorporats en aparells d'importació. S'estima que l'any 1984 es van consumir unes 1000-1200 tones de cadmi en la fabricació d'acumuladors, sobre un consum total d'unes 6000 tones.

A més de la fabricació d'acumuladors, el cadmi té diferents aplicacions com són pigments per a pintures, estabilitzadors per a plàstics, recobriments de superfícies.

Contaminació per plom

Com s'ha indicat abans, el plom es troba als acumuladors de plom en una proporció important, mentre que les piles i els acumuladors de níquel-cadmi no en contenen. Els acumuladors de plom s'utilitzen majoritàriament en els automòbils, prop del 80% del total.

A nivell de Comunitat Europea s'estimava en més de 500000 tones el plom contingut a les bateries venudes l'any 1985.

Una proporció important d'aquest plom és objecte de recuperació. S'estima que per terme mitjà es recicla un 80% del plom dels acumuladors. Tanmateix es considera que més de 100000 tones anuals no es reciclen.

PROGRAMA

El que es pretén és la reducció de la contaminació deguda a piles i acumuladors, per aixó es vol disminuir la presència de metalls tòxics a les deixalles domèstiques, mitjançant aquestes actuacions:

1.- Reducció del contingut en metalls tòxics a les piles i acumuladors. La CEE recull en un programa disposicions obligatòries i convenis voluntaris que suposen les següents reduccions: en 1990, del 0,3 al 0,1% i en 1992, del 0,1 al 0,025%.

2.- Substitució de piles i acumuladors per altres tipus amb menys contingut en metalls tòxics. Interessa en el cas de les piles botó d'òxid de mercuri, que es pot substituir per la pila botó de zinc-aire, que conté molt menys mercuri. Aquesta substitució no és possible en tots els casos.

3.- Recollida de piles i acumuladors usats. La recollida de les piles i acumuladors usats té per objectiu reduir la possible contaminació del medi ambient. Com s'ha vist anteriorment, els continguts de metalls tòxics en els diferents tipus de piles i acumuladors són molt diversos, de manera que no requereixen tots un mateix tractament.

4.- La possibilitat de recuperació d'una substància, en aquest cas, els metalls de les piles i acumuladors, depèn de diverses condicions:

- Una concentració suficient de la substància a recuperar
- Disposar de la tecnologia corresponent

-Que el producte obtingut sigui utilitzable

-Que el preu del producte de recuperació sigui competitiu en relació amb el preu de la primera matèria.

Els procediments de recuperació del níquel, cadmi, mercuri i argent suposen la separació mecànica de la coberta i posterior recuperació d'aquests metalls per via mecànica, tèrmica o electrolítica. Es pot recuperar també el mercuri i l'argent de la barreja d'aquest tipus de piles, juntament amb les piles botó alcalines i de zinc-aire. Després d'obrir la coberta de les piles, es recupera el mercuri en una primera etapa per destil·lació i posteriorment l'argent en una segona etapa. La recuperació del cadmi només és possible quan aquests acumuladors no es presenten barrejats amb altres sistemes electrolítics, com piles que contenen mercuri.

NORMATIVA

La Comunitat Europea té una proposta de Directiva, l'aprovació de la qual s'ha anat retardant, sobre piles i acumuladors que continguin matèries perilloses.

Cal considerar, en primer lloc l'àmbit d'aplicació de la Directiva, que no són totes les piles i acumuladors, sinó:

- Les piles i acumuladors que continguin més de 25 mg de mercuri per unitat, excepte les piles alcalines de manganès.

- Les piles alcalines de manganès que continguin un percentatge de mercuri superior al 0,30% en pes, 0,10% en pes i 0,025% en pes, a partir d'unes dates que en principi s'havien previst per 1 de juliol de 1989, 1 de gener de 1991 i 1 de gener de 1993.

- Les piles i acumuladors amb més del 0,025% de cadmi.

- Les piles i acumuladors amb més del 0,4% de plom.

La Directiva estableix que els Estats membres prohibiran la comercialització de piles alcalines de manganès amb més del 0,10% de mercuri a partir de l'1 de gener de 1993. En quedarien exceptuades les piles alcalines tipus botó.

A més, els Estats membres hauran d'adoptar mesures perquè el marcat de les piles i acumuladors indiqui si s'han d'eliminar per separat, si són reciclables o si es poden eliminar amb les deixalles domèstiques.

CONCLUSIONS

Com a resum del present estudi sobre piles i acumuladors i la seva contribució a la contaminació del

medi ambient, es poden assenyalar les següents conclusions:

1. L'eliminació incontrolada de piles i acumuladors usats suposa una aportació de metalls tòxics al medi ambient. Si bé les quantitats d'aquests metalls a les piles i acumuladors no són molt importants des d'una perspectiva global, poden ser causa de contaminacions localment apreciables.

2. A diferents països europeus s'han emprats programes per reduir aquest perill de contaminació per piles i acumuladors, mitjançant la reducció del contingut en mercuri en alguns tipus de piles i la recollida de piles i acumuladors usats de cara al reciclatge dels metalls tòxics que contenen o a la seva eliminació en abocadors especials.

El present estudi ha fet esment d'una primera aproximació a una campanya de recollida de piles-botó a Catalunya. Aquesta campanya ja està posada la xarxa al carrer de mans del Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya, així com de la Creu Roja. La campanya s'ha anomenat "Endrecem Catalunya. Cada cos al seu lloc".

REFERENCIES

Blasco Vázquez, J.L. (1991). Pilas botón, una necesidad contaminante. Revista Cruz Roja, no. 11, pàg. 29.

Tanmateix, agraïm la col.laboració de l'Institut Català de Consum de la Generalitat de Catalunya.

AMBIENT, 11^a Edición, 1991.

RECICLADO DEL PAPEL

Pedro López López
Carlos Martín Freixa

RESUMEN

El reciclado es un proceso que tiene por objeto la recuperación de forma directa o indirecta de los componentes que contienen los residuos sólidos urbanos. De entre los componentes de la basura cuyo reciclado es fácil, factible e inevitable a corto o largo plazo, está el papel y cartón, debido fundamentalmente a razones de tipo medioambientales y económicas. Esta inexcusable labor, sin embargo, es inviable sin la colaboración del ciudadano.

El reciclat és un procés que té per objecte la recuperació de forma directe o indirecte dels components que contenen els residus sòlids urbans. De entre els components de les escombraries, el reciclatge dels quals és fàcil, factible i inevitable a curt o llarg plaç, està el paper i cartró, degut fonamentalment a raons de tipus mediambientals i econòmiques. Aquesta inexcusable tasca, però, és inviable sense la col·laboració del ciutadà.

INTRODUCCIÓN

Los residuos han existido desde que nuestro planeta ha tenido seres vivientes. Sin embargo, desde una época relativamente reciente, el volumen de desperdicios ha llegado a tales niveles que hoy se plantea seriamente el problema de la recogida y eliminación de los residuos domésticos. Ya no bastan los sistemas practicados tradicionalmente: dejarlos a cielo abierto, enterrarlos o verterlos al mar, los ríos o los lagos. Hoy el problema de su recogida y eliminación no sólo representa elevados costos para la sociedad, sino que constituye también uno de los retos para evitar el deterioro del medio ambiente.

OBJETIVOS

Los sistemas actualmente más utilizados en el tratamiento de las basuras son el vertido, la incineración, el reciclado y el compostaje, representando cada uno de ellos sus ventajas y sus inconvenientes.

En este trabajo abordaremos el sistema del reciclado de papel y cartón. Asimismo explicaremos una iniciativa del Ayuntamiento de Barcelona y algunos colegios como ejemplo a seguir para una buena gestión de recogida de papel usado. Por último desarrollamos de una forma más extensa las razones por las cuales es muy importante poner todos los medios para que el reciclado del papel usado sea cada día una actividad más extendida.

DISCUSIÓN

Una parte importante de los residuos sólidos está constituida por materiales que pueden ser seleccionados con facilidad y constituyen las materias primas recuperables tales como: papel, cartón, vidrio, plástico, trapos, etc.

Conviene resaltar la importancia que la recogida selectiva tiene dentro del proceso de recuperación de las materias primas contenidas en los residuos sólidos urbanos. La recogida selectiva se basa en que sean los propios ciudadanos los que realicen la selección de los productos recuperables colocándolos en recipientes independientes. Estos materiales pueden ser reutilizados por la industria como materias primas en mejores condiciones que si hubiese que separarlos de la bolsa de basura ya mezcladas con materia orgánica que los ensucian y deteriora.

Para llevar a cabo estas acciones es necesario informar y sensibilizar al ciudadano sobre las razones que motivan estas operaciones: protección del medio ambiente, economía de recursos naturales, ahorro energético, higiene, lucha contra el despilfarro, etc. En España las experiencias de recuperación de materiales previamente a su incorporación a las basuras domésticas se reduce al vidrio y al papel y cartón.

Un ejemplo de que la recogida selectiva es un buen método para iniciar el reciclado es que en 1986 el Ayuntamiento de Barcelona inició una de las primeras campañas de todo el país de recogida selectiva de papel y cartón. El Ayuntamiento de Barcelona puso en marcha la campaña de recogida en los centros escolares. Los colegios depositan el papel usado en unos sacos que les facilita el Ayuntamiento. Cada saco tiene una capacidad de 20 kilos. El Ayuntamiento abona a los colegios 125 pesetas por saco recogido. En 1990, ya eran 330 los colegios que colaboraban con esta campaña, que además les aporta un dinero extra que puede dedicarse a la compra de material pedagógico. Tras el éxito inicial, el Ayuntamiento amplió la zona de recogida selectiva de papel y cartón usado. En los dos últimos años, entidades y centros públicos entregan el papel usado y muchos de ellos utilizan papel reciclado para editar sus folletos. Diversas industrias y empresas también participan en esta experiencia. Durante 1990, algunos hospitales y mercados se sumaron a esta iniciativa municipal. El mayor logro ha sido conseguir la colaboración de centros comerciales. En total más de 400 colaboradores participan en la

recogida de papel y cartón usado. Las escuelas públicas y privadas aportan, respectivamente, el 31% y el 32,5% del total de papel recogido. En segundo lugar están los centros oficiales, con un 15%. La recogida se organiza por distritos municipales, siendo Horta-Guinardó el que más papel usado ha conseguido y Les Corts el que menos.

La industria papelera emplea, básicamente, como materias primas en su proceso productivo la celulosa y el papel recuperado, si bien en los últimos años la creciente mentalización a favor de la protección del medio ambiente y el aumento de los precios de la madera han contribuido esencialmente a que vaya creciendo el consumo de papel viejo al tiempo que disminuye el uso de pastas vírgenes.

A nivel mundial, según datos de 1985, el consumo total de materias primas en la industria papelera fue de 197.359.000 t, de las que el 70,9% correspondían a pastas vírgenes, y el 29,1% a papel recuperado. Sin embargo, por lo que se refiere a los países de la CEE, la proporción entre celulosa y papel recuperado cambia sustancialmente, pues de un consumo total de 26.133.000 t de materias primas, el 53,9% correspondió a pastas vírgenes y el 46,1% a papel recuperado.

LA INDUSTRIA PAPELERA EN ESPANA (Cifras en toneladas)			
ANOS	1984	1985	1986
Consumo materias primas...	3.008.100	3.101.100	3.359.500
---Pastas papeleras.....	1.429.200	1.432.300	1.514.500
---Papel recuperado.....	1.578.900	1.668.800	1.845.000
Produccion de papel			
carton.....	2.950.400	2.913.300	3.152.700
Recogida selectiva de papel y carton.....	1.225.300	1.290.600	1.446.900

Figura 1 Cifras orientativas del consumo, producción y recogida de papel.

En la figura 1 se observa que en el trienio 1984-86 el consumo de pastas papeleras ha crecido un 6% y el de papel recuperado un 16,9%, mientras que el consumo total de materias primas ha aumentado sólo un 11,7%.

A pesar del enorme desarrollo que ha experimentado a partir de los años 70 el consumo de papel recuperado como materia prima para la fabricación de papel nuevo -tal y como se puede apreciar en la figura 2- los expertos opinan

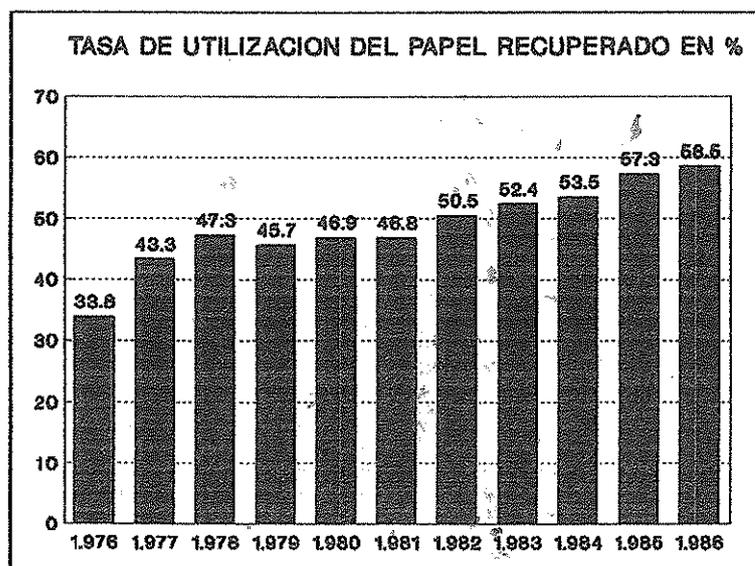


Figura 2 Evolución de la tasa de utilización del papel recuperado entre 1976 y 1986 en España.

que la tasa de recogida (que es el cociente entre el papel recuperado y el consumido) debe y puede incrementarse.

Es evidente que no todo el papel y cartón que se consume puede ser recuperado. Es irrecuperable el papel de los libros conservados en bibliotecas y archivos. No se recuperan los papeles y cartones usados en la construcción y la industria, ni los de uso domésticos e higiénicos. En general se estima que sólo un 80% del papel y cartón es potencialmente recuperable.

Pero veamos por qué debe ponerse tanto énfasis en la recuperación del papel usado. La potenciación de la recogida selectiva del papel aporta principalmente los siguientes beneficios:

--Conservación de recursos forestales: Si estimamos que para obtener una tonelada de papel se necesitan unos 4 m³ de madera (17 árboles de veinte años), puede decirse que en el período 1976-86 se ha evitado en España cortar la madera existente en más de un millón y medio de hectáreas de monte. Sobre esta cuestión son totalmente condenables los incendios forestales cuya finalidad es la sustitución de especies arbóreas por otras más idóneas para la industria papelera. Igualmente condenable, y, por lo tanto, es otro argumento para el reciclado del papel, es que gran parte de las pastas de papel que consumen las papeleras del mundo occidental tiene su origen en los árboles de las selvas amazónicas, con todo el desastre ecológico que ello implica.

--Ahorro energético: El proceso de fabricación de papel y cartón a partir de fibras celulósicas recuperables

supone un ahorro de energía del 70%, es decir, el equivalente a 390.000 t de petróleo al año.

--Ahorro por disminución de basuras: El contenido en peso de papeles y cartones en los residuos domiciliarios oscila entre el 11 y el 20% y entre el 20 y el 50% si se incluyen los de los comercios, lo que significa que en los núcleos urbanos los Ayuntamientos recogen y eliminan anualmente alrededor de un millón y medio de toneladas de papel y cartón contenido en las bolsas de basura. Si el ciudadano hace una selección previa, esa materia prima será aprovechada por la industria papelerá, al tiempo que el Ayuntamiento, al tener que recoger y eliminar menor cantidad de basura, reduce los costes de este servicio, que actualmente oscilan entre 3.000 y 8.000 pts/t.

--Conservación del medio ambiente: La incidencia de la fabricación de papel sobre el medio ambiente es muy distinta según que se utilicen las fibras recuperadas o fibras vírgenes. Utilizando papel usado se consiguen los siguientes resultados:

1/ El agua necesaria para la fabricación es inferior en un 61%.

2/ La contaminación atmosférica es inferior en un 73% (sulfuros, etc).

3/ Las materias en suspensión en las aguas residuales son inferiores en un 25% (cloro, bióxido de cloro, lejía, sulfuro sódico, sosa, etc).

4/ Los residuos sólidos producidos en el proceso productivo son inferiores en un 39%. La producción de papel a partir de pastas vírgenes contamina el suelo en los vertederos de residuos, producido por el vertido de fangos resultante de la depuración de las aguas (cuando esta depuración realmente se hace). Tanto en las aguas residuales como en los fangos de las industrias papeleras se puede encontrar también detergentes, cianuro, disolventes, mercurio, ... Por último, destacar que las papeleras producen el 25% del total de los residuos industriales.

CONCLUSIONES

La práctica del reciclado de papel debe de ser potenciada, puesto que posee multitud de ventajas frente a los demás sistemas de eliminación de residuos sólidos utilizados en la actualidad (vertido, incineración y compostaje), y a la vez, no presenta ningún tipo de inconveniente importante.

Por todo lo expuesto, llegamos a las conclusiones citadas a continuación:

1/ El reciclado del papel y cartón es una práctica extendida ya en gran parte del mundo, y lo irá siendo más,

puesto que es la mejor solución para la fabricación de la pasta de papel.

2/ El método de recogida más adecuado para que el reciclado de papel sea una actividad con un rendimiento adecuado y rentable desde el punto de vista económico, pasa inevitablemente por la recogida selectiva.

3/ El reciclado de papel es una obligación social, puesto que es inviable el poder mantener mucho tiempo el ritmo actual de aumento del número de árboles talados por año, sin que esto pueda crear consecuencias ecológicas negativas a medio o largo plazo.

RECOMENDACIONES

Sin embargo, es imprescindible que se potencien dos aspectos:

a/ La colaboración del ciudadano a tres niveles:

1- El no despilfarro, valorar en cada momento la necesidad de su uso, puesto que el papel no es un bien superabundante, sino más bien escaso

2- La prestación para la recuperación del papel usado utilizando los medios que las instituciones pongan a su alcance, ya sea bolsa separada de basura en casa, o container en el barrio, en la escuela, en el trabajo, ...

3- La valoración del papel de colores suaves en vez de blancos deslumbrantes, puesto que la fabricación de estos, ya sea a partir de pastas vírgenes o usadas, supone una mayor contaminación.

b/ Las instituciones públicas o empresas privadas que se dedican a este tema deberían intensificar sus esfuerzos en que el ciudadano tenga fácil acceso a depositar o almacenar sus residuos de papel sin mezclarlos con el resto de la basura.

REFERENCIAS

J. A. Arnaiz, L. Diego, y E. Echevarria. (1990). Un nuevo concepto de la gestión de residuos. Ingeniería Química, Año XXII, nº 255, Junio, pag 101-106.

Secretaría General Técnica del MOPU. (1989). Residuos sólidos urbanos. Editado por Centro General de Publicaciones del MOPU.

AMBIENT, 11ª Edición, 1991.

CUBRIMIENTO VEGETAL DE ESCOMBRERAS
DE CENIZAS VOLANTES

Josep Carles Barceló Vernet

RESUMEN

La investigación se inició en 1983 mediante la selección de las semillas más adecuadas que fueran capaces de germinar en un sustrato de cenizas volantes solas o mezcladas con el suelo. A partir de los ensayos anteriores se procedió a la siembra y plantación de las especies con las que se obtubieron los mejores resultados. El programa concluyó habiéndose conseguido su objetivo, se dispone de la metodología a seguir para recubrir vegetalmente una escombrera de cenizas volantes sin acondicionarla.

La investigació s'inicià el 1983 mitjançant la selecció de les llavors més adequades que fóssin capaces de germinar en un substracte de cendres valants soles o barrejades amb el sòl. A partir dels assatjos anteriors es procedí al sembrat i plantació de les espècies amb les que s'obtingueren els millors resultats. El programa concluí havent conseguit el seu objectiu, es disposa de la metodologia a seguir per a recobrir vegetalment una escombrera de cendres volants sense acondicionar-la.

INTRODUCCION

Los efectos causados en el medio ambiente por las centrales térmicas se originan por los vertidos de desechos sólidos, líquidos y gaseosos. En el caso de los residuos sólidos su acción se minimiza mediante la recogida de los mismos, que en su mayor parte están constituidos por cenizas volantes. Estos residuos en parte se utilizan en construcción, pero el resto es preciso eliminarlos, para ello se depositan en escombreras, las cuales provocan, en general, un deterioro paisajístico dentro del entorno en que se sitúan.

Este estudio desarrolla una metodología para que las escombreras puedan integrarse en el paisaje mediante el cubrimiento vegetal más adecuado.

OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es disponer de una metodología para recubrir escombreras de cenizas volantes con vegetales y con el mínimo condicionamiento de éstas. Este objetivo se enmarca en los planes de atenuación de los efectos ambientales producidos por las centrales térmicas.

LAS CENIZAS VOLANTES

La combustión del carbón pulverizado en las centrales térmicas produce importantes cantidades de residuos en forma de partículas finas, denominadas "cenizas volantes", que son arrastradas por los gases de la combustión y retenidas por filtros electrostáticos para evitar su salida a la atmósfera. Estas cenizas volantes son almacenadas en silos y evacuadas hacia los vertederos en caso de que no exista una utilización de las mismas.

También se producen escorias, por la agregación a altas temperaturas de partículas fundidas, las cuales, debido a su peso, caen por gravedad al cenicero de las calderas y son también acumuladas en silos para su posterior evacuación a vertedero. La proporción que ocupan las escorias frente al total de residuos suele ser de un 20 %, siendo el restante 80 % de cenizas volantes.

Los residuos de escorias y cenizas volantes se producen en una cuantía tal que pueden alcanzar hasta cerca del 40 % del peso del carbón consumido. Esto supone un volumen anual muy considerable.

Las cenizas volantes, debido a sus características puzolánicas tienen una cierta aplicación en la industria cementera y hormigonera, así como en obras de ingeniería civil tales como presas, bases de carreteras, estabilización de caminos, etc.. De los casi 9 millones de toneladas de cenizas que se producen en España, solamente se aprovechan para la industria entre un 10 y un 15 %, principalmente los procedentes de ulla y antracita, debiendo ser el resto depositado en vertederos junto con la totalidad de las escorias.

Las escombreras resultantes del vertido de las cenizas producen un deterioro ambiental considerable, tanto desde el punto de vista estético, como por el riesgo de contaminación que puede suponer el arrastre por el viento o las aguas de lluvia hacia las zonas agrícolas o urbanas del entorno. Por otra parte, dado el gran volumen que suponen dichos residuos las escombreras ocupan una superficie de terreno considerable que debe ser inutilizado para otros fines, tales como el pastoreo o la agricultura.

Teniendo en cuenta las posibilidades que ofrecen los vegetales para fijar las escombreras, se emprendió una serie de investigaciones tendentes a determinar las posibles especies con capacidad para sobrevivir en el medio formado por residuos de las centrales térmicas y como consecuencia

posibilitar su revegetación.

En un principio se realizó un estudio general con cenizas procedentes de las centrales térmicas de Velilla del Río Carrión (Guardo), Puertollano y Meirama, para tratar de estudiar las posibilidades de generación y desarrollo de diversas especies vegetales, y posteriormente se centraron los estudios en la escombrera de la central de Velilla del Río Carrión (Guardo) donde se estableció una parcela experimental para estudiar "in situ" la problemática de la revegetación.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACION.

El proyecto comenzó con la realización práctica de un estudio previo en los campos de prácticas del Departamento de Botánica Agrícola de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos para determinar las especies herbáceas leñosas aptas para su cultivo en sustrato de cenizas y escorias acondic.do de diferentes maneras.

Esta parte se efectuó mediante una prospección botánica previa de la flora natural asentada sobre las escombreras de las tres centrales térmicas a estudiar (Velilla del Río Carrión, Puertollano y Meirama) y en el entorno de las mismas. Se determinaron así las especies más significativas asentadas en la plataforma superior de la escombrera, así como la interfase escombrera-entorno.

Para los ensayos en los campos de prácticas de la Escuela de Agrónomos se preparó una infraestructura consistente en un invernadero-túnel con una superficie de meseta útil de plantación de 50 m² así como la instalación de 12 escombreras artificiales en balsas de fibra de vidrio dotadas de dispositivos liximétricos y jardineras contenedor con mezclas de ceniza y escoria para probar el desarrollo de especies leñosas.

Sobre la meseta de plantación del invernadero se realizaron las experiencias iniciales de germinación y crecimiento con un total de 23 semillas correspondientes a especies de posible interés en la revegetación.

La siembra se realizó a mediados de marzo de 1984 en tiestos de 10 cm de diámetro, efectuando un abonado inicial con abono complejo N-P-K y un riego periódico.

La germinación se efectuó en sustratos de tierra vegetal, ceniza volante, mezcla de ceniza y escoria y mezcla de tierra vegetal-ceniza y escoria. Se comprobó el tiempo de germinación de las diferentes especies en cada uno de los sustratos.

Posteriormente, se efectuó una experiencia con objeto de estudiar el posible efecto de las cenizas sobre el desarrollo de plantas que hubieran germinado y crecido inicialmente sobre una capa de tierra de 5-10 cm de espesor que estuviera colocada sobre la escombrera. Las plantas

germinaron en tiestos de 10 cm de diámetro con sustrato de tierra vegetal. Al cabo de un mes de crecimiento las plantas con su cepellón fueron trasladadas a otros tiestos más grandes (24 cm de diámetro) en los que había ceniza o mezcla de ceniza y escoria de las diferentes centrales.

Las especies sobrevivieron en su totalidad si bien en algunos casos los bordes de las hojas mostraban síntomas de toxicidad debido a algún elemento presente en las cenizas.

En junio de 1984 se emprendió la siembra sobre las escombreras artificiales montadas a cielo abierto en los campos de prácticas. También se emplearon distintos sustratos y se regaron con solución fertilizante a razón de 10 l/m² el mismo día de la siembra. En julio y agosto se continuaron los riegos con periodicidad semanal. A partir del mes de septiembre se suspendieron los riegos. La especie que mejor respuestó tuvo en las mezclas de ceniza y escoria fué la grama.

Finalmente, cabe señalar de esta etapa de ensayos en los campos de prácticas, los estudios de desarrollo de árboles y arbustos sobre las jardineras dispuestas a este fin con mezcla de cenizas y escorias en la proporción en que se encuentran en la escombrera. En cada jardinera de 100 l de capacidad se añadieron 15 g de abono N-P-K y se siguió el desarrollo de muy diferentes especies trasplantadas.

Posteriormente, en marzo de 1985, el estudio se desarrolló sobre la propia escombrera de la central térmica de Velilla del Río Carrión. Para ello se delimitó sobre la misma una superficie de 40 x 40 m con 4 zonas diferenciadas. La primera zona era con sustrato de ceniza y escoria y cubría toda la franja perimetral para ensayos con especies leñosas. De las tres restantes zonas interiores una era con sustrato de ceniza y escoria, la siguiente ceniza y escoria cubierta con capa de 10 cm de tierra vegetal y finalmente la mezcla de ceniza, escoria y tierra. Para cada una de las zonas se hicieron los trabajos de preparación del sustrato, siembra y trasplante de dicha escombrera.

Las zonas interiores se sembraron con las gramíneas y leguminosas que resultaron más aptas a este sustrato en base a las experiencias anteriores.

A los 20 días de siembra (primeros de abril) y a pesar de las adversas condiciones meteorológicas empezaron las primeras plantas sobre el suelo de ceniza y escoria. El hecho de que las semillas germinen antes, sobre este suelo que sobre los otros puede deberse al color oscuro de los mismos que concentra más el calor y favorece la germinación. En cualquier caso el índice de germinación y supervivencia sobre sustrato de cenizas y escoria resulta bajo en relación a los otros sustratos experimentados.

Finalmente se hizo una prospección botánica a fondo en la primavera de 1986 de las plantas que espontáneamente aparecen sobre la superficie de la escombrera para identificar géneros y especies de posible implantación. Se

determinaron 15 especies sobre la escombrera entre las que destacan por su óptimo desarrollo el Melilotus o Fissinialis y el Medicago Lupulina que colonizan espontáneamente una zona central de escombrera de unos 5.000 m².

De estas dos especies autóctonas se extrajeron semillas en época de fructificación y se acondicionó una nueva parcela sobre ceniza y escoria para la siembra y el trasplante de las mismas.

De los resultados que se derivan de la presente investigación puede deducirse la viabilidad de siembra directa de alguna de las especies herbáceas convencionales y autóctonas que se han estudiado, así como del trasplante de especies leñosas sin más tratamiento que la remoción y abonado inicial del sustrato formado por cenizas volantes y escorias. No obstante para conseguir un desarrollo apropiado de la vegetación resulta importante hacer un recubrimiento de tierra vegetal de unos 10 cm de espesor con el suelo tomado del entorno de la escombrera.

CONCLUSIONES

La investigación alcanzó el objetivo previsto de conseguir una metodología para integrar las escombreras en su entorno mediante un recubrimiento vegetal.

Los resultados más interesantes fueron:

1- Es viable la siembra directa de algunas especies herbáceas sin más tratamiento que la remoción y el abonado inicial.

2- Para un desarrollo apropiado de la vegetación resulta importante hacer un recubrimiento de tierra vegetal de unos 10 cm de espesor con el suelo tomado del entorno de la escombrera.

REFERENCIAS

UNESA-ASINEL (1988). Cibrimiento vegetal de escombreras de cenizas volantes. En Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico (PIE). No publicado.

AMBIENT, 11a Edición, 1991.

TÚNEL DE VALLVIDRERA: RECUPERACIÓ DEL PAISSATGE

Joan Prats i Espar
Joan Serras i Tobia

RESUM

La construcció del túnel de Vallvidrera com eix de comunicació entre el Barcelonès i el Vallès Occidental, atravesant l'espai natural de la Serra de Collcerola, fa d'aquesta obra una delicada realització que no pot malmetre la riquesa natural del que és l'autèntic pulmó de la massificada àrea metropolitana de Barcelona. L'estudi de l'impacte i les mesures per corregir-lo han convertit l'obra en una de les pioneres pel que fa a la sensibilitat envers el medi ambient.

La construcción del túnel de Vallvidrera como eje de comunicación entre el Barcelonès i el Vallès Occidental, atravesando el espacio natural de la Serra de Collcerola, la convierte en una delicada realización que puede causar daños en la riqueza natural del que es el auténtico pulmón de la masificada área metropolitana de Barcelona. El estudio de el impacto i las medidas correctoras para corregirlo han convertido a la obra en una de las pioneras por lo que se refiere a sensibilidad con el medio ambiente.

INTRODUCCIÓ

Barcelona és una ciutat que intenta evolucionar i desenvolupar-se davant el gran repte olímpic de l'any 1992 per oferir la imatge d'una ciutat moderna i, més o menys, equilibrada.

Però tot això passa per disminuir prèviament tant la pressió demogràfica com antròpica (trànsit, comunicació, etc.) que pateix la superfície que ocupa. Així, per la seva geografia, les sortides naturals han estat insuficients, el que ha portat a l'estudi d'alternatives per poder seguir desenvolupant-se.

Una d'aquestes, el Túnel de Vallvidrera, és l'objecte del nostre estudi, i més concretament, l'impacte sobre l'espai natural més proper a Barcelona, la Serra de Collcerola.

OBJECTIUS

Aquesta comunicació vol ser un estudi de l'impacte ambiental sobre la Serra de Collcerola i les possibles mesures correctives que redueixin al mínim els efectes de l'obra sobre l'ecosistema que trobem actualment a la zona.

RESULTATS

Un estudi previ, mitjançant recollida d'informació sobre l'espai natural, que ha inclòs una recerca bibliogràfica, presa de mostres i anàlisis de terres, aigües, ... i la seva posterior interpretació, ha donat des del punt de vista de localització i existència d'éssers vius, habitants de l'ecosistema, els resultats següents:

- Elements botànics d'interès: l'interès de la vegetació del tram de Collcerola és major per la presència de comunitats vegetals que per la presència d'espècies singulars.

La major part de la zona afectada està coberta per boscos de pi blanc, sota els quals es regenera l'alzinar primigèni, que és l'espècie autòctona per excel·lència i s'ha de conservar, ja que ha patit una greu recessió tant en el pla com en la muntanya per culpa dels monocultius forestals i la construcció descontrolada d'habitatges.

Així, en la zona propera a la construcció de l'autovia, apareixen formacions vegetals molt variades d'alzinars amb roures, juntament amb la presència de la Serrera i la Moixera de pastor, dos arbres cada cop més rars de trobar en la flora mediterrània.

En resum, l'heterogeneïtat vegetal de l'entorn queda palesa amb un total de 74 espècies, amb una gran barreja d'elements autòctons i foranis.

- Elements faunístics d'interès: de la mateixa manera, la fauna té gran riquesa en nombre d'espècies trobades: 4 espècies de peixos, 10 d'amfibis, 15 de rèptils, 41 de mamífers i 241 d'aus. Dins d'aquest conjunt no n'apareix cap en perill d'extinció però sí que cal conservar-ne la totalitat, ja que formen un ecosistema únic en aquesta zona de la Mediterrània.

Dins dels mamífers podem destacar la presència del senglar, l'esquirol, la guineu o el gat mesquer. Pel que fa a les aus són destacables els rapinyaires com l'astor o l'aligot.

Dins dels invertebrats totes les poblacions tenen un interès especial ja que han desaparegut gairebé de tots els corrents de flux regular de la zona barcelonina, essent aquesta zona un dels pocs llocs per a la seva localització.

Aquesta és, en termes generals, la població de la Serra de Collcerola que patirà en major o menor grau les conseqüències d'aquesteix viari. Aquests

impactes els dividirem en diferents grups segons l'aspecte que modifiquen; també inclourem les possibles mesures, tant preventives com correctives.

— Deforestació: per la gran densitat vegetal de la zona, l'efecte serà considerable, encara que només es tallaran arbres en un 30% del traçat ja que bona part d'ell és soterrat i els trams superficials travessen naturalesa agrícola i zones antropitzades desforestades. Les espècies més afectades seran el pi blanc, el roure, l'alzina i el pi pinyer.

Com a possibles mesures correctores preventives tenim el marcatge amb cinta de senyalització de la mínima superfície imprescindible a desforestar marcant els caps dels talusos i els peus dels terraplens, considerant una distància prudencial de 2 metres per permetre el pas i desviació d'aigües pluvials.

Com a mesures correctores regeneratives, la més important serà la replantació de la superfície lliure de la traça. Es portarà a terme seguint aquestes directrius:

- Utilització de terra vegetal extreta per cobrir els talusos, que haurà estat enriquida mitjançant l'adició de composts de residus sòlids urbans, fems, llots activats, ...

- Utilització d'espècies autòctones provinents de vivers específics, que han fet créixer els esqueixos de plantes provinents de la zona tal·lada degut a l'obra. Això permetrà una bona adaptació del vegetal al medi, així com una millor harmonia amb el seu entorn, tant natural com paisatgística.

- Plantació d'arbres crescuts de fins a 3 metres, per constituir una barrera enfront dels impactes de pressió antropica i de tota mena de la via, afavorint també la fixació de talusos.

- Sembrar de plantes amb una capa orgànica granular. Aquest procés s'ha de fer posteriorment a la plantació dels arbres i les plantes, pel que no es pot fer convencionalment per via humida ja que cobriria les fulles, sinó que s'utilitzarà una tècnica en sec, amb un posterior reg amb la finalitat d'aportar humitat per facilitar l'arrelament.

— Modificació del paisatge: un moviment de terres de més de 3,4 milions de metres cúbics de terra més una deforestació de 20 hectàrees transformarà molt significativament el paisatge. L'acció més eficaç per evitar aquest fet és la replantació de talusos, que juntament amb una talla selectiva i mínima de vegetació, més la instal·lació de pantalles vegetals que limitin la visibilitat, poden reduir en gran mesura l'efecte negatiu. També la integració d'obres menors com murs, mitjançant una textura rugosa que afavoreixi la instal·lació de molses i heures. Per obtenir un resultat a curt termini es plantaran arbres de creixement ràpid com pollancre.

— Modificació de torrents: els impactes d'una obra produeixen en la fauna una fugida intermitent, problemàtica per a les espècies terrestres però irreversible

per a les espècies aquàtiques, que es poden trobar sense sortida, cosa que provocaria la seva extinció. Així, és bastant delicada la variació dels col·lectors naturals. En aquest cas és força difícil a causa de la topografia de la serralada.

La construcció de col·lectors, que priven de la llum i del sol natural, provoca forts traumatismes a les espècies hidròfiles, que s'intentaran esmorteir amb el seu disseny innovador, mitjançant petites rescloses interiors que permetin crear microhabitats per espècies poc fotòfiles com els miriàpodes o aràcnids, així com la creació de respiradors per afavorir l'entrada de quiròpters a les cavitats. També s'ha de pensar en els col·lectors com a lloc de pas pels mamífers superiors i certs vertebrats, obligant a que l'alçada mínima de l'obra sigui de 1.5 metres, i que les rescloses interiors siguin molt baixes, d'uns 5 a 10 centímetres, tal com s'aprecia en la Figura 1, per evitar que els animals de tamany menor siguin arrossegats i pateixin greus caigudes els dies de pluja.

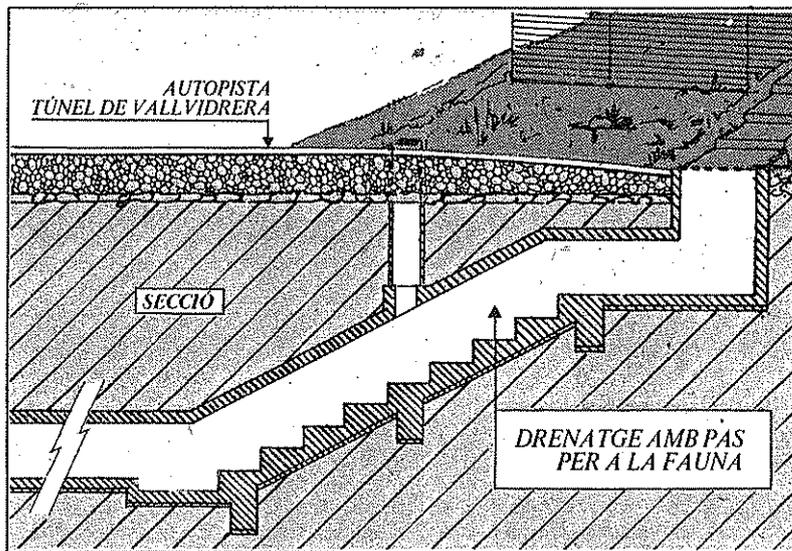


Figura 1 Esquema de canalització per sota l'autovia amb graons per als animals

— Efecte barrera: la presència de l'home i la transformació del medi, així com les activitats derivades en general, comporten per al medi ambient una pressió antròpica que actua immediatament sobre la població de l'ecosistema.

En el cas de l'autovia, aquesta pressió no experimenta un augment important ja que travessa un eix natural força humanitzat.

Aquesta pressió antròpica es manifesta en l'efecte barrera, que es pot subdividir en dos camps d'acció, un de mecànic i un altre de tipus natural.

L'efecte mecànic és degut a la presència de tanques perimetrals per evitar que els animals travessin l'autovia amb el perill que això comportaria. Les accions correctores aplicades seran la construcció de passos inferiors amplis per permetre a tot tipus d'animals la seva circulació, així com no deixar més de 1500 metres a cel obert per afavorir els desplaçaments nocturns del senglar, la guineu, ...; també

la habilitació del sostre del peatge per permetre la circulació dels esquirols, així com la plastificació dels cables elèctrics i la construcció de cables trenats que atravesen l'autovia.

L'efecte natural és produït per un rebuig de les espècies a la presència de l'home i l'autovia, que pot produir la disminució i la desaparició de les poblacions dels animals afectats, degut a una migració o a la desaparició dels seus elements nutritius.

La plantació als talusos d'un bosc completament autòcton, que junt amb altres mesures com la instal·lació de caixes-niu pels ocells i rat-penats, així com la plantació d'arbres fruiters per crear nous territoris de nutrició i la instal·lació d'abreuadors on els animals puguin anar a beure, permetrà rediir al màxim la fugida de les espècies.

— Emissió de contaminants gasosos: aquest serà l'impacte més significatiu en la fase d'explotació, no tant per la seva magnitud sino per la impossibilitat de prendre mesures que redueixin el seu efecte.

Així, mitjançant un estudi de la Universitat de Barcelona que ha estudiat les concentracions de CO, NO₂ i d'hidrocarburs residuals de la combustió, en diferents intervals de temps i diferents punts de l'autovia, s'ha determinat que l'efecte no és preocupant excepte a les hores punta de dies amb dispersió nul·la. Les possibles mesures són la regulació del pas de vehicles, ja contemplada en el tràfic que poden absorbir els túnels, la plantació de barreres d'arbres de fulla perenne a les vores, i la existència d'una vegetació espessa als marges de la via per tal d'evitar la difusió de contaminants.

— Emissió de soroll: els nivells obtinguts, mitjançant la norma DIN 18005/76 i variant les intensitats del trànsit, les velocitats, ... han donat que en una franja de 25 metres respecte la traça, la intensitat no excedeix de 72 decibelis. La creació de barreres vegetals denses als talusos redueix al mínim l'efecte, encara que es col·locaran barreres absorbents als punts més conflictius com poden ser les boques dels túnels, degut al seu efecte d'amplificació.

CONCLUSIÓ

L'objectiu d'aquest treball és demostrar que un estudi seriós que aporta les possibles mesures correctives permet augmentar molt considerablement el valor del projecte, tant des del punt de vista econòmic com des del punt de vista ecològic, ja que permet integrar l'obra en l'hàbitat que travessa.

Després de l'estudi de l'impacte ambiental junt amb les mesures proposades, arribem a aquestes conclusions:

1. L'impacte real d'aquesta via de comunicació sobre la Serra de Collcerola serà gran, però menys greu del que hom pensa, ja que travessa un eix de comunicació força utilitzat.

2. Les mesures correctives aplicades permetran integrar molt eficaçment la traça dins l'hàbitat que altera, gràcies a la varietat de mesures i aspectes que han estat objecte d'estudi.

3. La immensa majoria d'impactes es produiran en la fase d'obres, i que a mig termini, i en la fase d'explotació, amb totes les mesures correctives aplicades, l'únic impacte serà l'emissió de contaminants.

4. Un estudi d'impacte ambiental no és un tràmit burocràtic, sinó que esdevé un criteri i una línia efectiva en el moment d'integrar l'obra dins el terreny que altera.

REFERÈNCIES

- Jordà C. (1990). «La obra Pública Lineal. Su acabado e integración en el territorio». Revista Obra Pública, vol. 16, pàg. 48-61.
- Jordà C. (1989). «Consideraciones sobre el impacto y las medidas correctoras en el eje de Vallvidrera». Revista Obra Pública, vol. 11, pàg. 54-67.
- Juez M.C. (1988). «Impacto ambiental de las infraestructuras de carreteras». Tesina d'especialitat editada per ETSECCPB.

AMBIENT, 11ª Edición, 1991

TENDIDOS ELECTRICOS: IMPACTO AMBIENTAL

SOBRE LAS AVES Y EL PAISAJE

Xavier Lorenzo Figueras

Angel Garcia Molina

RESUMEN

Los tendidos eléctricos llevan consigo un impacto en el paisaje. Además, producen numerosos accidentes mortales entre la avifauna por electrocución o choque en vuelo. Ante esta situación hay diversas soluciones, desde cambiar el trazado de las líneas o enterrar los cables, hasta la simple señalización de los tendidos para hacerlos visibles a las posibles víctimas o cambiar el diseño de los soportes.

Els cables elèctrics produeixen un impacte en el paisatge. A més, originen nombrosos accidents mortals entre les aus per electrocució o xoc en vol. Davant aquesta situació hi ha diverses solucions, des de canviar el traçat de les línies o enterrar els cables, fins a la simple senyalització dels cables per a fer-los visibles a les possibles víctimes o canviar el disseny dels suports.

INTRODUCCION

La red nacional de tendidos de alta tensión es uno de los pilares del desarrollo industrial y tecnológico en nuestro país y en el resto del mundo. Sin embargo, como cualquier otra acción humana sobre el medio ambiente, provoca unos efectos indudables. Algunos de ellos no son tan evidentes como los paisajísticos y se desarrollan de forma lenta y constante.

Este es el caso de los impactos de aves sobre los tendidos eléctricos que, como se verá a lo largo del trabajo, no es tan despreciable como pudiera parecer a simple vista.

Este efecto adquiere especial gravedad en zonas donde anidan especies protegidas o en peligro de extinción, caso especialmente frecuente en la Península Ibérica.

OBJETIVOS

El objetivo de esta comunicación es el estudio del impacto de los tendidos eléctricos en el medio ambiente.

Se tratarán las dos vertientes de este impacto: el impacto paisajístico y el efecto sobre la avifauna.

Finalmente, se tratará sobre algunas medidas de reducción del impacto sobre las aves.

IMPACTO PAISAJISTICO

La introducción de tendidos eléctricos produce una cierta transformación del paisaje, especialmente en las zonas naturales poco degradadas por el hombre. Se introduce un elemento extraño en el paisaje que rompe el equilibrio natural y produce una disarmonía estética.

En el trazado de líneas eléctricas en zonas de especiales características paisajísticas o ecológicas es importante realizar un estudio del impacto previsible. Según los resultados, deberían llevarse a cabo soluciones que redujeran el impacto al mínimo o alternativas del trazado de los tendidos.

Tienen especial interés las líneas eléctricas o telefónicas que por economía son tendidas a lo largo de las carreteras. En lugares de gran interés paisajístico producen un impacto grande. Se hace necesario el estudio de trazados alternativos y el diseño de tramos con cables enterrados.

IMPACTO SOBRE LA AVIFAUNA

Los tendidos eléctricos producen cada año miles de muertes entre las aves de nuestro país. Las muertes se deben a la electrocución o al choque en vuelo contra los cables tendidos.

La electrocución se produce cuando por medio del cuerpo del ave se ponen en contacto dos conductores o un conductor y tierra. El contacto conductor-tierra es el

más frecuente. La distancia entre conductores y el diseño de torres y aisladores determinan la frecuencia de las electrocuciones.

En las zonas desarboladas y en los terrenos llanos se da el mayor número de accidentes.

El riesgo es mayor para las aves que usan las torres habitualmente como posaderos y comederos (rapaces), y para las que construyen sus nidos en ellas. El peligro aumenta en los días de lluvia. Esto se debe a la humedad, que facilita la electrocución.

En España, al menos veintinueve especies distintas han sufrido electrocuciones. Las muertes se deben sobre todo al diseño de las torres de alineación como aisladores rígidos, entre otras instalaciones.

IMPACTO SOBRE LAS AVES EN VUELO

Los choques de las aves contra los tendidos eléctricos se producen en todo tipo de líneas, especialmente en días con poca visibilidad a causa del tiempo. Para las aves nocturnas el peligro es constante.

Los tendidos que se extienden por lugares cerrados o valles no son visibles por las aves en vuelo.

Este tipo de impacto puede afectar gravemente a especies de supervivencia difícil. Por ello debe haber atención especial al trazar un tendido cerca de una zona con especies protegidas.

ESTUDIOS EXISTENTES

En Heerenven (Holanda), F.B Koops y J. de Jong realizaron un estudio sobre la efectividad de las señalizaciones de tendidos eléctricos en relación con las muertes de aves producidas por impacto contra los conductores. Fue realizado entre 1973 y 1977. Se operó señalizando los cables con indicadores salvapájaros tipo "gusanito" (con forma espiral corta enrollada en el cable).

Del estudio se dedujo que las aves ven los gusanitos con mayor facilidad cuanto más grandes son y que el cable sigue siendo invisible para ellas, al menos a una cierta distancia. Por otra parte las aves evitan los gusanitos

, pero no el espacio entre ellos. Esto se verificó al disminuir notoriamente el número de víctimas cuanto más juntos estaban los gusanitos.

Otro estudio es el realizado en Westzaan (Holanda) por René Heijius. Se estudió la mortalidad de aves causada por colisión contra cables de alta tensión en dos líneas: una de 150 kV entre 1971 y 1975, y otra de 380 kV desde su construcción en mediados de 1974 hasta 1975. Estaban emplazadas en una zona de gran densidad de zancudas y aves acuáticas. En la primera línea se encontraron 2968 víctimas, y en la segunda 614.

Del estudio se extraen varios puntos de interés:

- Los depredadores (fundamentalmente carroñeros) eliminan a la mayor parte de las presas caídas, con lo cual el número real de víctimas es significativamente mayor al registrado.

- El 92% de las víctimas heridas aparecen a menos de 75 m. de la vertical de cable.

- El reparto de víctimas según la hora del día es; de 23.00 a 4.00: el 33%, de 4.00 a 8.00: 23%, de 8.00 a 12.00: 6%, 12.00 a 18.00: 9%, 18.00 a 23.00: 29%. En el periodo de 18.00 a 8.00 se producen el 85% de las víctimas.

MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO

Para evitar la electrocución por pose se debe prohibir el uso de aisladores rígidos en líneas de tercera categoría. En las zonas de alta densidad con líneas ya existentes, otra solución sería cubrir los conductores con fundas de material aislante a su paso por el apoyo, entre 0,80 y 1,20 m a cada lado del aislador. Análogamente para fusibles, interruptores o transformadores.

En el caso de nuevas líneas se deberían proyectar torretas en bóveda o pórticos de "aislamiento suspendido". Además se han de colocar posaderos superiores de madera u obstáculos que impidan a las aves posarse en determinadas zonas.

Para evitar el impacto de aves en el suelo se deberían adoptar las siguientes medidas:

1. Señalización de los cables para hacerlos visibles

(siluetas de rapaces, gusanitos, bandas luminiscentes...)

2. Retirar el hilo de tierra de las grandes líneas.
3. Trazar rutas alternativas en zonas donde un perjuicio grave lo justifique.

CONCLUSIONES

A la vista de lo expuesto, se llega a las siguientes conclusiones:

1. El efecto de los tendidos eléctricos sobre el medio ambiente tiene dos vertientes: el impacto paisajístico y el impacto sobre las aves.
2. El efecto sobre las aves es un fenómeno poco tratado hasta ahora.
3. Es posible solucionar, o al menos paliar, el problema de una forma aceptable desde el punto de vista económico.
4. El problema requiere especial atención en las zonas de interés ecológico o con especies en peligro de extinción.
5. Se tendría que regular la solución del problema mediante algún tipo de normativa, ya que la solución es técnicamente viable.

REFERENCIAS

- Hernandez, S. (1990). Impacto de los tendidos eléctricos sobre el medio ambiente, OP, Verano 1990, nº 16, pág. 36-45
- Rodriguez J.L. (1987). Alta tensión en Monfragüe, Natura, Agosto 1987, nº 53, pág. 16-18.

ESTUDIO DEL IMPACTO ECOLÓGICO DE UNA OBRA VIARIA:
VARIANTE DE MATARÓ

Carmina Riera Serrat
Cristina Virgili Bernadó

RESUMEN

La realización de cualquier proyecto de una obra pública lleva consigo efectos perjudiciales o simplemente de cambio sobre el medio ambiente del entorno afectado. Por eso se realizan estudios de impacto ambiental en todo proyecto. Estos estudios consisten en hacer una previsión de dichos efectos, teniendo en cuenta las características de la zona y de la obra, y en consecuencia, deducir las posibles soluciones que deberán ponerse en práctica simultáneamente con el desarrollo de las obras.

La realització de qualsevol projecte d'una obra pública comporta efectes perjudicials o simplement de canvi sobre el medi ambient de l'entorn afectat. Per això es realitzen estudis d'impacte ambiental en tot projecte. Aquests estudis consisteixen en fer una previsió de tals efectes, tenint en compte les característiques de la zona i de l'obra, i en conseqüència, deduir les possibles solucions que s'hauran de posar en pràctica simultàniament amb el desenvolupament de les obres.

INTRODUCCIÓN

En los países desarrollados, resulta claro que existe un creciente interés por el entorno, tanto rural como urbano, de manera que en decisiones en materia de inversiones públicas progresivamente van pesando más consideraciones relativas al impacto ambiental.

Es indudable que la realización de un determinado proyecto repercute y afecta al entorno en que se entabla. Entre las diversas mutaciones que ocasiona la construcción de una carretera están las del paisaje y las del medio ambiente. En esta comunicación se estudiarán principalmente las provocadas sobre el terreno y la vegetación.

No es fácil la protección del entorno de la carretera donde se han desarrollado las obras, debido a las alteraciones sufridas, pero se han de intentar paliar sus efectos, sobre todo en una zona como la que aquí tratamos,

en donde la nueva carretera discurre cerca de núcleos de población importantes, como es el caso de Mataró.

Tampoco es posible devolver al entorno su aspecto primitivo, pero sí hacer que se asemeje a un espacio natural.

Los grandes movimientos de tierras que exige la construcción de una nueva vía habrán cambiado la fisonomía inicial de los suelos, sobretodo en los desmontes, dejando al descubierto un suelo sin meteorizar, carente de elementos nutritivos y sin vida. De ahí el necesario revestimiento vegetal de los taludes, en su doble vertiente funcional y estética.

De todo ello se deduce el interés de conocer las características edafológicas que se dan en los terrenos a lo largo del recorrido. Para una buena ordenación del paisaje que intentamos implantar, además del suelo y otros aspectos, se han de tener en cuenta los factores climatológicos.

Todos estos condicionantes, así como una minuciosa descripción de la zona por donde discurre, son los que en definitiva tienen que decidir las especies a implantar.

OBJETIVOS

Si bien el paisaje existente se encuentra muy alterado por la intervención del hombre, el mero hecho de la implantación de un nuevo trazado influye en este medio natural porque impone una topografía y unos bordes muy delimitados que hacen necesario un tratamiento funcional, estético y paisajístico para que esta unión no sea tan brusca.

En cada una de las soluciones adoptadas a tal efecto se procurará que las nuevas plantaciones estén integradas al paisaje y la vegetación de la zona, realizadas de tal manera que en poco tiempo estén arraigados y que los gastos de conservación sean mínimos.

Así pues, el estudio de los efectos producidos en el medio ambiente del entorno afectado debe analizar los siguientes factores ambientales:

- Alteraciones en el medio social: se analizan los efectos de dos situaciones distintas, fase de construcción y fase de funcionamiento.
- Reserva de suelo para la infraestructura del transporte: se analizan edificios e instalaciones que deben ser demolidos y suelo de valor agrícola. Aspectos cuya valoración detallada se halla en el estudio de expropiaciones de cada proyecto.
- Ruidos y vibraciones: debe tener en cuenta el tipo de carretera y la densidad o cantidad media de vehículos por día.
- Contaminación del aire: por ser una obra al aire libre el efecto es muy reducido.

- Efectos visuales.

ESTUDIO CONCRETO DE LA ZONA AFECTADA POR LA VARIANTE DE MATARÓ (N-II)

Descripción de la zona

El nuevo trazado de la N-II en el tramo denominado "Variante de Mataró" discurre por la comarca del Maresme, comarca costera, situada entre la Sierra del Litoral y el mar. Se inicia la presente variante como continuación de la autopista A-19.

Inmediatamente después de cruzar la autopista nos encontramos con una zona agrícola, dedicada al cultivo hortícola y de floricultura.

Después de esta zona agrícola, cruza unos terrenos de topografía más accidentada. Prácticamente se ha dejado de cultivar, apareciendo algún algarrobo y un bosque de pinos en la parte más alta. Es una zona en donde la vegetación natural tiende a establecerse de nuevo, sobretodo si la erosión ha respetado el espesor de suelo.

Junto a estas dos zonas se encuentra una zona de desarrollo industrial.

Una vez cruzada esta zona y antes de la Riera de Argentona, el trazado de la nueva carretera cruza una hondonada totalmente agrícola en donde los campos de cultivo se alternan con casas de labor.

Pasada la Riera de Argentona y antes de llegar a las proximidades del núcleo urbano de Mataró, su margen derecha más accidentada presenta bosque que se alterna con espacios más o menos yermos. En la margen izquierda, que está parcelada, se conservan núcleos de vegetación espontánea en los márgenes de las rieras, con ejemplares de valor incalculable.

Junto al núcleo urbano de Mataró, nos encontramos con la zona más degradada con espacios yermos y abandonados.

Cruzada la carretera de Mataró a Sant Vicenç de Montal y hasta el final del tramo, se alternan los montículos y zonas accidentadas ocupados por pequeñas masas forestales de pinos y los campos de cultivo (cubiertos con invernaderos).

En conjunto pues, la vegetación espontánea ha desaparecido casi por completo, quedando actualmente pequeños testimonios.

Soluciones adoptadas

Una solución adecuada consiste en que los tratamientos que se realicen para incorporar la nueva vía al paisaje

sean los mismos que contribuyan a evitar la degradación del suelo casi desde un principio, factor importante a tener en cuenta en esta zona donde la nueva carretera atraviesa suelos fácilmente erosionables.

Para lograr una mayor integración con el paisaje de esta zona, se ha previsto la construcción de calzadas a diferente nivel, en distintos puntos, para que una vez construida la nueva carretera y realizadas las plantaciones oportunas sea ésta una continuidad de los campos de cultivo en teraza, característicos de esta comarca.

En algunos puntos, el trazado obliga a terraplenes elevados que deben tratarse mediante plantaciones para atenuar la barrera visual que imponer.

Dadas las características de los materiales que componen la mayoría de taludes de esta zona, es necesario el establecimiento de una cobertura vegetal para lograr una rápida estabilización y fijación de los mismos.

Ahora bien, un talud normalmente no proporciona las condiciones mínimas para que se desarrolle en él cualquier tipo de vegetación colonizándolo naturalmente, o si se hace, es de manera muy lenta. En la actualidad la colonización rápida de los taludes se consigue creando un medio idóneo en el que la vegetación pueda instalarse y desarrollarse con facilidad.

Para ello se opta por aplicar en esta variante una técnica que consiste en una hidrosiembra bajo mulch de fibra corta, junto con una muestra de semillas compuesta por gramíneas y leguminosas, así como alguna vivaz con capacidad de autosiembra. En las zonas de unión entre la calzada y el talud, así como en los taludes de poca superficie se aprovecharán los excedentes de tierra vegetal procedentes del desbroce para realizar las siembras sobre tierra vegetal. En todos aquellos puntos que merezcan un tratamiento especial, por motivos estéticos o acústicos, estas siembras se reforzarán con plantaciones lineales o bien en grupo según los casos.

En las bermas, después de incorporar tierra vegetal y para facilitar las posteriores labores de conservación, se plantarán con esquejes de *Carpobrotus edulis*, planta que se adapta perfectamente en esta zona y tiene la ventaja que no se han de realizar siegas como es el caso de otras especies.

En los enlaces, además de las siembras en las isletas y bucles existentes se intensificarán las plantaciones de grupos de árboles. La distribución de estas especies se realizará de tal forma que en ningún caso obstaculice la visión del conductor. Las especies utilizadas serán, siempre que sea posible, las mismas que crezcan en sus proximidades.

Por otro lado, del estudio de los ruidos y vibraciones se deduce la necesidad de tener en cuenta medidas correcto-

ras en los tramos de paso de la carretera por zonas habitadas, donde las edificaciones se localicen a menos de 450m.

CONCLUSIONES

Quizás la principal conclusión que se extrae de esta comunicación es la necesidad cada vez más relevante de una concienciación de la opinión pública sobre el tema del impacto ambiental de toda obra civil, y en particular de la obra viaria como la aquí tratada. Dicha concienciación debe entonces empezar por los responsables y las autoridades en el tema, de ahí la iniciativa de incluir en los proyectos un estudio del impacto local producido por cada obra en concreto.

Por otro lado las conclusiones obtenidas, en cuanto a la materia propiamente dicha, vienen expuestas a continuación:

1. Necesidad de un estudio previo a la obra.
2. Paliar los efectos de las obras simultáneamente con el desarrollo de las mismas.
3. Tener en cuenta en el mayor grado posible la opinión de todos los implicados.
4. Estudiar la solución más adecuada a cada situación sin emplear soluciones genéricas.
5. Tener en cuenta el mantenimiento posterior o emplear soluciones que se autosustenten de forma perenne.

REFERENCIAS

M.O.P.U.- Dirección General de Carreteras (1987). Proyecto de trazado de la CN-II de Madrid a Francia por la Jonquera P.K. 649,5/ 658,7 Tramo: Variante de Mataró. (Clave T.1-B-589).

ANEXOS

Clima

La temperatura media anual es de 16,3°C, oscilando entre los 23,9°C de agosto y los 10,2°C de febrero.

La precipitación anual es de 605 m/m, con desigual distribución de las lluvias a lo largo del año, con valores bajos en verano, primavera e incluso en invierno durante el mes de enero.

La evapotranspiración potencial es de 810 m/m durante todo el año.

El número medio de días de lluvia, nieve y granizo a

lo largo del año son de 90, 1,1 y 2,3 respectivamente.

Según todos los datos observados tenemos un régimen térmico que corresponde a un tipo de clima "Marítimo cálido" y según el régimen de humedad a "Mediterráneo seco" por lo cual el clima de esta zona corresponde a un tipo de clima "Mediterráneo marítimo".

Tráfico

Tomando como referencia el tráfico en el año 2 000 (deducido del estudio realizado para el tramo Llaveneras-Malgrat) y en el punto de mayor intensidad de todo el recorrido, se tiene:

$$\text{IMD} = 56\ 000\ \text{P} \quad (\% \text{ Pesados} = 20)$$

$$\text{IHP} = 0,12 * \text{IMD} = 6\ 720\ \text{v/h}$$

IMD : Intesidad Média Diaria.

IHP : Intesidad Horaria de Proyecto. (Normalmente se toma la "Hora 30", es decir aquella que solo se ve superada 30 horas al año).

Ambos conceptos son tomados en cuenta a la hora de proyectar la capacidad de la obra viaria.

Teniendo la cantidad de vehículos por hora y el porcentaje de pesados se calcula el nivel continuo equivalente a 25 m de distancia de la vía.

De los estudios realizados que aquí no se detellan se deduce que la isofona de $L_{eq} = 65\ \text{dB(D)}$ (nivel por debajo del cual el ruido en el interior de las habitaciones puede considerarse no molesto) se situará a 450 m.

AMBIENT, 11ª Edición, 1991.

GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRAL DE LA NUEVA LÍNEA

DE ALTA VELOCIDAD BARCELONA-PERPINYÀ

Eva Peiron Marsan

RESUMEN

La construcción de la nueva línea de Alta Velocidad Barcelona-Perpinyà, recorre a lo largo de su trayecto (145'4 km desde Barcelona hasta las estribaciones pirenaicas) diferentes sistemas naturales, los cuales se verán afectados por la dicha obra. Por este motivo, esta zona ha sido objeto de numerosas investigaciones y estudios. El resultado de dichos estudios ha sido la elaboración de una extensa cartografía temática, destinada en primer lugar, a mostrar la sensibilidad de la zona respecto a la realización del proyecto y, en segundo lugar, a permitir la elaboración de los impactos de las diferentes soluciones.

La construcció de la nova línia d'Alta Velocitat Barcelona-Perpinyà, recor al llarg del seu trajecte (145'4 km des de Barcelona fins les estribacions pirenaïques) diferents sistemes naturals, els quals es veuran afectats per aquesta obra. Per aquest motiu, aquesta zona ha estat objecte de nombroses investigacions i estudis. El resultat d'aquests estudis ha estat l'elaboració d'una extensa cartografia temàtica, destinada en primer lloc, a mostrar la sensibilitat de la zona respecte a la realització del projecte i, en segon lloc, a permetre l'evaluació dels impactes de les diferents propostes presentades.

INTRODUCCIÓN

Durante el año 1989, se llevo a cabo la realización del Anteproyecto de la nueva línea entre Barcelona y la frontera francesa (Perpinyà). En él hubo una especial atención a las repercusiones que podría causar en el medio ambiente la construcción de la citada línea, considerándose desde el primer momento, actuaciones tendentes a minimizar sus posibles efectos.

El presente trabajo tratará de exponer, de manera resumida, la forma en que ha sido abordada la gestión ambiental de esta nueva realización ferroviaria que unirá la ciudad de Barcelona con Francia a velocidades de 300 km/h.

OBJETIVOS

Además de un interés puramente personal, el desconocimiento y lo novedoso del tema han estado las razones primordiales que me han hecho interesarme por él. Creo conveniente, aunque sea de manera global y general, estudiar y dar a conocer el impacto ambiental que produciría este nuevo medio de transporte en nuestro entorno, pues pasado un corto período de tiempo será uno de los más importantes medios de comunicación, conllevando una considerable mejoría y rapidez en el transporte tanto de mercancías como de pasajeros.

UN TRAZADO DEFINIDO CON CRITERIOS AMBIENTALES

La primera experiencia española de adecuación de una línea ferroviaria de alta velocidad ha puesto de manifiesto la necesidad, ya conocida con anterioridad, de la integración ambiental de la obra desde su génesis del proyecto.

La unión de estas dos ciudades se halla condicionada por las características propias de la línea, orografía, el grado y tipo de ocupación del suelo y por los espacios de interés natural existentes (Parques Naturales, etc.). De la consideración de estas características y siguiendo un método de estudio, tal como se ve en la figura 1, han surgido las cinco posibles alternativas del trazado, como se aprecia en la figura 2, que cumplen con los requisitos técnicos del diseño ferroviario, los cuales dejó indicados en la figura 3.

El primer tramo, trazado A, presenta una única y obligatoria variante A'.

El segundo tramo, trazados B, C, D, E, F, G, H, I, dan lugar a cuatro alternativas entre Hostalric y la frontera:

- alternativa 1 (trazados B+C+D) solución Portbou.
- alternativa 2 (trazados B+C+E+F) solución Túnel de la Alberes.
- alternativa 3 (trazados B+C+E+G+I) solución la Jonquera.
- alternativa 4 (trazados B+H+I) solución la Jonquera.

Comparadas y evaluadas siguiendo criterios ambientales se descartan los trazados C, D, E, F. Así el obligatorio tramo primero (trazado A) y la alternativa 4 del segundo tramo (trazados B+H+I) es la solución retenida, por no contener ningún trazado descartado y presentar afecciones de menor importancia. La prolongación de la línea hacia Perpinyà por esta alternativa es también la solución ventajosa para la Catalunya francesa. La evaluación de las cuatro posibles alternativas queda reflejada en el cuadro 1.

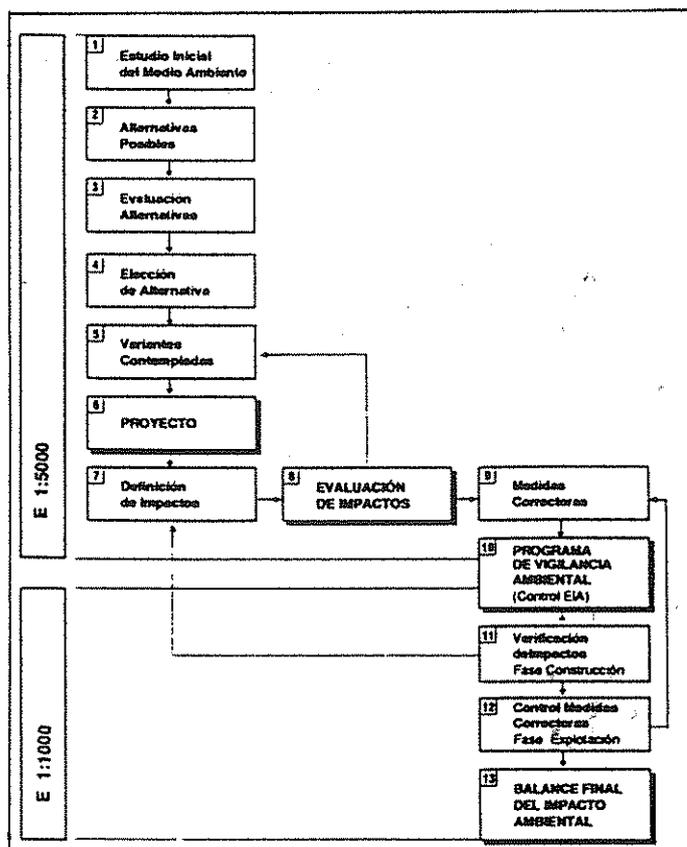


Figura 1 Método de estudio.

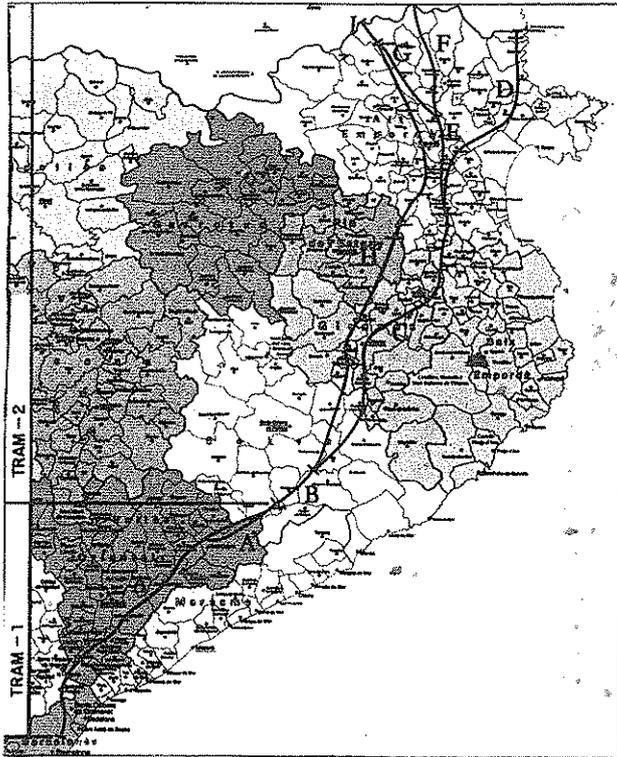


Figura 2 Mapa con las diferentes alternativas.

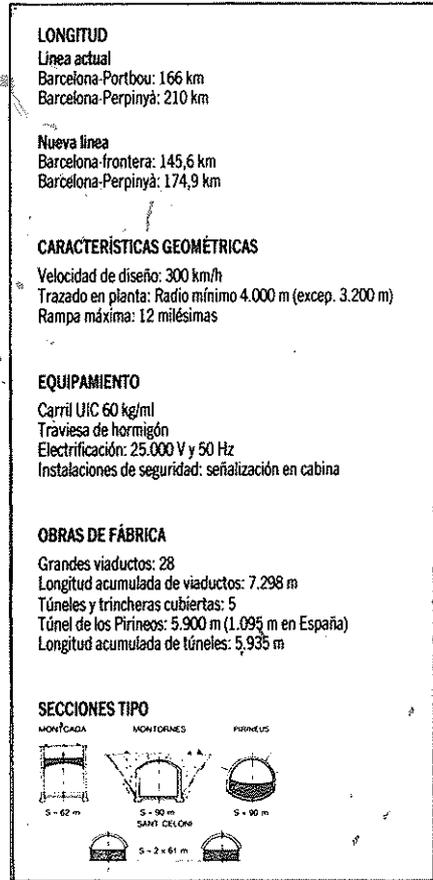


Figura 3 Características generales de la línea.

TRAMO 2 (Hostalric-frontera): ALTERNATIVAS				
Temas	Alternativas			
	1 (B+C+D)	2 (B+C+E+F)	3 (B+C+E+G+I)	4 (B+H+I)
Aguas superficiales
Aguas subterráneas
Medio natural
Agricultura
Silvicultura
Ordenación del territorio
Patrimonio cultural
Paisaje
Impacto débil	Impacto medio ..		Impacto fuerte ...	

Cuadro 1 Evaluación de las diferentes alternativas del 2º tramo.

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto retenido se ha sometido a la evaluación de todos los impactos posibles que pueden afectar al medio ambiente, y también al establecimiento de las medidas correctoras que los reducirán.

A lo largo del recorrido se han definido 13 unidades ambientales, integradas en cuatro tipologías: urbana, periurbana, agrícola y medio natural.

Los impactos particulares de pequeña extensión que necesitan medidas particulares, específicas o generales, son los únicos que figuran en planos y tablas. Estas tablas están estructuradas según los diferentes aspectos del medio ambiente: aguas subterráneas, aguas superficiales, medio natural, agricultura, ordenación del territorio-urbanismo, ruido, patrimonio, paisaje, vibraciones, efecto de arrastre del aire por el tren, movimiento de tierra, alimentación eléctrica y contaminación atmosférica que pudiera provocar este nuevo medio de transporte; este último aspecto ha sido descartado por producir menos polución que un tren normal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

La rigidez de la línea comportará globalmente una artificialización y alteración del ambiente paisajístico y de los niveles fónicos actuales debidos tanto por la construcción como por la circulación ferroviaria, un impacto sobre la fauna, la vegetación, las aguas y la agricultura.

Así los objetivos en estos diferentes campos son:

- Integración de la línea en el paisaje.
- Minimizar la alteración de los niveles fónicos.
- Reducir al máximo el efecto barrera que afecta a las especies terrestres en sus movimientos para satisfacer sus necesidades vitales (territorio, alimentación, reproducción).
- Reducir al mínimo las pérdidas de cobertura vegetal y de especies naturales.
- Restablecer al máximo las condiciones iniciales a lo referente a las aguas.
- No alterar en lo posible los pasos, caminos rurales, redes de riego y drenaje.

MEDIDAS PROPUESTAS

Las medidas propuestas para cumplir los anteriores objetivos citados se pueden agrupar por los vectores potencialmente afectados:

Impacto sobre el paisaje

- Realización de estudios paisajísticos previos para restaurar lugares de calidad y fragilidad considerable.
- Concreción de un programa de gestión de la tierra vegetal y de las plantaciones a realizar.
- Adquisición de suelo complementario.
- Control riguroso de las obras, buscando reducir sistemáticamente la zona de impacto paisajístico.
- Previsión de medidas complementarias, como la recuperación y ordenación de áreas de la nueva línea degradadas anteriormente.

Alteración de los ambientes fónicos existentes

Para minimizar esta alteración se realizarán estudios fónicos que pongan de manifiesto la modificación exacta de los niveles iniciales de ruido producida por la explotación de la nueva línea, para así confirmar, redefinir y seleccionar las obras de protección (apantallamiento artificial y natural) como podemos observar en la figura 4.

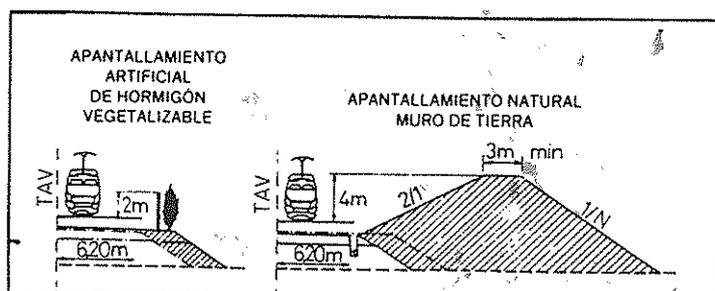


Figura 4 Protecciones antirruido.

Impacto sobre la fauna

Se creará un grupo especializado en "Pasos de Fauna", para confirmar los lugares donde se ha de contemplar pasos de fauna.

Impacto sobre la vegetación

Se activará al máximo la recomposición de la flora autóctona afectada, en particular en aquellos lugares donde haya plantas protegidas por la legislación.

Impacto sobre las aguas

En este campo se propone la reducción de los flujos superficiales y subterráneos, así como la comprobación de los parámetros de calidad antes y después de las obras. En lo referente a la pequeña hidráulica se restablecerán las corrientes de agua superficiales interrumpidas.

Impacto sobre la agricultura

La restitución de los pasos transversales, caminos rurales preexistentes, redes de riego y drenaje, es lo propuesto para no verse alterado este sector afectado.

CONCLUSIONES

La primera experiencia española de adecuación ambiental de una línea ferroviaria de alta velocidad ha puesto de manifiesto la necesidad, ya conocida con anterioridad de la integración ambiental de la obra desde la génesis del proyecto.

Tras un breve estudio puedo concluir:

1 - La gestión integral desde la fase de anteproyecto ha permitido escoger la alternativa más compatible con el medio, y así conseguir una importante reducción de los aspectos negativos de la obra, entre los que se encontraba el alto coste de su realización, por el conocido encarecimiento del proyecto de TAV en España.

2 - La adopción de las medidas correctoras establecidas y presupuestadas en el estudio de impacto ambiental minimizará notablemente los impactos previstos.

3 - El programa de vigilancia ambiental, al verificar la evaluación inicial de los impactos y controlar la aplicación de las medidas correctoras, garantizará la continuidad de la gestión ambiental integral en la fase de construcción.

REFERENCIAS

- Bromberger, L. y Lonazzi, M. (1991). Il faut savoir perdre quelques minutes. En La vie du rail, editada por Elisabeth Bonamy, nº 2281, pág. 11-20.
- Sumpsi i Riera, C. y Martí i Ragué, X. (1990). Impacto ambiental del tren de alta velocidad. En El Impacto Ambiental II, nº 15, pág. 88-97.

Transports, publicada por Les éditions techniques et économiques. nº 342 y 343.

La vie du rail, editada por Elisabeth Bonamy, nº 2288 y 2275.

Rail International, editor responsable: Ir. A. Martens-36, rue Ravenstain, Bte,
7 Bruxelles.

Revue Générale des Chemins de Fer, Editions Dunod, Montrouge, nº 1 y 2.

AGRADECIMIENTOS

He de expresar el agradecimiento a los encargados del archivo de Casa de l'Ardiaca por la ayuda prestada por permitirme ver diferentes publicaciones de revistas y periódicos.

He de citar también en este apartado mi gran agradecimiento a los encargados de RENFE que me han dado diferentes recopilaciones de revistas para mi información.



AMBIENT, 11ª Edición, 1991

EL TREN COMO TRANSPORTE

MÁS ECOLÓGICO

Tomás Ayora García
Francisco Endrino Pascual

RESUMEN

El transporte es un sector de enorme importancia para el desarrollo de la sociedad actual, pero debe ser regulado de forma más exigente, de lo que se hace en la actualidad para reducir las interferencias que se producen con el medio ambiente. El ferrocarril destaca entre los medios de transporte por producir menos daños al medio ambiente debido a la electrificación de sus líneas, al no producir contaminación atmosférica.

El transport és un sector de gran importància pel desenvolupament de la societat actual, però ha de ser regulat de manera més exigent de com es fa a l'actualitat per reduir les interferències que es produeixen amb el medi ambient. El ferrocarril destaca entre els medis de transport perquè produeix menys danys al medi ambient degut a l'electrificació de les seves línies, al no produir contaminació atmosfèrica.

INTRODUCCION

La calidad de vida, es un concepto, que va siendo cada vez más valorado por las sociedades modernas. Dentro de los elementos que integran este concepto, la conservación del medio ambiente se revela como una necesidad indispensable para mejorar la vida, no solo del hombre actual, sino de las generaciones venideras.

La polución atmosférica, contaminación del agua, ocupación de las agresiones que el sistema de transportes de un país realiza al entorno, son varios de los problemas que más afectan al medio ambiente. De como plantear y subsanar dichos problemas, dependerá en gran medida el futuro ecológico de nuestro país.

Según un informe de la Unión Internacional de Ferrocarriles (que tuvo lugar en 1987), que aborda el tema de los Ferrocarriles y el Medio Ambiente, el tren es el medio de transporte menos agresivo para el entorno ecológico.

OBJETIVOS

El objetivo de este comunicado, es mostrar las características del impacto ambiental que ocasionan los medios de transporte, en concreto el ferrocarril, así como plantear una serie de medidas correctoras para evitar que el daño ecológico sea mayor.

Nuestro trabajo, basado en la demostración de las ventajas de los ferrocarriles para el medio ambiente, no se plantea en términos de sustitución, porque es evidente que los ferrocarriles no pueden sustituir a los transportes por carretera. Los dos medios de transporte son frecuentemente complementarios. La importancia reside en el equilibrio que ha de haber entre ambos.

El presente informe tiene pues por objeto, hacer más transparentes los gastos aplicables al medio ambiente, y valorar el papel actual de los ferrocarriles, con el fin de conseguir un mejor equilibrio del medio ambiente en el área de los transportes.

EL TREN, MAS ECOLOGICO

El transporte, función esencial que permite la distribución de las producciones alimenticias e industriales, y que asegura una movilidad de desplazamiento para el trabajo y el tiempo libre es, sin embargo, una fuente de perturbaciones para el medio ambiente que se caracteriza por:

- El ruido
- La polución atmosférica
- Los riesgos para la salud y la seguridad.

Los medios de transporte tienen, todos ellos, un impacto sobre el medio ambiente, ya sea en la ciudad o en el campo. No obstante, este impacto no siempre es el mismo, ya que los ferrocarriles, gracias a la electrificación de sus líneas, a la seguridad de explotación y a los servicios humanos que ofrecen, presentan desde hace tiempo ventajas considerables respecto a otros medios de transporte. Disponiendo sin embargo, de un margen apreciable para mejorar sus logros en materia de ruido, economía de la energía, y de seguridad.

IMPACTO AMBIENTAL DEL FERROCARRIL

Al plantearse cuales son los efectos sobre el entorno de la explotación ferroviaria se han de incluir los de infraestructura, superestructura y las necesidades de explotación. Podemos citar, entre dichos efectos, los que impactan visualmente sobre el paisaje, generan ruidos, producen grandes movimientos de tierras, interfieren las redes de drenaje superficiales y crean fuertes vibraciones en las proximidades.

Infraestructura

En cuanto al impacto ambiental de la infraestructura, las crecientes necesidades de velocidad, hacen cada vez más necesarios los túneles, puentes, desmontes y terraplenes. Elementos, que influyen de forma diversa sobre el paisaje y el ecosistema.

Los túneles impactan escasamente sobre el paisaje, tan solo en la entrada y la salida. Tampoco implican una ocupación del terreno, hecho que afecta notablemente a zonas urbanas o de gran productividad agropecuaria. Los túneles no crean una barrera infranqueable para las especies de animales terrestres, porque no afectan a la superficie y no dividen en dos al ecosistema. Este factor de división es grave si afecta a especies animales de poblaciones escasas. Una ventaja de los túneles es que constituyen un foco de producción de abundantes materiales producto de la excavación.

Los puentes sí ocasionan un fuerte impacto sobre el paisaje difícil de evitar. No crean fuertes efectos frontera, sobre todo en el caso de los formados por esbeltos pilares y grandes luces, ya que no interfieren mucho sobre la superficie del terreno.

Los movimientos de tierras, frecuentes en el trazado ferroviario, están producidos por terraplenes, pedraplenes, desmontes, préstamos, canteras, graveras, etc. En la mayoría de los casos son factores de gran desequilibrio paisajístico. Además crean un grave problema al romper el equilibrio natural entre la cobertura vegetal y la formación del suelo o entre las pendientes de ésta y las estables. El resultado puede ser una notable aceleración de los procesos erosivos, con pérdida de los horizontes superficiales y acumulación de sedimentos en obras de drenaje, cauces fluviales o embalses.

Las obras de paso de aguas deben proyectarse con detalle. La infraestructura del ferrocarril constituye, en los tramos de terraplén a media ladera, una presa cuyo desagüe de fondo es la obra de fábrica para el paso del agua de lluvia. De esta forma, en el cauce puede aparecer un caudal de agua muy superior al que anteriormente soportaba, sin estar preparado para ello, con los consiguientes efectos de "Aguas Abajo".

POLUCION ATMOSFERICA

Los deterioros ambientales más importantes son los causados por la polución atmosférica, la cual afecta a la salud, la vegetación, agua, etc. El consumo energético (combustibles y gasolina) de los transportes es responsable de la emisión de cinco tipos de polución:

- Monóxido de Carbono
- Oxidos de Nitrógeno
- Hidrocarburos
- Anhídrido sulfuroso
- Plomo.

El óxido de nitrógeno y el plomo son materias tóxicas, mientras que el anhídrido sulfuroso es corrosivo, y los hidrocarburos cancerígenos. Toda acumulación de estas sustancias tiene efectos nocivos sobre el oxígeno y el clima. Las enfermedades imputables a estas emisiones son de naturaleza pulmonar, también ocasionan daños al medio agrícola (cosecha) y al medio forestal, y afecta a las zonas urbanas con la corrosión de edificios y obras. Como puede observarse en la siguiente gráfica, el tren es el medio de transporte que menos polución atmosférica produce al medio ambiente.

POLUCION ATMOSFERICA PRODUCIDA POR LOS MEDIOS
DE TRANSPORTE (En g por 100 kg)

	CO	NO	HC	SO2
AUTOMOVIL	3.900	750	650	6
AUTOBUS	175	200	35	30
TREN DIESEL	100	200	30	30

EL FERROCARRIL, MEJOR QUE LA CARRETERA

En el estudio del trazado, la carretera resulta en principio menos perjudicial para el medio ambiente que el ferrocarril, ya que puede adaptarse más fácilmente al terreno. El trazado ferroviario es más exigente en pendientes, radios de curvas y transiciones.

No es sencillo juzgar el impacto sobre el paisaje. Cada caso se debe estudiar particularmente al intervenir la geometría del trazado (favorable a la carretera), la sección y ocupación consiguiente del suelo (favorable al ferrocarril) y los elementos verticales (Favorable a la carretera en líneas electrificadas). El elemento de ocupación del suelo es favorable al ferrocarril. La carretera provoca mayor contaminación acústica que el ferrocarril. El ruido ferroviario está entre 5 y 10 Db por debajo del que produce la carretera a igualdad de tráfico, y además es más fácil de reducir mediante pantallas muy ajustadas al gálibo.

El movimiento de tierras es favorable al ferrocarril cuando el condicionamiento diferencial es la sección. Sin embargo, cuando el condicionamiento es el trazado, la carretera es menos perjudicial, ya que se adapta mejor a las condiciones del relieve. La modificación de la red de drenaje del ferrocarril es menos dañina, porque en general produce menos alteraciones al tener menor sección.

El impacto de los usuarios es menor en el ferrocarril porque no permite paradas fuera de las estaciones y no da acceso a las zonas de trayecto. Se evitan así los incendios fortuitos y otras molestias a la flora y fauna de las zonas de paso. Además, el ferrocarril tiene menos índice de accidentes con víctimas humanas, no provoca atascos en horas y días punta, consume menos energía, emite pocos gases contaminantes, etc.

MEDIDAS CORRECTORAS

Para evitar los posibles daños al ecosistema es necesario incluir estudios de medición de impacto ambiental en todo proyecto de construcción de trazado de infraestructuras viales.

Cuando se producen problemas de aceleración de la erosión, pérdida de horizontes superficiales, etc. Ante estos problemas, la restauración de una cobertura vegetal y del microclima local en todas las superficies que resulten desprovistas de vegetación, es obligado y debe producirse en el mismo instante en que ésta es creada.

Algunos de los deterioros del ecosistema pueden suponer el inicio de procesos de gran gravedad, como el de la contaminación urbana en las grandes ciudades y producir efectos invernadero.

También es importante la elección de un trazado determinado por el que discurrirá la vía, procurando causar el menor deterioro posible de los valores ecológicos de la zona. El impacto que provoca, depende de las características del ecosistema que atraviesa.

CONCLUSIONES

La naturaleza sufre un proceso de degradación que ha provocado alarma entre amplios sectores sociales, políticos y últimamente económicos. La necesidad de medir y evitar el perjuicio que las nuevas obras humanas producen sobre el entorno natural se plantea cada vez con mayor intensidad sobre todo en el mundo del transporte.

Desarrollamos en estas páginas un informe sobre el impacto ecológico del tren en España con el fin de erradicar o subsanar en la mayor medida posible los deterioros que causan sobre el medio ambiente.

Tras el estudio realizado, hemos llegado a una serie de observaciones y conclusiones al respecto:

- 1.- La tracción eléctrica no emite ningún desperdicio químico a la atmósfera.
- 2.- Un solo coche emite más Monóxido de carbono que un tren diesel.
- 3.- Los ferrocarriles no deben sustituir a los transportes por carretera, deben complementarlos.
- 4.- El tren es el medio de transporte menos agresivo para la naturaleza.
- 5.- Los ferrocarriles aceleran los flujos de transporte de viajeros y permiten respirar a los centros urbanos.
- 6.- Un tren de mercancías es de 3 a 5 veces más rentable en cuanto a consumo de energía que un camión de igual tonelaje, y también es más rentable en cuanto a rapidez, ya que no tiene otros vehículos que le estorben en su recorrido, como le ocurre a los camiones debido a que tienen que ir por carreteras donde circulan otros vehículos.
- 7.- El 75% de los tráficos ferroviarios en Europa son de tracción eléctrica. No dependen del petróleo, recurso no renovable.
- 8.- Las inversiones en el transporte ferroviario pueden tener un efecto mucho más ventajoso en la utilización del espacio que las inversiones en carretera.
- 9.- El ferrocarril acapara menos superficie total de las grandes ciudades (un 4%) que la red de carreteras (19%).

10.- Las redes electrificadas contribuirán en las ciudades a reducir la polución procedente de los transportes individuales.

11.- Los esfuerzos por aumentar el transporte en ferrocarril solo puede tener una influencia positiva para el medio ambiente.

REFERENCIAS

REVISTA "TRENES HOY". Editada por el Gabinete de comunicación interna de RENFE, Madrid. Han sido utilizados los artículos El tren, Más Ecológico (nº 10 de Enero de 1988), Polución Atmosférica (nº 34 de Mayo de 1990, pág. 63-68), Tracción Eléctrica (nº 39 de Octubre de 1990, pág 45-35).

AMBIENT, 11ª Edición, 1991.

ENERGIA PARA VEHICULOS DE MOTOR

Javier Pérez Navinés
Carlos J. Royo Ibáñez

RESUMEN

El automóvil y los vehículos de motor en general han experimentado una gran evolución en el campo del ahorro energético. Las líneas de investigación son principalmente tres: tipos de combustible, diseño general del automóvil y racionalización del transporte. El objeto de esta comunicación es exponer la actual situación de tales investigaciones y su grado de aplicabilidad en la resolución de problemas concretos.

L'automòbil i els vehicles de motor en general han experimentat una gran evolució al camp de l'estalvi energètic. Les línies d'investigació han estat principalment tres: tipus de combustible, diseny general de l'automòbil i racionalitzament del transport. L'objectiu d'aquesta comunicació és exposar l'actual situació de les investigacions i el seu grau d'aplicabilitat en la resolució de problemes concrets.

INTRODUCCION

Por fortuna, parece que algo tan importante como la protección del medio ambiente comienza a tenerse en cuenta. El automóvil, como escaparate perfecto donde mira la opinión pública, ha sido el primer blanco de los legisladores y grupos ecologistas.

Alrededor de la mitad del consumo mundial de petróleo corresponde a una flota de 500 millones de vehículos cuya tasa de crecimiento supera, de manera persistente la de desarrollo demográfico. A largo plazo el consumo de petróleo crecerá más rápido que la producción, agotando las reservas.

Las políticas para conservar la energía mundial y reducir las emisiones deben concentrarse en las naciones industrializadas donde se fabrican o diseñan la mayor parte

de automóviles. Una rebaja en el consumo conlleva una reducción en las emisiones. Esta relación se ha demostrado cuando las administraciones han puesto límites de velocidad.

Tales restricciones suelen ser impopulares y costosas: el crecimiento económico depende del transporte.

Hay medidas alternativas que gozan de mayor atractivo. Se puede aprovechar mejor el consumo de gasolina, introducir combustibles más limpios, crear una buena red viaria, promover el transporte colectivo o fomentar que los trabajadores vivan al lado de sus lugares de trabajo.

OBJETIVOS

Exponer las posibles soluciones que barajan actualmente los principales constructores de automóviles y gobiernos afectados, para minimizar los efectos de la contaminación ambiental así como potenciar el ahorro energético.

Distinguiremos soluciones viables a corto plazo de ambiciosos proyectos todavía inalcanzables, no por ello menos interesantes.

SITUACION ACTUAL

La contaminación regional del aire perjudica la salud, y una parte importante de las emisiones contaminantes se debe a los vehículos de motor. Los tres principales componentes de los gases emitidos por los motores de combustión son: monóxido de carbono (que desplaza el oxígeno de la sangre), óxidos de nitrógeno (que reaccionan con el agua creando ácido nítrico) e hidrocarburos (que reaccionan con los óxidos de nitrógeno en presencia de la luz solar, creando ozono, que en altas concentraciones puede irritar los pulmones). Los vehículos de motor emiten cerca de la mitad de óxidos de nitrógeno, dos tercios de monóxido de carbono y casi la mitad de hidrocarburos. En los países en vías de desarrollo, los controles medioambientales mucho menos rígidos y motores con mucho menos control de sus emisiones de escape contribuyen significativamente a la contaminación, aun cuando numéricamente sean pocos los que estén en las carreteras.

Las emisiones de los vehículos agravan los problemas relativos al entorno. Un depósito de gasolina puede producir, en casos extremos, hasta 160 kg de dióxido de carbono, el principal gas implicado en el efecto invernadero. Aunque todos los motores de los vehículos que ahora mismo hay en el mundo producen sólo el 14% del total de dióxido de carbono emitido por los combustibles de origen fósil, su contribución a la contaminación en los países industrializados es mayor. Otros gases responsables del efecto invernadero son los halocarburos. Fabricantes

como Mercedes están sustituyendo estos gases, presentes en los sistemas de aire acondicionado, por otros no contaminantes.

Las emisiones de los principales gases contaminantes urbanos han descendido sustancialmente, merced a una mejor combustión y al uso de catalizadores, que transforman el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos en dióxido de carbono, nitrógeno y agua.

MEJORAS TECNICAS: DISEÑO DEL AUTOMOVIL

Hasta ahora la mayoría de los pasos que se han dado, en lo que a reducción de consumo de petróleo se refiere, correspondieron al diseño de coches de gasolina y diesel. El consumo puede recortarse todavía más en cada proceso donde la energía química se transforma en mecánica y ésta, a su vez, en fuerza motriz del vehículo. El derroche comienza en el motor; aquí parte de la energía se pierde en rozamientos internos, en calor y en otros factores. En la etapa siguiente, de transmisión y rodadura, la mayor parte de la potencia se la lleva el rozamiento entre los elementos. Por último la energía se utiliza en vencer la resistencia al rodamiento y la resistencia aerodinámica.

EL motor:

- La inyección directa en motores diesel mejora el rendimiento, mezclando el combustible y el aire directamente en la cámara de combustión en lugar de hacerlo en la precámara, tal como hacen los diesel tradicionales.

- Motor de carga estratificada donde la precisa inyección crea una rica mezcla de combustible y aire cerca de la bujía para que ésta provoque el encendido; establece también una mezcla pobre en el resto de la cámara de combustión, reduciéndose de este modo el consumo en un 20%.

Sin embargo la excesiva riqueza de oxígeno en los gases de escape no permite un buen funcionamiento de los catalizadores, por ello dichos motores no superan los controles de emisión. Este es el mayor problema que presenta el motor de dos tiempos cuya ligereza lo dotaría de un gran atractivo.

La transmisión:

El reto consiste en mantener el motor en su régimen de máxima eficacia el tiempo que sea posible, respetando a la vez los deseos de velocidad del conductor. Se podría trabajar casi siempre a plena carga añadiendo más velocidades en la caja de cambios. Alternativamente, se puede ofrecer el equivalente a una infinita caja de velocidades (lo que se ha venido a llamar cambio variable continuo) mediante la transmisión de la potencia mediante un mecanismo de correa u otros ingenios de variación continua.

Una de las principales mejoras ha sido la transición de tracción trasera a delantera, en combinación con el montaje del motor en situación delantera transversal. Esta configuración evita la necesidad de situar un túnel a lo largo del habitáculo, que lo dividía en dos proporcionando mayor espacio interior y ligereza a los vehículos de tamaño pequeño y medio.

Peso y aerodinámica:

Con la sustitución del acero por materiales ligeros disminuimos el peso del vehículo en 50 kg. Esta mejora se traduce en un ahorro de energía debido a la pérdida de la resistencia por rozamiento que opone el pavimento y la resistencia del vehículo a la aceleración.

Otra fuente de rozamiento es la resistencia aerodinámica que crece exponencialmente con la velocidad del vehículo. Los constructores de todo el mundo muestran un gran interés por los diseños aerodinámicos porque conservan la energía de una manera barata y con elegancia.

COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS

Los avances en el ahorro de combustible no resuelven, por sí solos, los problemas de disponibilidad de petróleo y de aire limpio. A largo plazo, resulta de parejo interés el uso de combustibles alternativos, preferiblemente aquellos cuya producción y combustión no añadan más dióxido de carbono a la atmósfera. Sólo tres combustibles cumplen este criterio ideal: hidrógeno (si se produce de fuentes renovables), biomasa (que consume tanto dióxido de carbono durante la reacción fotosintética como el que produce durante la combustión) y electricidad (si ésta se genera sin la utilización de combustibles fósiles).

Los tres son, todavía inviables. El hidrógeno tiene poca capacidad energética lo que limita la autonomía y carga útil de los vehículos con motores de hidrógeno. Estos ven también recortada su capacidad de aceleración, debido a la escasa potencia. Además, no es fácil almacenar y distribuir el hidrógeno.

Los vehículos eléctricos tienen también baja capacidad de energía y potencia, además de la desventaja de un largo periodo de recarga. Pero funcionan silenciosamente, no gastan combustible cuando están parados y pueden recuperar algo de la energía que se pierde al frenar, usando el motor eléctrico como generador.

El etanol (alcohol de caña) es el principal combustible procedente de la biomasa, al que las actuales condiciones del mercado hacen bastante más caro que la gasolina. Desafortunadamente, el uso generalizado de combustibles procedentes de la biomasa está limitado por la superficie ocupada por los recursos que la producen.

Otros analistas proponen la adopción de tecnologías de transición a la espera del perfeccionamiento de la técnica en la utilización de hidrógeno, electricidad y biomasa como es el caso del metanol, el gas natural y la combinación de propulsores eléctricos y de explosión.

RACIONALIZACION DEL TRANSPORTE

Hasta ahora, nos hemos concentrado en vehículos y combustibles. Las posibilidades de ahorro energético y merma de la contaminación no acaban ahí. Los propios sistemas de transporte pueden transformarse. Carreteras, zonas de aparcamiento y estructuras de tráfico regional, mejor trazadas, podrían evitar la congestión y el desplazamiento diario en vehículo al trabajo. La congestión del tráfico además de molesta constituye una pérdida de combustible y un incremento de la contaminación atmosférica.

Existen distintos métodos para la organización del transporte:

- La electrónica podría acelerar las reacciones del conductor, permitiéndole mantener menores distancias de separación entre vehículos sin comprometer por ello la seguridad. Cabrían así más vehículos en las carreteras, sin interrumpir el flujo normal.

- La congestión se aliviaría limitando los aparcamientos en el centro de las ciudades, habilitando otros en el extraradio, desde donde se llegaría al trabajo en un medio colectivo. Podría acortarse, también, la distancia entre el lugar de residencia y el de trabajo.

- La sustitución parcial del automóvil por el transporte colectivo rebajaría el consumo de energía por persona. Ciertamente no todos los países pueden explotar el transporte colectivo de igual manera. En los EEUU, por ejemplo, sólo el 6% de todas las personas que viajan utilizan el transporte colectivo: la generación del sistema sería muy costosa en relación a la cantidad de energía que se ahorraría.

- El uso compartido de vehículos constituye una de las opciones de ahorro de energía que ofrece el transporte público que aporta también la flexibilidad del uso del vehículo privado. Si todos los pasajeros viajaran en vehículos compartidos, a una media de cuatro ocupantes por automóvil, el consumo de gasolina bajaría un 45%.

- Caminar o montar en bicicleta es otra atractiva alternativa a conducir. Pero los viajes de "tracción humana" encuentran fuerte resistencia, sobre todo si la seguridad y el confort están en juego.

Es muy posible que en los próximos 50 años el mayor incremento del parque automovilístico ocurra en los países

del este de Europa y en los que se encuentran en vías de desarrollo. Hay muchas razones para mantener el probable incremento de consumo de crudo tan bajo como sea posible. Países que no poseen petróleo tendrán que invertir su escasa reserva de divisas en comprarlo; países que ahora lo exportan tendrán que retraer una parte para su mercado interior en expansión. En ambos casos, mermará el capital destinado para el desarrollo y aumentará seguramente la deuda externa. Al mismo tiempo la calidad del aire en estos países se verá indudablemente deteriorada, como lo está ahora la de los países industrializados.

CONCLUSIONES

El potencial para la mejora del combustible es grande como lo evidencia el número de vehículos y soluciones experimentales. Del estudio realizado podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. Los vehículos experimentales demuestran que el ahorro de combustible puede aumentar sustancialmente.

2. El elevado coste y complejidad técnica han desanimado a los fabricantes del sector.

3. Ningún constructor se decidirá a sacar modelos de bajo consumo que los clientes no estén dispuestos a pagar o incorporen técnicas incómodas para los usuarios.

4. La única opción viable a corto plazo es la mejora de los motores tradicionales combinados con la utilización de convertidores catalíticos.

5. Mientras el precio del petróleo siga siendo relativamente bajo las nuevas tecnologías no serán aplicables a corto plazo. A pesar de ello la premura por controlar la contaminación de algunas ciudades podría instar la experimentación a gran escala de nuevos vehículos.

6. Los países en vías de desarrollo tienen una ventaja decisiva sobre los países ya industrializados: pueden ver los problemas de una industrialización sin programar antes de que resulten irresolubles.

REFERENCIAS

- Bleviss, D.L. y Walzer, P. (1990). Energía para vehículos de motor. Investigación y Ciencia, noviembre de 1990, pág. 53-60.
- Pichardo, J.M. (1990). Mercedes apuesta por el reciclaje. Autopista, 7 de junio de 1990, pág. 46-47.

AMBIENT, 11a. Edición, 1991.

DEPOSITOS DE HORMIGÓN PRETENSADO PARA ALMACENAR GAS NATURAL

Alberto Romero Sanz
Pedro José Rebull

RESUMEN

En este trabajo se describe la técnica de almacenamiento de gases inflamables y/o tóxicos en grandes cantidades cerca de zonas urbanas o industriales a temperaturas criogénicas y las medidas de seguridad que esto comporta. En concreto se estudia el almacenamiento de gas natural licuado en grandes depósitos de hormigón pretensado a temperaturas inferiores a -163 grados.

En aquest treball es descriu la tècnica d'emmagatzemar gasos inflamables i/o tòxics en grans quantitats a prop de zones urbanes o industrials a temperatures criogèniques i les mesures de seguretat que això implica. En concret s'estudia l'emmagatzemament de gas natural licuat en grans dipòsits de formigó pretensat a temperatures inferiors a -163 graus.

INTRODUCCION

El desarrollo tecnológico propicia cada vez más la utilización de gases peligrosos por su inflamabilidad o toxicidad. Las soluciones tradicionales para almacenar estos productos han sido los depósitos construidos con aleaciones metálicas suficientemente dúctiles y resistentes a bajas temperaturas. En el caso del metano líquido se precisa enfriar hasta 163 grados bajo cero a presión atmosférica para almacenarlo. A medida que aumenta el tamaño del depósito (más de $100\ 000\ m^3$) aumenta la fragilidad y el costo de la estructura al aumentar el espesor de las paredes. En estas circunstancias el hormigón pretensado compite ventajosamente con los metales en coste, dureabilidad y seguridad.

Este tipo de hormigón tiene un comportamiento tan satisfactorio a temperaturas bajas que se prevén nuevas aplicaciones como la construcción de barcos metaneros.

El transporte y almacenamiento de muchos gases resulta más económico y seguro cuando se hace en forma líquida. Un volumen de 600 l de gas natural, a presión atmosférica y temperatura ambiente al licuarlo queda reducido a 1 litro.

OBJETIVOS

Los objetivos básicos que imperan en su contenido son:

- Diferenciar los diferentes tipos de gases en función de la forma de almacenarlos. Necesidad de almacenarlos en forma líquida.
- Mostrar la necesidad de uso de este material frente a los obsoletos depósitos metálicos, por razones de seguridad y económicas.
- Estudiar las características de estos depósitos: estanqueidad, absorción de pequeñas deformaciones, seguridad, resistencia ...
- Demostrar que el hormigón pretensado se adapta a las exigencias de esos depósitos.

HISTORIA

Durante los años 40 y 50 las naciones energéticamente débiles notaron la necesidad de importar gas. La solución del gas licuado transportado por barco y almacenado a presión atmosférica era la más evidente. Los primeros barcos que lo transportaron tenían capacidad de 25 000 m³, en consecuencia los depósitos de gas de las estaciones terminales se proyectaron para 40 000 m³. A comienzos de la década de los 70 la capacidad aumentó a 70 000 m³ en los barcos y a 80 000 m³ en los depósitos. Actualmente, los barcos metaneros transportan 125 000 m³ y los depósitos tienen una capacidad similar.

Los primeros depósitos fueron metálicos y esto conllevó numerosos problemas ya que los aceros bajo 0 grados eran frágiles. En 1957 se construyó el primer depósito de hormigón pretensado de capacidad 2400 m³, que trabajaba a -183 grados. Eradós construyó en Barcelona 2 depósitos de hormigón pretensado cada uno de 40 000 m³. También en 1980 se construyó en Barcelona otro depósito de 80 000 m³. En la actualidad operan satisfactoriamente 50 depósitos de estos.

TIPOS DE GASES EN FUNCION DE SU ALMACENAMIENTO

Cada líquido tiene una temperatura, llamada crítica, por encima de la cual no es posible licuarlo por más que se aumente la presión. Para el butano, esta temperatura es de 152 grados centígrados. Para el metano es de - 83 grados centígrados y la menor presión necesaria para mantenerlo líquido a esta temperatura (presión crítica) es de 40

atmosféricas. Por consiguiente, a temperaturas ligeramente inferiores a -63 grados la aplicación de una presión de 40 atmosféricas bastará para licuarlo y por encima de esta temperatura no será posible licuarlo aunque se aumente la presión. Esto permite distinguir entre los gases que pueden licuarse por presión a temperaturas normales (propano, butano) y aquellos como el oxígeno, nitrógeno y gas natural en los que no es posible.

Para licuar los primeros se puede escoger entre presurizarlos o enfriarlos. Para el proyectista de un depósito es muy importante conocer si la licuación se ha conseguido presurizando o sólo refrigerando porque ello determina la concepción del diseño del mismo. El uso más generalizado del gas natural es como combustible y su composición varía según el lugar de extracción. Es posible licuar gas natural por presión a partir de -63 grados, pero es mejor almacenarlo y bajarlo a presión atmosférica. El precio que hay que pagar por tal comodidad es una temperatura de almacenamiento menor, unos -163 grados, en función de la composición. En estos casos los depósitos sólo deben soportar la presión debida al peso del líquido, si se quiere almacenar a temperaturas más altas, los depósitos deben calcularse como recipientes de presión.

Además del gas natural licuado (GNL) también se transportan y almacenan los gases licuados del petróleo (GLP). La mayor diferencia entre ambos está en la posibilidad de licuar el GLP a temperatura ambiente solamente por presión. Por ello se prefiere almacenar el GLP a temperaturas normales en recipientes de presión.

El logro de bajas temperaturas a escala industrial constituye un avance técnico reciente. La mayoría de los gases pueden almacenarse en la planta donde se producen, en depósitos presurizados, y distribuirlos por gasoductos. EEUU fue el primer país que usó industrialmente gas natural y utilizó su red de gasoductos. Las ventajas económicas de la distribución mediante redes de tuberías son tan grandes que se siguen construyendo cientos de kilómetros tanto por tierra como por mar, a pesar del riesgo ecológico.

No obstante, hay situaciones en que la red de tuberías no es viable y se opta por transportar y almacenar gas en grandes estructuras: depósitos de hormigón prefabricado.

COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN A BAJAS TEMPERATURAS

El hormigón presenta ventajas frente al acero trabajando a baja temperatura, ya que la ductilidad aumenta ligeramente y la carga a rotura lo hace alcanzando valores superiores a cuatro veces el valor a temperatura ambiente. Esto es debido a la formación de un compuesto de hormigón y hielo que interactúa debido a un microcompresado estructural, siempre que no se produzcan ciclos de hielo-deshielo.

A temperatura tan baja no hay tensiones internas por

incompatibilidad de deformaciones entre acero y hormigón.

La razón por la cual se pretense el hormigón es conferir a éste un estado de tensiones compresivas que cierren las porosidades presentes en el hormigón, de modo que se garantice una mejor impermeabilidad. De este modo tenemos un material más resistente, con mayor durabilidad y capaz de asegurar una buena estanqueidad.

CARACTERISTICAS QUE DEBE REUNIR UN DEPOSITO CRIOGENICO

Los depósitos criogénicos actuales son resultado de una evolución en la que inicialmente se optó por formas cilíndricas, y estaban cubiertos por un material aislante, rodeado por un pequeño muro, cuya función era retener el líquido en caso de que produjera un derrame de GNL. Luego el muro se hizo más alto y más próximo al depósito. Más tarde se optó por cerrar el muro mediante una cúpula que protegiera el depósito de acciones exteriores. El resultado fue integrar las paredes de protección en un doble depósito creando el sistema de doble contención (ver figura 1).

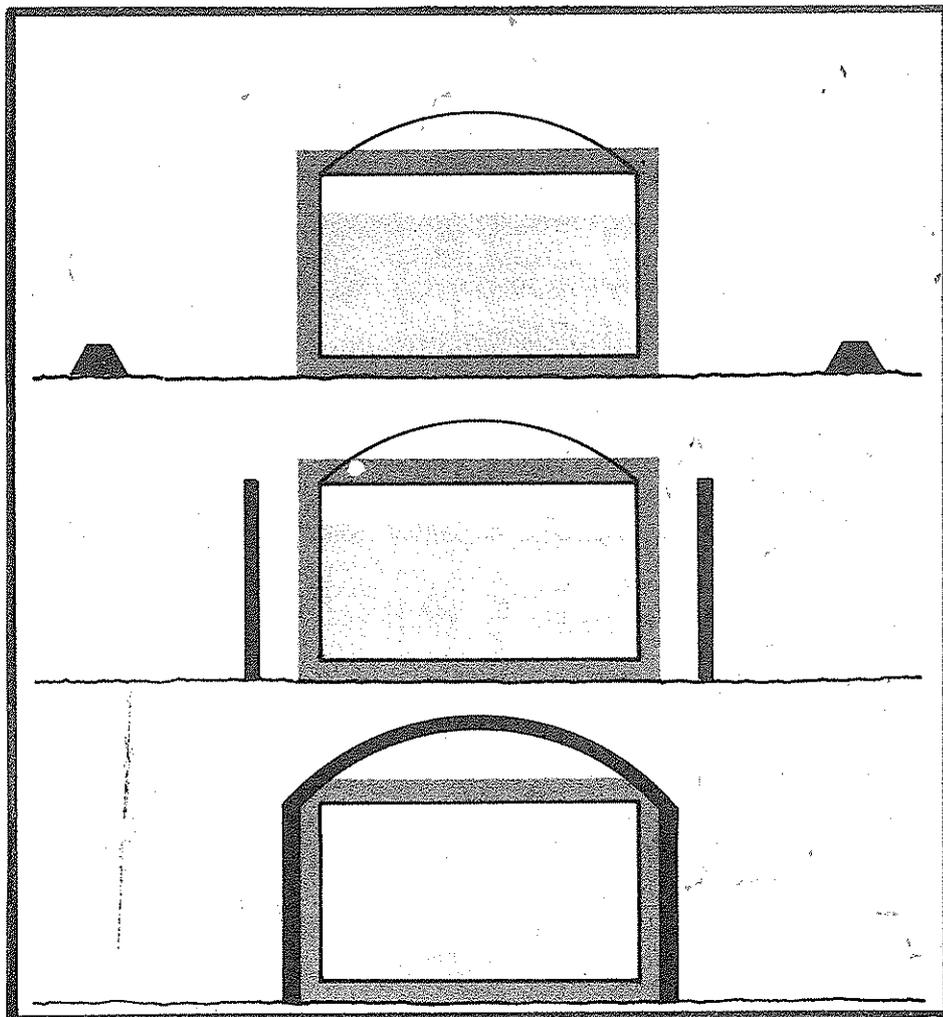


Figura 1 Evolución de los depósitos para almacenar gas natural licuado.

Un depósito criogénico debe desempeñar satisfactoriamente 4 funciones:

- Almacenar el líquido sin que se produzcan pérdidas.
- Procurar que el líquido se caliente lo menos posible.
- Ser estanco en los dos sentidos para evitar accidentes (el gas no debe escapar al exterior, ni debe entrar aire o vapor de agua al interior).
- Si el depósito se rompe, las consecuencias catastróficas deben ser mínimas.

El GNL es un líquido muy penetrante y de baja viscosidad (0,14 veces la del agua) por lo que todas las precauciones para evitar filtraciones son pocas. Por esto se asegura con una camisa de acero el depósito, que asegura la estanqueidad.

La gran diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del depósito puede dar lugar a movimientos de retracción importantes que deben estar previstos de antemano.

El aislamiento térmico en las paredes del depósito se hace con material granular o suelto (como la perlita) mientras que el fondo reposa sobre bloques de material aislante (como el poliuretano). Como ningún aislante es perfecto, la cimentación se enfría, se forma hielo y el terreno se deforma dando lugar a asentamientos que pueden provocar roturas. Por este motivo se evitan los depósitos enterrados o en contacto directo con el terreno. La solución a este problema está en calentar el fondo mediante resistencias eléctricas, o bien, levantándolo y permitiendo circular aire entre el fondo y la cimentación.

El depósito exterior opera a temperatura ambiente en condiciones normales; solamente en caso de accidente debe ser capaz de retener el líquido frío. Aún cuando el GNL llegara a inflamarse, habrá de permitir su combustión sin perder la integridad del depósito. Esa condición es dura ya que en tal caso la parte inferior de la pared (en contacto con el GNL) estará a -165 grados y escasamente a 2 ó 3 metros por encima, la pared estará a 1350 grados debido al fuego. Se ha demostrado en la práctica que el hormigón pretensado puede soportar estas situaciones, ya que en 1973 en Staten Island el depósito aguantó el fuego durante 18 horas, sin destruir las paredes.

Se exige estanqueidad en los dos sentidos porque no sólo debe evitarse que el gas salga al exterior, ya que si el vapor de agua penetra estira hacia el depósito interior (más frío) y disminuye el poder aislante de las paredes. Por este motivo los depósitos exteriores de hormigón pretensado se construyen con una segunda barrera de vapor o camisa de acero. En algunas circunstancias se requiere que

el depósito exterior sea capaz de soportar acciones externas particulares, como el impacto de un avión si está cerca de un aeropuerto.

En el caso de gases licuados tóxicos deberá garantizarse la estanqueidad por encima de todo, en vez de asegurar una combustión controlada. Un derrame de amoníaco licuado puede ser catastrófico si el viento arrastra el gas sobre una población.

CONCLUSIONES

La finalidad del trabajo ha sido tratar la problemática del almacenamiento de gas natural en zonas urbanas e industriales. De los resultados obtenidos en el trabajo podemos concluir que:

- 1 - Los depósitos de materias peligrosas tienen que estar a una distancia prudencial de zonas urbanas, tanto mayor en función de la peligrosidad de ellas.
- 2 - Cada depósito debe estar diseñado en base a los productos que debe almacenar.
- 3 - El depósito debe garantizar que no se produzcan pérdidas de los gases que contiene.
- 4 - Debe ser un recipiente totalmente estanco.
- 5 - Debe estar proyectado para minimizar los daños producidos por cualquier tipo de accidente y evitar así una catástrofe.
- 6 - Debe aislar térmicamente el gas licuado.
- 7 - En caso de materias inflamables debe preverse la posible ignición éstas.
- 8 - En caso de materias tóxicas debe garantizarse rigurosamente el aislamiento físico del interior.

REFERENCIAS

- Elices M. (Septiembre 1985). Depósitos criogénicos. Investigación y Ciencia. Editorial Prensa Científica, S.A. C/ Calabria 236-239. 08029 Barcelona. Pág 9-11
- Folleto informativo " gas natural " (Octubre de 1989) Catalana de Gas.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al personal de Catalana de Gas que nos mostró amablemente sus instalaciones y nos informó sobre el tema.