

**8ª Edición**



# **AMBIENT**

**Curso 1987-1988**



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

*Barcelona, abril de 1988*



# AMBIENT

Departamento de Ingeniería  
Sanitaria y Ambiental  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
de Caminos, Canales y Puertos  
Universidad Politécnica de Catalunya

BARCELONA  
20,21 y 22 de abril de 1988



**Escola Tècnica Superior**  
**d'Enginyers de Camins, Canals i Ports**

**Universitat Politècnica de Barcelona**



## PROLOGO

Después de un año de interrupción, celebramos la octava edición del Ciclo de Conferencias AMBIENT, cita anual de nuestros alumnos con la práctica de la comunicación científica y técnica.

Nuestra estancia del pasado curso en la Universidad de California en Berkeley nos ha permitido constatar la importancia que esta Universidad, y las Universidades norteamericanas en general, conceden a la enseñanza de la comunicación oral y escrita. Además de haber creado un Centro para el Estudio de la Escritura, el campus de Berkeley muestra un florecimiento sin precedentes de cursos, seminarios y programas audiovisuales sobre todas las facetas de la comunicación oral y escrita. La aplicación de los ordenadores en el desarrollo de estas técnicas ocupa lógicamente un papel importante.

Con esta faceta educativa, la Universidad de California en Berkeley trata de dar respuesta a la petición formulada desde hace tiempo por las empresas y el mundo profesional, para que los estudiantes adquieran en la Universidad una capacidad adecuada para comunicarse con sus futuros colaboradores y el público en general.

No vamos a insistir, una vez más, en la escasa atención que este aspecto educativo despierta entre nuestras autoridades académicas; que nuestros alumnos no echen de menos esta faceta de su educación no debe sorprendernos, si tenemos en cuenta que el ambiente social y universitario en el que se desenvuelven tampoco la promueve o la premia.

El hecho de que un reciente informe de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos designe a la Universidad de California en Berkeley como la primera de los Estados Unidos, destacada del resto de las Universidades norteamericanas, creemos que ilustra el resultado de unos enfoques educativos tan diferentes como los enunciados.

Hay que resaltar que esta posición de liderazgo no es resultado de unos mayores medios económicos o personales. Nuestra experiencia personal nos permite afirmar que la política educativa de las Universidades norteamericanas y de los programas de prioridades de sus directores de departamentos, facultades o escuelas juegan un papel determinante en estos resultados. En realidad, nuestra Universidad dispone de medios económicos y personales suficientes para poder ofrecer una formación adecuada a nuestros alumnos en el campo de la comunicación.

Si esta nueva edición de AMBIENT contribuye a que nuestra Universidad conceda la importancia que la comunicación merece dentro del proceso educativo de nuestros estudiantes, nos sentiremos todos muy satisfechos.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los profesionales que nos acompañan durante las conferencias y sesiones técnicas de AMBIENT, por su entusiasmo y disponibilidad. Es una satisfacción observar el interés que este tipo de actividades despierta en ellos.

El apoyo continuado de la Demarcación de Cataluña del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos ha hecho posible, una vez más, que esta octava edición de AMBIENT llegue a ser una realidad.

Por último, hemos de expresar nuestro agradecimiento a todos los alumnos de Ingeniería Ambiental, al Servicio de Reprografía de la Escuela y a todos aquellos que han hecho posible la realización de AMBIENT.

Barcelona, abril de 1988.

Rafael Mujeriego  
Catedrático de Ingeniería Ambiental

## INDICE

Página

### **MIERCOLES, DIA 20**

18.00 Inauguración del Ciclo de Conferencias, y proyección de la película:

"Pollutions et nuisances sur le littoral mediterraneen"  
(versión castellana)

19.00 **CONFERENCIA - COLOQUIO**

"El rol de la Bolsa en el mercado financiero español"

por D. Javier Bafiáres, Agente de Cambio y Bolsa.

### **JUEVES, DIA 21**

#### **CONTAMINACION ATMOSFERICA**

10.15 Presidente de la sesión: D. Guillem Massague, Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residuos.

- El diòxid de nitrògen a Barcelona durant el periode 1981-1987 ..... 1
- El progressiu deteriorament de la capa d'ozó ..... 8
- Circulación atmosférica: influencia sobre la contaminación ..... 14

#### **TECNICAS DE CONTROL**

12.00 Presidente de la sesión: D. Emilio Uriel, Direcció General de Transports, Generalitat de Catalunya.

- El ruido y su control en la aviación ..... 102
- Catalizadores antipolución ..... 108
- Empleo de las aves rapaces como método de evitar la presencia de aves en aeropuertos ..... 113

#### **AGUAS RESIDUALES URBANAS**

16.00 Presidente de la sesión: D. Guillermo Peñuelas, Junta de Sanejament.

- Estat de les aigües a Catalunya ..... 40

- El control de l'aigua de bany a Castelldefels .....	48
- La depuradora d'aigües residuals de Gavà-Viladecans ....	55

#### **AGRESIONES AMBIENTALES**

18.00	Presidente de la sesión: Prof. Rafael Mujeriego, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.	
	- Agresión de los transportes interurbanos al medio ambiente .....	61
	- Efecte dels gasos emesos pels vehicles en el cos humà ..	67
	- Clasificación del medio atmosférico según su agresividad sobre los materiales .....	74

#### **VIERNES, DIA 22**

##### **AGUAS RESIDUALES AGRICOLAS**

10.15	Presidente de la sesión: Prof. Miguel Gaztelu, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
	- Impacto de las granjas en las aguas superficiales .....	80
	- Aguas residuales de mataderos industriales y su posible depuración .....	88
	- Contaminación en productos agrícolas .....	96

##### **ABASTECIMIENTO DE AGUAS**

12.00	Presidente de la sesión: D. Xavier de Manuel, Empresa Municipal de Abastecimiento de Agua de Tarragona, S.A.	
	- El abastecimiento de agua en las ciudades romanas .....	22
	- La red hidrográfica en la Mallorca preindustrial .....	28
	- La escasez de agua en el Camp de Tarragona .....	34

#### **17.00 CONFERENCIA - COLOQUIO**

"ASTRONAUTICA - 2000: de Verne a las estructuras orbitales",  
por D. Pedro Mateu Sancho, Presidente de la Agrupación Astronáutica Española.

#### **19.00 CLAUSURA**



# AMBIENT

Conferencia-Coloquio

"El rol de la Bolsa en el mercado  
financiero español"

por

Ignacio Bañares

Agente de Cambio y Bolsa

20 de abril de 1988

19:00 horas

Departamento de Ingeniería  
Sanitaria y Ambiental  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
de Caminos, Canales y Puertos  
Universidad Politécnica de Cataluña

Con el patrocinio de la Demarcación  
de Cataluña del Colegio de Ingenieros  
de Caminos, Canales y Puertos

Sala de Profesores de la Escuela  
Jordi Girona Salgado, 31  
08034 Barcelona

# AMBIENT

Conferencia-Coloquio

"Astronáutica 2000, De Verne  
a las estructuras orbitales"

por

Pedro Mateu Sancho

Presidente de la agrupación  
astronáutica española

22 de abril de 1988

5:00 de la tarde

Departamento de Ingeniería  
Sanitaria y Ambiental  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
de Caminos, Canales y Puertos  
Universidad Politécnica de Cataluña

Con el patrocinio de la Demarcación  
de Cataluña del Colegio de Ingenieros  
de Caminos, Canales y Puertos

Sala de Profesores de la Escuela  
Jordi Girona Salgado, 31  
08034 Barcelona

AMBIENT, 8a Edició, 1988.

## EL DIÒXID DE NITROGEN A BARCELONA

DURANT EL PERÍODE 1981-87

Manuel Borrell i Vilaseca

### RESUM

Els òxids de nitrogen són uns dels components bàsics de la contaminació atmosfèrica urbana. El trànsit rodat n'és el principal emissor i el diòxid i el monòxid en representen la majoria. És, però, el  $\text{NO}_2$  el compost més important dels dos i el que està més lligat a la formació de l'"smog" fotoquímic, sèrie de reaccions en cadena que té com a resultat la formació de contaminants secundaris. Una situació d'estabilitat atmosfèrica pot agreujar la situació.

Los óxidos de nitrógeno son unos de los componentes básicos de la contaminación atmosférica urbana. El tráfico rodado es su principal emisor y tanto el dióxido como el monóxido suman la mayoría de éstos. El  $\text{NO}_2$  es el más abundante de los dos y está muy ligado a la formación del "smog" fotoquímico, serie de reacciones en cadena que tiene como resultado la formación de contaminantes secundarios. Una situación de estabilidad atmosférica puede agravar la situación.

### INTRODUCCIÓ

Tot i la importància teòrica que tenen els òxids de nitrogen en la contaminació atmosfèrica global urbana, no va ser fins el 1982 que es van començar a mesurar determinacions d'aquests òxids d'una manera sistemàtica i amb certa fiabilitat per part de l'Àrea de Sanitat de l'Ajuntament de Barcelona. Durant els anys 1980 i 1981, s'havia estat prenent determinacions experimentals des d'una sola estació, situada al carrer Aranda núm. 60, i no va ser fins l'estiu del 82 que ja van entrar en funcionament les altres tres estacions de l'Escola Industrial, la Conselleria de Sanitat i la cabina de Bruc-Aragó. Cadascuna d'aquestes estacions, mitjançant el mètode de Griess-Salzmann, dona un valor de concentració promig de diòxid de nitrogen durant un període de 24 hores. És la mitjana diària i ve expressada en micrograms/m<sup>3</sup>.

A més a més es van instal·lar aparells automàtics que donen lectures cada mitja hora tant de diòxid de nitrogen com d'òxids totals mitjançant el mètode de Quimiluminiscència.

## OBJECTIUS

L'objectiu general d'aquesta comunicació és fer un balanç general dels continguts de diòxid de nitrogen a l'atmosfera de Barcelona durant el període de temps que va des de 1981 a 1987, i relacionar-ho amb l'origen i les causes de l'acumulació d'aquest important contaminant.

Els objectius específics són:

1. Fer palès el comportament de la concentració mitjana diària de  $\text{NO}_2$  al llarg dels dies de la setmana i relacionar-ho amb causes d'aquest comportament.

2. Comprovar el comportament de la concentració de  $\text{NO}_2$  durant els mesos de l'any i relacionar-ho amb els aspectes climàtics d'aquests mesos.

3. Veure l'evolució dels continguts mitjans de  $\text{NO}_2$  durant aquests últims 7 anys i intentar d'esbrinar-ne la tendència.

## METODOLOGIA

La metodologia bàsica de treball consisteix a calcular les mitjanes de les concentracions de  $\text{NO}_2$  per als diferents períodes de temps a estudiar, tant per a cada estació com per al global de les quatre (mitjana ciutat), i la seva representació gràfica.

## RESULTATS

En primer lloc voldria fer un aclariment que fa referència a per què en aquest estudi no es comparen els valors obtinguts amb els valors límit de la legislació vigent. Resumint podria dir que el Decret 833/75 vàlid fins fa molt poc temps establia uns valors màxims de concentració mitjana per a 1/2 hora, un dia i un mes d'òxids de nitrogen expressats en diòxid. Aquests valors, però, no caracteritzaven la distribució de concentracions prou bé i tampoc no estaven d'acord amb la realitat. Prova d'això és que la nova llei limita els continguts de  $\text{NO}_2$  únicament, amb els percentils 95 i 50 a partir de les mesures mig-roràries d'aparells automàtics.

Feta aquesta primera consideració, que explica per què no té raó de ser l'aplicació del Decret anterior, passem a l'estudi qualitatiu del comportament de concentració de diòxid de nitrogen.

#### Estudi per dies de la setmana

Per a aquest estudi prendrem l'any 1984 perquè és l'any del qual tenim més mitjanes diàries diferents. Hem de tenir en compte que, si no es recullen les mostres corresponents ni dissabte ni diumenge, només podem tenir la mitjana dels tres dies i per tant tindrem el mateix valor mitjà per divendres, dissabte i diumenge.

Taula 1. Mitjana del contingut de  $\text{NO}_2$  pels dies de la setmana.

dies	1984	Mitjana
Dilluns 1	60,0	66
Dimarts 2	63,3	70
Dimecres 3	61,6	69
Dijous 4	60,0	65
Divendres 5	58,1	59
Dissabte 6	32,6	46
Diumenge 7	31,8	47

Tal com es pot veure en la gràfica de la fig.1 de l'annex, la concentració de  $\text{NO}_2$  baixa considerablement durant els dies del cap de setmana. Això és degut, evidentment, a la disminució del trànsit de vehicles.

Com és sabut, el principal procés de producció de  $\text{NO}_2$  és la combustió. Les altes temperatures d'aquesta provoquen la combinació directa de  $\text{O}_2$  i  $\text{N}_2$  de l'aire per formar  $\text{NO}$ , que és oxidat parcialment, *in situ*, a  $\text{NO}_2$ .

També podem apreciar que el màxim absolut se situaria dimarts i que durant la setmana aniria baixant fins al cap de setmana. El fet que en la corba dels 7 anys la mitjana del divendres sigui 10 punts inferior a la del dimarts és conseqüència de tenir un sol valor mitjà pels tres dies del cap de setmana.

#### Estudi per mesos de l'any i estacions

Per veure el comportament del contingut del  $\text{NO}_2$  a l'atmosfera, calcularem les mitjanes mensuals de cada any. Si observem les gràfiques per a cadascun d'aquests set anys, ens adonarem que totes tenen en comú que presenten un mínim als voltants de l'estiu (juny, juliol, agost o setembre) i un màxim a l'hivern, cosa que podem veure en particular per l'any 1982 i en general per la mitjana dels 7 anys en la fig. 2.

Aquest tipus de comportament va lligat a no solament la intensitat del trànsit, que és mínima a l'estiu i especialment a l'agost, sinó també al clima, factor d'una gran importància en la contaminació atmosfèrica. El fenomen de la inversió tèrmica, que es produeix fonamentalment a l'hivern, provoca que l'aire fred quedi acumulat sota una capa d'aire calent que impedeix la renovació. Aquest fenomen es dona principalment en zones encerclades de muntanyes, com és el cas de Barcelona, i en situacions d'estabilitat anticiclònica amb pocs corrents d'aire.

En els valors mitjans de concentració de  $\text{NO}_2$  per a les estacions de l'any, queda en evidència aquest comportament general, tal com podem veure a la taula següent:

Tàula 2. Concentració mitjana de  $\text{NO}_2$  per estacions

<u>Estació</u>	<u>Concentració <math>\text{NO}_2</math> ( g/m<sup>3</sup>)</u>
Estiu	51
Tardor	61
Hivern	69
Primavera	64

D'altra banda és possible pensar que, donat que la meteorologia és un factor tan important en l'acumulació dels contaminants, els continguts d'aquests siguin proporcionals o, si més no, presentin màxims i mínims a les mateixes èpoques. Això ens permetria que no haguéssim de comprovar amb absoluta necessitat tots i cadascun dels paràmetres; només ens caldria fer-ho quan observéssim un augment relatiu d'un d'aquests.

Per veure aquest possible lligam, hem agafat les concentracions mitjanes mensuals d'un any a l'atzar dels tres contaminants més significatius com són el diòxid de sofre, els fums i el diòxid de nitrogen. (Fig. núm.3)

Si mirem la figura núm. 3, podem veure que els tres paràmetres estudiats tenen una relació evident (especialment  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}_2$ ); però així i tot es comporten força diferent. Prova d'això són els mesos d'agost i setembre en què el  $\text{NO}_2$  presenta el seu mínim absolut, mentre que pel  $\text{SO}_2$  la tendència és l'estabilitat.

Sens dubte les semblances són degudes als factors climàtics influents, mentre que les diferències es deuen al seu comportament químic i físic específic. Aquí hem d'esmentar que la presència del  $\text{NO}_2$  és el principal desencadenant de l'"smog" fotoquímic. Aquesta sèrie de reaccions en cadena provoquen la formació d'altres contaminants anomenats secundaris, en reaccionar els primaris amb els components normals de l'aire mitjançant la intervenció de l'energia lumínica.

El tipus de contaminació provocat per aquest procés, que és el cas típic de la ciutat de Los Angeles, només es pot reduir disminuint els valors d'emissió de  $\text{NO}_2$ , donat que ni tan sols es coenixen encara les reaccions que intervenen en la formació d'aquest "smog" i molt menys la seva cinètica.

#### Evolució anual durant el període 1981-1987

De les mitjanes anuals de cada estació i de la seva representació gràfica, podem intentar deduir-ne la tendència del contingut de  $\text{NO}_2$  a l'atmosfera de Barcelona.

La figura 4 ens posa de manifest l'evolució de cadascuna de les estacions de captació. Veiem que les diferents evolucions no guarden una relació constant entre si, cosa que vol dir que aquestes estacions no són supèrflues.

En l'evolució de la mitjana, o la mitjana de les evolucions, s'intueix una certa estabilitat al voltant dels 66 micrograms/ $\text{m}^3$ , trencada només pel mínim dels anys 84 i 85. No obstant això, es fa difícil aventurar la tendència amb només 7 anys d'evolució.

#### CONCLUSIONS

L'objectiu general era fer un balanç dels continguts de diòxid de nitrogen durant el període de 1981-1987 i relacionar-ho amb l'origen i les causes de l'acumulació d'aquest contaminant. Les conclusions són les següents:

1. El contingut mitjà diari de  $\text{NO}_2$  baixa gairebé en un 50% durant els dos dies del cap de setmana, com a conseqüència de la disminució del trànsit a la ciutat.
2. El contingut mitjà mensual de  $\text{NO}_2$  presenta un mínim absolut en algun dels mesos d'estiu i el seu valor màxim a l'hivern quan hi ha períodes anticiclònics persistents.
3. L'evolució de l'índex anual global presenta tendència a l'estabilitat, mentre que els índexs de cada estació tenen tendències contràries.
4. Cal augmentar la xarxa de mostreig que resulta totalment insuficient per tal d'assegurar el control desitjat dels barris i subbarris de Barcelona.

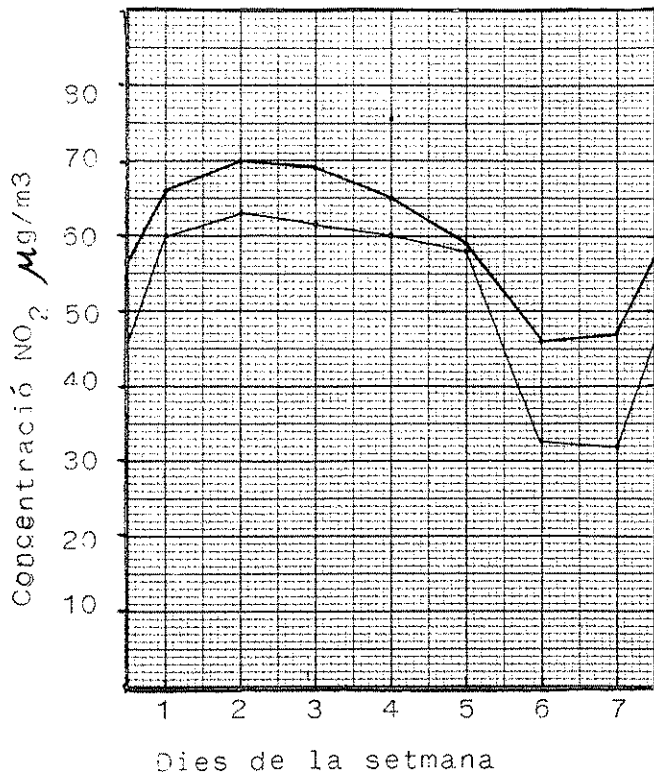


Fig. 1  
Concentració de NO<sub>2</sub> als dies de la setmana.

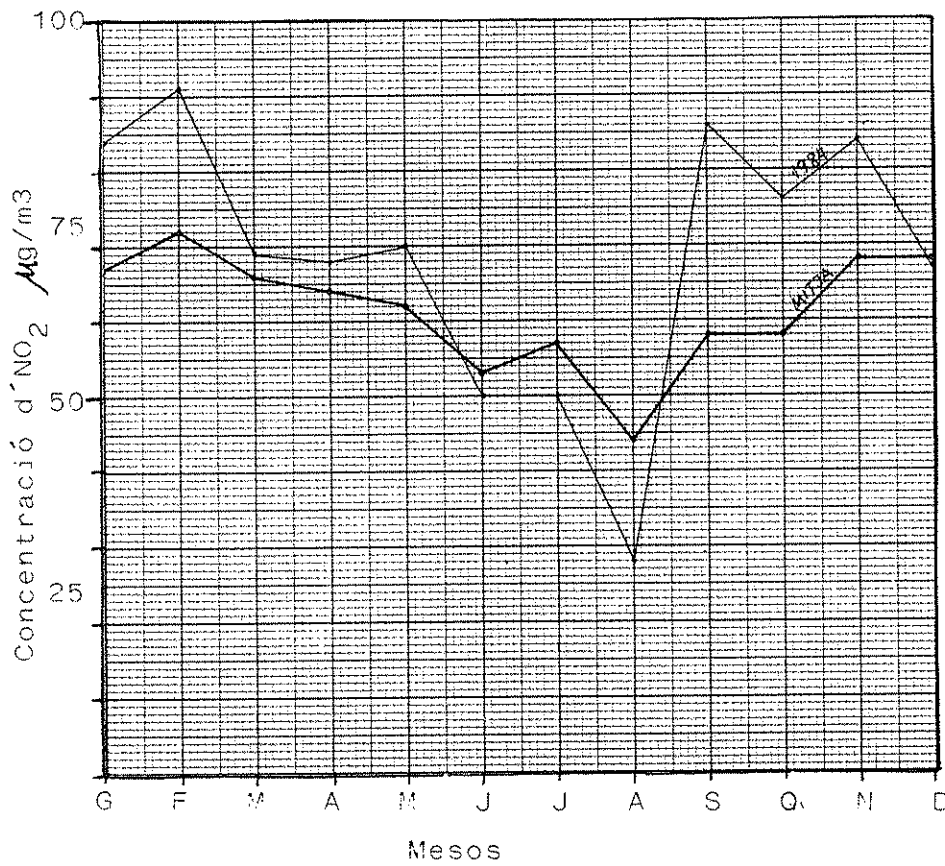


Fig. 2 Evolució del contingut d'NO<sub>2</sub> a l'atmosfera al llarg de l'any.



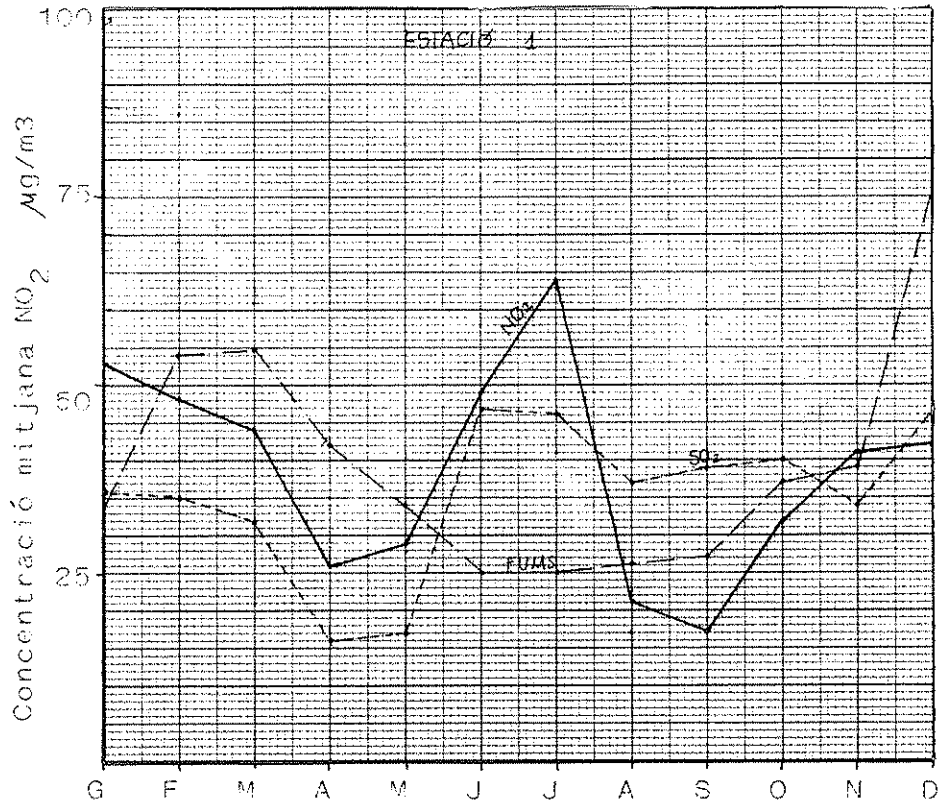


Fig. 3 Concentracions de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> i fums durant els mesos de l'any 1984 a l'estació núm. 1.

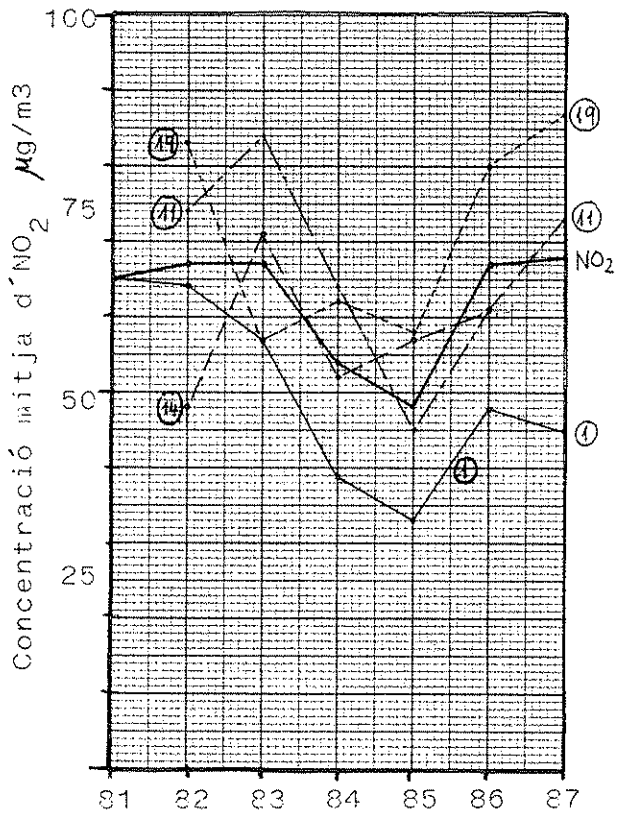


Fig. 4 Evolució dels índexs d'NO<sub>2</sub> durant els últims 7 anys.<sup>2</sup>

AMBIENT, 8<sup>a</sup> Edició, 1988.

## EL PROGRESSIU DETERIORAMENT DE LA CAPA D'OZÓ

Xavier Font i Mach  
Jesús M. Fernández González

### RESUM

En aquesta comunicació volem exposar el problema de la degradació de la capa d'ozó, estudiant les principals reaccions químiques i les conseqüències socioeconòmiques que se'n deriven.

Intentem també, donar una visió de les possibles alternatives, arribant a la conclusió de que la indústria productora de clorofluorocarbons (CFC) ha d'estar controlada per una llei reguladora.

En esta comunicación queremos exponer el problema de la degradación de la capa de ozono, estudiando las principales reacciones químicas y las consecuencias socioeconómicas que se derivan.

Intentamos también, dar una visión de las posibles alternativas, llegando a la conclusión de que la industria productora de clorofluorocarbonos (CFC) ha de ser controlada por una ley reguladora.

### INTRODUCCIÓ

Ja sigui degut al clor, a l'aviació o a la indústria, el cert és que la capa d'ozó està desapareixent. Davant d'aquests fets hem cregut important realitzar un petit estudi.

Intentem donar una visió global al problema, estudiant les reaccions que s'hi produeixen, així com les connotacions socials i econòmiques que s'hi deriven.

### OBJECTIUS

L'objectiu principal d'aquest treball és donar una visió senzilla i clara del problema. Explicant les reaccions més importants que es porten a terme en l'ozonosfera.

També intentem relacionar el problema amb la societat industrial i urbana, principal causant d'aquesta pèrdua.

Finalment volem exposar les possibles alternatives a dit problema.

## INDICIS I EVOLUCIÓ

Els primers indicis de que quelcom no anava bé a l'estratosfera van sorgir a principis dels anys setanta, després que el químic biosfèric Lovelock analitzà la atmosfera situada damunt el mar d'Irlanda. Les primeres medicions les va prendre amb detector de captació electrònic. Entre d'altres coses va descobrir petites quantitats de CFC (substàncies utilitzades en aerosols, escumes aïllants, fabricació de microxips...).

Lovelock no va donar importància al descobriment, doncs ell sabia que els CFC eren utilitzats en molts productes perquè són inerts, no són tòxics, ni inflamables i que només es deterioren amb infusions massives d'energia. Com que la capa d'ozó filtra les radiacions ultraviolades abans de que arribin al nivell més baix, evitant el deteriorament dels CFC, Lovelock va pensar que aquestes substàncies no suposaven una possible amenaça.

Després Rowland i Molina van conèixer les investigacions de Lovelock i s'hi varen interessar, descobriren que els CFC són tan estables que flotaven en la troposfera i en la capa d'ozó, restant exposats a les radiacions ultraviolades que transformen l'ozó en les seves components principals.

El que succeïa exactament era l'atac del clor envers la capa d'ozó, per això desenvoluparen unes complexes equacions matemàtiques que segons els seus càlculs el clor provocava una reacció en cadena. Aquesta, començava amb la formació de monòxid de clor i finalitzava amb 100.000 molècules d'ozó convertides en oxigen impotent.

Els dos científics iniciaren una campanya per donar a conèixer els seus descobriments, però la indústria va restar impassible, encara que després el 1978, l'Agència de protecció ambiental i el Departament d'aliments de EE.UU varen prohibir l'ús dels CFC. A la resta del món continuen però produint aerosols amb CFC.

Més tard un grup de científics que treballaven per protectorat de l'Antàrtida britànica va detectar un forat a la capa d'ozó, va seguir els nivells d'ozó amb un espectrofotòmetre Dobson, un aparell que utilitza un prisma de quarz per dividir la llum del sol en varies longituds d'ona, les que són absorvides amb més força són comparades amb les que no ho són, trobant així la quantitat d'ozó existent entre la Terra i l'estratosfera.

Durant el setembre i octubre de 1977 es van observar descensos notables en els nivells d'ozó (d'un 40%). En principi es va atribuir això a un error humà o de l'aparell, però les mesures preses més tard van donar els mateixos resultats. El maig de 1985 es va publicar un article

amb totes les dades. A l'agost de 1986 va anar un grup a l'Antàrtida que tenia una finalitat concreta, examinar les substàncies químiques de l'estratosfera antàrtica i determinar la quantitat d'ozó que es podia haver evaporat. Es va arribar a la conclusió de que el forat tenia de 20 a 50 vegades mes diòxid de clor del que es considera normal a l'estratosfera. Això no provava que els CFC fossin els culpables, però eren indicis concluints.

Aquests descobriments varen ser reforçats pel físic David Hofmann que va trobar l'altitud exacta del forat d'ozó (de 12 a 20 Km sobre l'antàrtic). Varen comprovar que l'ozó s'evapora, prenent valors relativament grans i que el forat no era homogeni, hi havia zones amb una pèrdua d'ozó d'un 90% i d'altres no mostraven pèrdua.

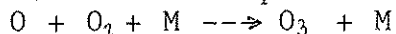
Rowland va dir que els descobriments del grup confirmaven la seva teoria, encara que hi havia una escola amb pensament contrari que deia que tot era producte de diversos corrents atmosfèrics. El que és cert, és que entremig d'aquestes discussions el forat està creixent.

El pensament actual s'inclina per l'atac del clor sobre la capa d'ozó, teoria que nosaltres intentarem explicar.

#### ESTRUCTURA QUÍMICA DE L'OZÓ

L'ozó és produït a 30-60 Km d'alçada, però a causa de la circulació atmosfèrica s'acumula en una capa situada a 25 Km. L'existència d'aquesta ozonosfera és d'una importància crucial ja que la molècula d'ozó absorbeix la radiació ultraviola solar compresa entre el 0,2 i 0,3  $\mu\text{m}$  de longitud d'ona, letal per a les formes terrestres de vida.

La formació de l'ozó respon a la següent reacció:



éssent M una altra molècula d'oxigen o nitrògen. La molècula d'ozó està constituïda per tres oxígens. La configuració electrònica de l'oxigen és:  $Z=8 \text{ } 1s^2 2s^2 2p^4$

Mirant aquesta configuració electrònica ens adonem que es tracta d'un híbrid  $sp^2$ , o sigui que és de forma plana amb tots els seus angles de 120.

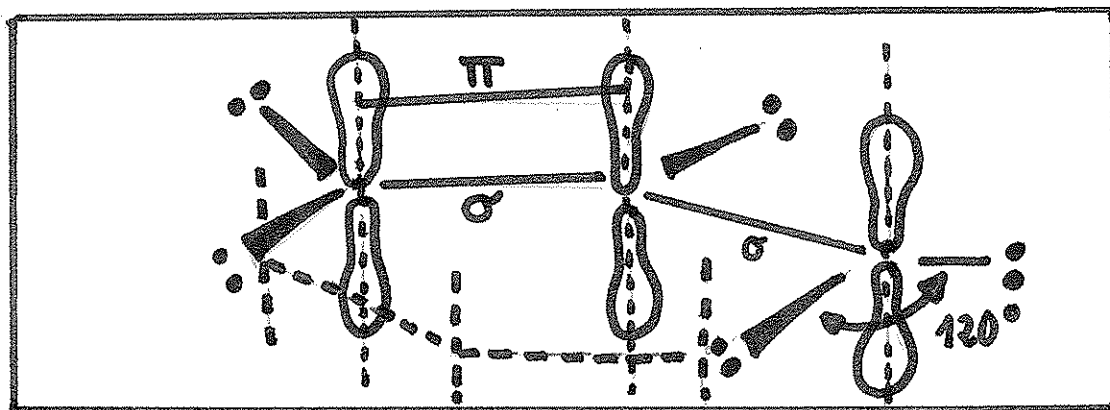


Fig. 1 Forma geomètrica del  $\text{O}_3$

Podem observar a la fig. 1, que hi trobem enllaços  $\sigma$  i també un enllaç  $\pi$ . En total la molècula té 18 electrons quedant repartits de la següent manera, mirant els enllaços i els 5 llocs d'electrons aparellats tenim un total de 14 electrons, per tant ens en falten 4, que són fruit de l'enllaç  $\pi$ . L'Altre problema que s'ens planteja és que es tracta d'una estructura en resonància, o sigui que la podem representar de dues maneres, éssent la configuració final una estructura intermitja de les dues.

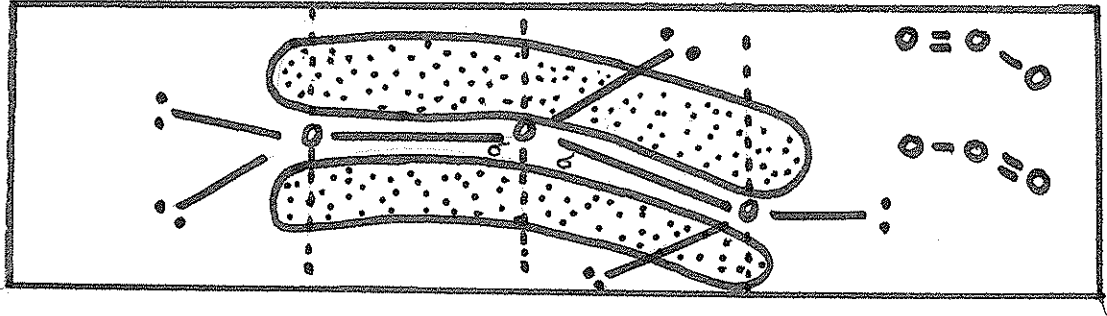
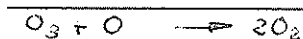
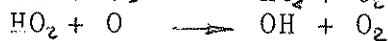
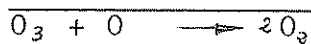
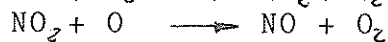
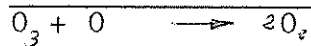
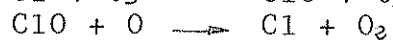


Fig. 2 Estructura en resonància de l'ozó.

#### QUÍMICA DE L'ATAC D'OZÓ

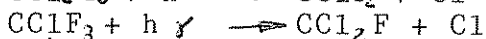
L'atac a que és sotmés l'ozó té com a principals agents, el clor, l'òxid de nitrògen i l'hidròxid, que actuen de la següent manera:



Es tracta de reaccions en cadena, o sigui que l'ènic sempre es regenera, més clar, per poc clor que posem a l'atmosfera es perd molt d'ozó. Tot seguit exposem la reacció en cadena del clor, la més estudiada actualment.

#### REACCIÓ EN CADENA DEL CLOR

Els compostos anomenats clorofluorocarbons (CFC) actuen de la següent forma:



$h\nu$  és l'energia de col·lisió, de trencament de l'enllaç

Tot es basa en la formació d'un radical de clor, que és el que ataca l'ozó. Aquest radical de clor té la següent forma:

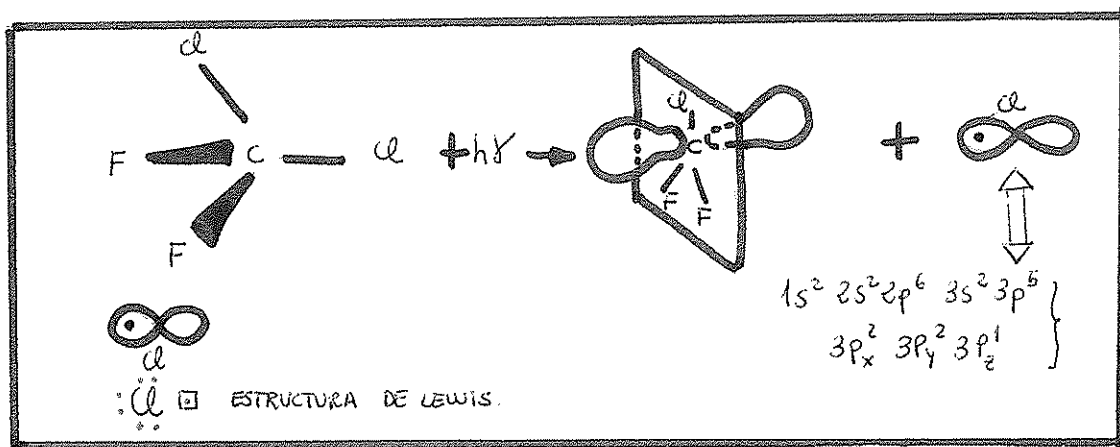
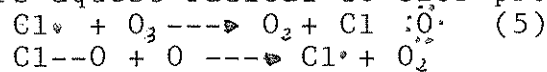


Fig. 3 Formació del radical de clor.

Llavors aquest radical de clor produeix la reacció:



Com podem observar es tracta que el radical de clor - reacciona amb l'ozó, donant  $\text{O}_2$  i formant el compost  $\text{Cl}-\text{O}$  - que amb la reacció amb l'oxigen trenca el seu enllaç, tornant a quedar el radical de clor inicial i  $\text{O}_2$ . Si sumessim les dues semireaccions obtindriem com a resultat la reacció (1), aquí podem observar el que deiem abans, el clor es torna a regenerar i l'ozó desapareix en grans quantitats. ¿Es parará algun cop la reacció en cadena?, sí, quan el xoc entre molècules no sigui en la direcció adequada. Però el problema és que no tan sols funciona una cadena si no que en funcionen moltes al mateix temps.

#### IMPLICACIONS SOCIOECONÒMIQUES

Durant el llarg procés d'averiguar les causes de les pèrdues d'ozó, els científics van mantenir una gran discussió amb els industrials, al intentar demostrar que els causants eren els CFC. Perque ens fem una idea de la producció d'aquests elements i la seva implicació econòmica, tot seguit exposem la següent taula.

Aplicació, tipus de CFC utilitzats	Principals característiques	Interaccions en la societat
Refrigeració: CFC-11 CFC-12 CFC-22 CFC-500	Propietats termodinàmiques, seguretat i cost	Frigorífics, magatzems d'alimentació i restaurants
Escumes plàstiques CFC-111 CFC-12	Propietats termodinàmiques, seguretat i cost	Aïllants plàstics i indústria alimentària

#### PRINCIPALS ALTERNATIVES

Tot seguit donem a conèixer les principals solucions:

Alternatives directes	Conseqüències	
Refrigeració	Amoníac i dioxid de sulfur	Més tòxic,combustible i explosiu
Aire acondicio nat	Amoníac i dioxid de sulfur	Més tòxic,combustible i explosiu
Escumes plàs tiques	Pentà	Perd propietats aï - llants,combustible i tòxiques

### CONCLUSIONS

1) El principal causant de la pèrdua d'ozó són els CFC. -

2) Degut a les seves reaccions en cadena, el desgast de la capa d'ozó és molt considerable per a petites quantitats.

3) Creiem que és important establir una llei reguladora de la producció industrial dels agents causants.

4) Cal esmentar que seria important donar a conèixer el problema a nivell popular, per tal de sensibilitzar la actitud personal enfront del medi ambient. -

### REFERÈNCIES

Lember,Lois R.-Layman,Patricia L.-Lekowski Will-Zurer, Pamela S. (1986). The Changing Atmosphere. Chemical-Engineering News. Special Issue, pàg.15-63.

Rupell Ellen,Stell. (1987). El misterioso agujero de ozono. Omni, nº 13, pàg. 20-27.

Taubes Gary,Allan Chen. (1987). ¿Quién se lleva el ozono? - Algo, pàg.8-17.

Gran Enciclopedia Catalana (1986), 2ª edició.Enciclopedia - Catalana S.A., Volum 3, pàg. 333.

AMBIENT, 8ª Edición, 1988.

CIRCULACIÓN ATMOSFERICA  
INFLUENCIA SOBRE LA CONTAMINACION

Javier del Agua Razquin

RESUMEN

La emisión de contaminantes a la atmósfera es un fenómeno inherente a la industria y la vida cotidiana, y casi imposible de evitar. Ahora bien; lo que si es posible, es tratar estos contaminantes mediante métodos físicos y químicos antes de emitirlos al exterior, para reducir todo lo posible sus efectos nocivos, así como estudiar el lugar idoneo donde estos puedan ser emitidos.

Esta comunicación trata de los efectos de la circulación atmosférica en la dispersión de la contaminación.

L'emissió de contaminants a l'atmosfera és un fenomen inherent a l'industria i la vida quotidiana, i quasi impossible d'evitar. Ara bé; el que si és possible, és tractar aquests contaminants mitjançant mètodes físics i químics abans d'emetre'ls a l'exterior per reduir al màxim els seus efectes nocius, així com estudiar el lloc idoni on puquin ser emesos.

Aquesta comunicació tracta dels efectes de la circulació atmosfèrica en la dispersió de la contaminació.

INTRODUCCION

En la tierra hay dos grandes sistemas fluidos que transportan energía y masa, la atmósfera y los océanos. Ambos están alimentados con la energía solar. Con respecto a la circulación general, tanto en la atmósfera como en los océanos, sus principios son los de una máquina térmica accionada por las diferencias de calor originadas como consecuencia de las diferencias en radiación de una región a otra.

Distinguiremos tres escalas atmosféricas, fig. 1.



nombre	tiempo	escala	
		horizontal	vertical
Microescala	1 s - 1 hora	1 mm - 1 Km	1 mm - 10 m
Mesoescala	1 hora - 1/2 día	1 Km - 100 Km	10 m - 1 Km
Macroescala	1/2 día - 1 semana	100 Km - Hemisferio	1 Km - 20 km

Fig. 1 Escalas atmosféricas de tamaño y tiempo.

Estas tres escalas están interrelacionadas entre sí; pero en esta comunicación nos centraremos en la Mesoescala, puesto que es la más indicada para un estudio local de la dispersión de la contaminación.

### OBJETIVOS

El objetivo de esta comunicación es mostrar los mecanismos principales para la formación del viento y otros fenómenos atmosféricos y su influencia sobre la contaminación.

### FUERZAS EN LA ATMOSFERA

Hay dos clases de fuerzas que afectan los movimientos en la atmósfera: Las que existen independientemente del estado de movimiento del aire; (fuerzas gravitatorias y de presión) y las que surgen sólo después de que se inicie el movimiento, debidas a efectos de fricción, centrífugas y de coriolis. Aquí trataremos sólo de las primeras, puesto que son las que dan origen a circulaciones atmosféricas dentro del ámbito de la mesoescala.

#### Fuerzas iniciadoras

La única forma de que una burbuja de aire esté sometida a una fuerza en cualquier dirección es si se ejerce más presión en un lado que en el otro. La fuerza por unidad de volumen de un fluido es directamente proporcional al gradiente de presión ejercido sobre ella. En la atmósfera el gradiente de presión está casi completamente dirigido en la vertical. En cuanto que existe un gradiente de presión, hay una fuerza que tiende a acelerar el aire en la dirección del gradiente.

#### Circulación térmica

Si el descenso de la presión con la altura fuese el mismo sobre toda la tierra, las superficies de igual presión, superficies isobáricas, se encontrarían a la misma

45

altura sobre la superficie. Esta uniformidad no suele existir, sino que el descenso de la presión con la altura cambia de un sitio a otro, con el resultado que las superficies isobáricas cambian presentando una pendiente, fig. 2. El descenso de presión es más rápido en la izquierda de la figura. La intersección de las superficies isobáricas con cualquier plano horizontal, nos da unas líneas, las isóbaras. En el mapa a 1 500 metros, a la derecha hay alta presión y a la izquierda baja, existiendo un gradiente de presión normal a las isóbaras dirigido de alta a baja presión.

Cuando existe tal gradiente de presión hay una fuerza que tiende a acelerar el aire en la dirección de este gradiente. La fuerza es proporcional a la pendiente, o intensidad de tal gradiente. Con esta información, examinemos como se inicia una brisa por calentamiento local.

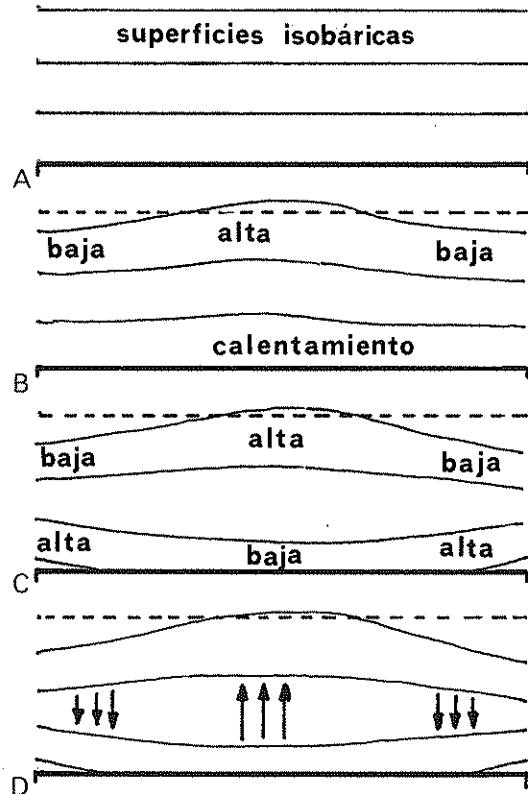
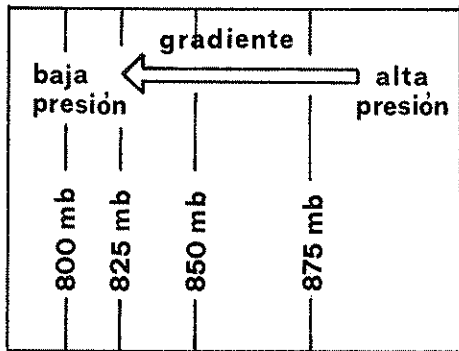
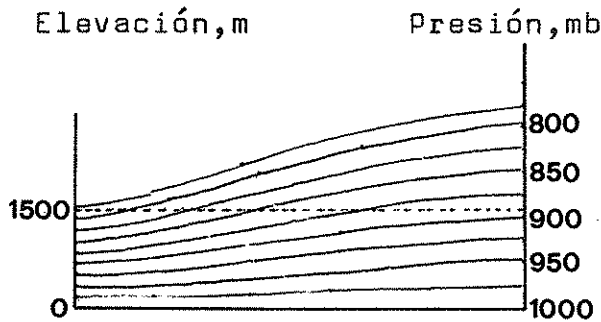


Fig. 2 Superdícies isobáricas, sección vertical y mapa isobárico

Fig. 3 Modelo hipotético del sistema circulatorio convectivo.

En (A), fig. 3, se indican las condiciones iniciales de presión, descendiendo con la altura y superficies isobáricas horizontales. No existen gradientes de presión ni fuerzas en el plano horizontal. En (B) se indica que las capas de aire en el centro, han sido calentadas expandiéndose y levantando las superficies isobáricas.

A cierta altura, como se indica en la línea de trazos la presión es relativamente alta en el centro y baja en los lados, dando lugar a un gradiente de presión. Como consecuencia del cual el aire empieza a moverse en la dirección de este gradiente. En (C), sin embargo, la acumulación de aire a alto nivel sobre las regiones de baja presión da lugar a que se originen dos zonas de alta presión en la superficie mientras que la pérdida de este aire da lugar a que se forme una zona de baja presión en el centro. Las nuevas zonas de alta y baja presión originan un gradiente en la superficie de sentido contrario al del nivel alto. En consecuencia, el aire comienza a moverse desde los lados hacia el centro cerca de la superficie como indicamos en (D). Una vez completo el circuito, aire caliente asciende en el centro y aire frío desciende por los lados, la circulación indicada consta de dos celdas y dura mientras se aplique calor en el centro.

#### PROCESOS ADIABATICOS

El aire desplazado verticalmente experimenta cambios rápidos de presión, como respuesta a estos cambios, el volumen y/o la temperatura deben cambiar asimismo. Suponiendo que el calor que la burbuja gana por conducción, convección o radiación es suficientemente lento, como suele ocurrir en realidad, los cambios de temperatura se deben casi exclusivamente a cambios de volumen. Supondremos también para simplificar los razonamientos que durante el desplazamiento vertical del aire, no tienen lugar cambios de fase del agua. Teóricamente, el proceso ideal durante el cual no hay absolutamente ningún intercambio de calor con el medio que le rodea se llama proceso adiabático. El desplazamiento adiabático seco en la vertical hacia arriba de una burbuja de aire es según estudios de Williamson (1973), un proceso con un enfriamiento de unos 10 C por Kilómetro de ascenso.

#### Estabilidad vertical

La habilidad de la atmósfera de iniciar y mantener movimientos verticales depende de su estabilidad. Una atmósfera estable es aquella que inhibe los movimientos verticales; es inestable cuando los amplifica, y neutra si no los afecta.

La flotabilidad de una burbuja de aire depende de su densidad relativa a la del medio. Más densa implica más fría y más ligera implica más caliente que el aire que la rodea. Así pues la relación entre el perfil de temperatura, que seguiría una burbuja de aire en sus desplazamien-

tos verticales y el perfil real de la atmósfera, determina la estabilidad de tales desplazamientos. La variación de temperatura con la altura se denomina perfil de temperatura. El gradiente medio real de temperaturas en la Troposfera es de  $-6,5$  C por Kilómetro de ascenso. Cuando la temperatura aumenta con la altura, gradiente positivo, se dice que existe una inversión de temperatura, que dificulta enormemente la dispersión.

En la figura 4 del anexo, las líneas sólidas representan el perfil real de temperaturas, y la línea de trazos el perfil de temperaturas, adiabático, que sigue en sus desplazamientos verticales la burbuja de aire situada inicialmente en A. En (a), si la burbuja de aire asciende a B, su temperatura es menor que la del aire a la misma altura B' es por tanto más densa que éste y se hunde hasta A. Si la burbuja baja a C, su temperatura es más alta que la del aire a la misma altura C'; es menos densa que éste y regresa a A, por flotación. El proceso descrito es un caso de estabilidad atmosférica. En (b), siguiendo el mismo razonamiento, encontramos que cualquier movimiento vertical de la burbuja, queda amplificado. Esto da lugar a inestabilidad. (c) y (d) representan respectivamente un perfil isotérmico con estabilidad moderada y una inversión de temperatura con gran estabilidad y poca capacidad de mezcla vertical.

#### INVERSIONES DE TEMPERATURA

Una inversión de temperatura inhibe la mezcla y dispersión de contaminantes emitidos dentro de ella. Los tipos de inversión son: inversión por radiación. Es común durante la noche, en cielo despejado con calma. El suelo pierde calor y enfría las capas de aire vecinas; inversión por advenimiento. Es también una inversión de superficie si se forma cuando aire caliente sopla sobre una superficie más fría; inversión por subsidencia. La inversión por radiación se rompe con el calentamiento solar, pero los contaminantes quedan atrapados en la inversión por subsidencia; inversión frontal. Suele ser transitoria; inversión por evaporación. De poco interés en la contaminación del aire, puede formarse tras un chaparrón de verano. El agua al evaporarse enfría el suelo rápidamente.

#### COMPORTAMIENTO DE UN PENACHO CON RESPECTO AL PERFIL DE TEMPERATURAS

(a) Lazo serpenteante. Figura 5. Ocurre con un perfil de temperaturas superadiabáticas. Con el calentamiento del suelo se inician corrientes ascendentes, en el aire inestable. La difusión es muy activa.

(b) Cono. Ocurre con un perfil de temperaturas entre el adiabático y el isoterma. El penacho tiende a asumir forma cónica y llega al suelo a más distancia que con el tipo lazo. Ocurre con vientos moderados.

(c) Abanico o cinta. Ocurre con aire muy estable cuando los afluentes se vacían en una inversión, normalmente de radiación o de advenimiento. La mezcla vertical es casi inexistente.

(d) Perfil elevado. Ocurre cuando existe una capa de aire superadiabático inestable sobre una inversión de superficie. La difusión es rápida hacia arriba pero no hacia abajo.

(e) Atrapamiento. Ocurre cuando existe una inversión alta, por subsidencia anticiclónica o frontal, y el penacho no puede atravesarla. Los efluentes quedan virtualmente atrapados debajo de ésta.

(f) Fumigación. Ocurre cuando los contaminantes invertidos o atrapados en un proceso de abanico o cinta son arrastrados al suelo por las corrientes térmicas convectivas originadas por calentamiento solar del terreno. Los procesos de fumigación son de una importancia primordial en las áreas españolas con la formación de inversiones por advenimiento en las costas y de radiación, en el resto de la península.

## CONCLUSIONES

El estudio realizado para esta comunicación, permite concluir que:

(1) La dispersión de los contaminantes es tan importante como la propia composición de dichos contaminantes.

(2) Un estudio, sobre la dispersión de contaminantes, debe ser exhaustivo y con obtención de numerosos datos del medio ambiente para su posterior análisis.

## REFERENCIAS

Millán, M. (1974). Semana de formación en técnicas y equipos de medición, control y prevención de la contaminación atmosférica. Organizada por la cámara oficial de comercio, industria y navegación de Barcelona.

G/S

ANEXOS

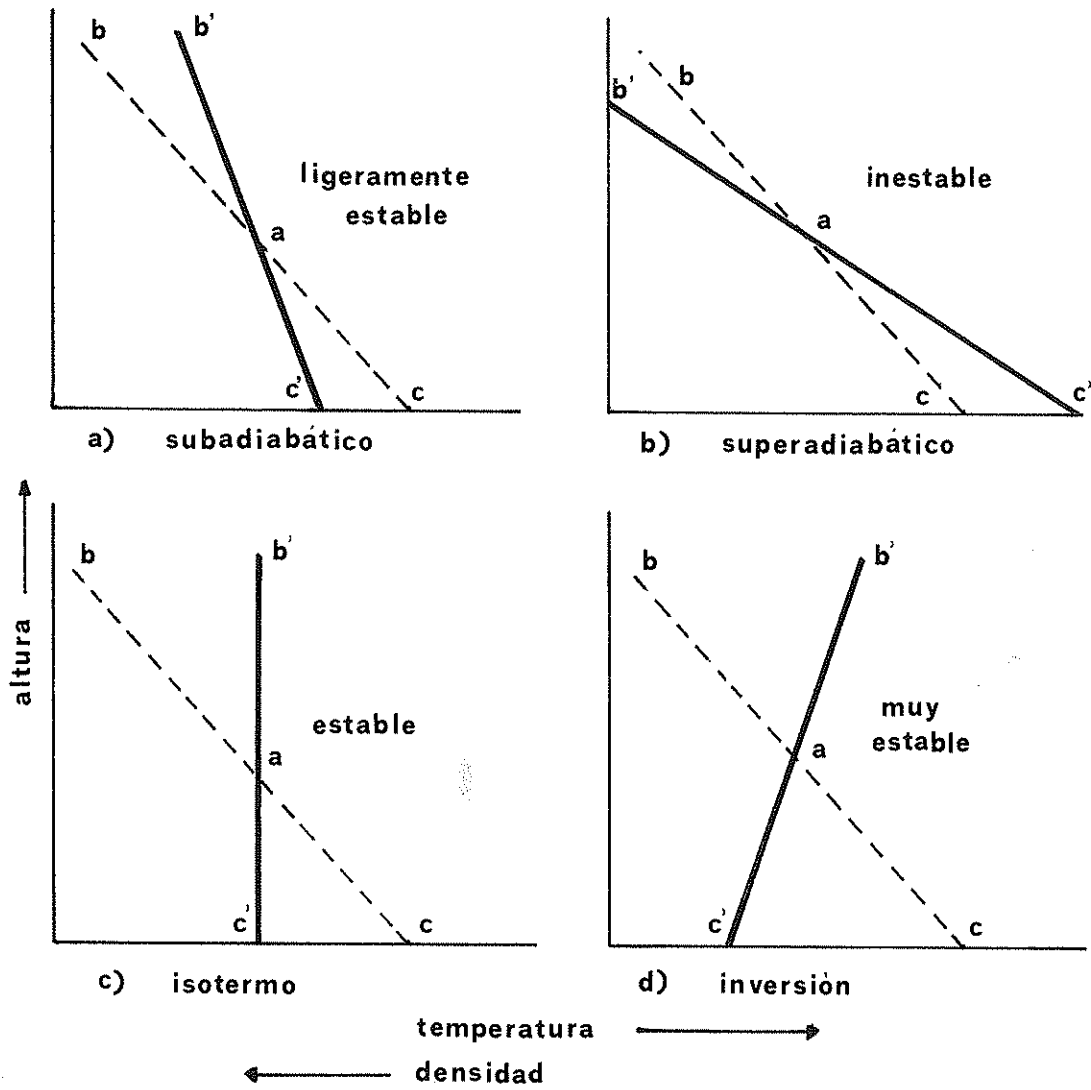


Fig. 4 Perfil de temperaturas real (línea sólida) y perfil de temperaturas adiabático, (línea de trazos).

2/5

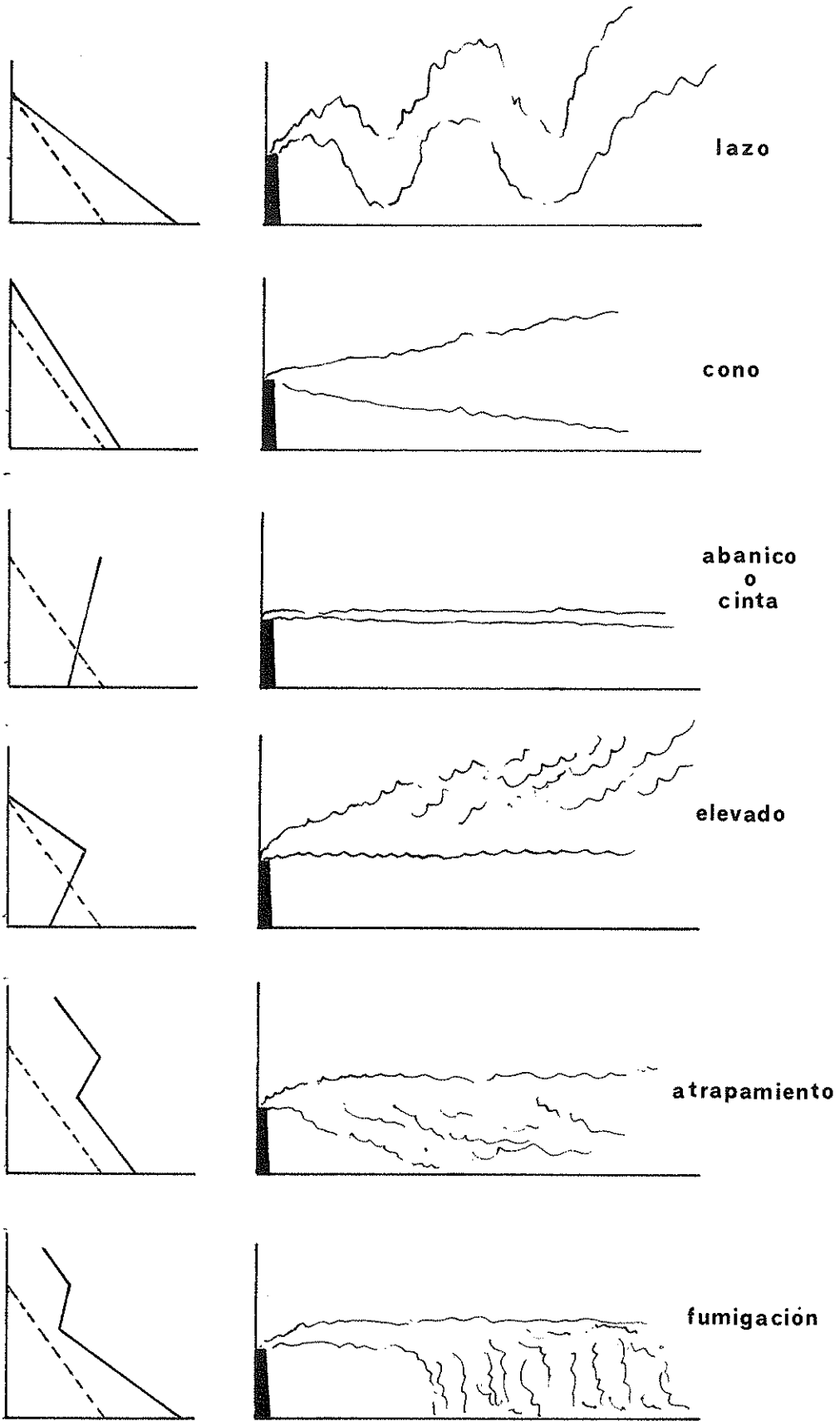


fig. 5 Comportamiento de un penacho con respecto al perfil de temperaturas.

8/8

AMBIENT, 8ª Edición, 1988.

EL ABASTECIMIENTO DE AGUA  
EN LAS CIUDADES ROMANAS

Martín Camacho Martínez

RESUMEN

En este trabajo se ha hecho un repaso de las principales cualidades de los ingenieros romanos. Sorprende la durabilidad de sus obras junto a su estricto sentido de la economía, que les llevaba a emprender las grandes obras sólo cuando era imprescindible. Sin embargo es también destacable su ignorancia acerca de algunas leyes fundamentales de la Hidráulica.

No obstante sus acueductos funcionaban. También se han estudiado las principales obras para abastecer de agua a las ciudades, así como su calidad y gestión.

En aquest treball s'ha fet un repàs de les principals qualitats dels enginyers romans. Es sorprenent la durabilitat de les seves obres amb un estricte sentit de l'economia, que els portava a fer grans obres només quan era imprescindible. Però també és destacable la seva ignorància d'algunes lleis elementals de la Hidràulica.

Tot i això els aqüeductes funcionaven. També s'han estudiat les principals obres per proveir d'aigua les ciutats, així com la seva qualitat i gestió.

INTRODUCCION

Tradicionalmente se ha tomado a los romanos como los mejores ingenieros de la Antigüedad, lo cual es cierto. Sin embargo no fueron los primeros en darse cuenta de la necesidad de abastecer a sus ciudades con un flujo de agua constante.

Otras culturas, como griegos y etruscos, fueron los pioneros en este sentido. Como ejemplo se podía citar el sifón de Pérgamo, claramente prerromano, con una longitud de cerca de 3 km y una profundidad de 190 m.



Una opinión ampliamente generalizada es la atribuye a los ingenieros romanos la construcción de grandes obras para salvar cualquier situación técnica. Nada más lejos de la realidad. Sólo se realizaban las grandes construcciones cuando era la única solución viable, al igual que haría una empresa moderna.

## OBJETIVOS

El fin de este trabajo es el de establecer un estudio sobre la ingeniería hidráulica romana, aplicada al abastecimiento de agua para las ciudades.

Para ello se ha realizado la descripción de un acueducto-tipo y se han destacado los perfiles que caracterizaban al ingeniero romano. Estos son:

- Su carácter eminentemente empírico y nada teórico.
- Su preocupación por obtener unos costos bajos.
- La herencia recibida por otras culturas en este campo.

## ABASTECIMIENTO DE AGUA

Los romanos han pasado a la Historia con la fama de ser los mejores ingenieros de la Antigüedad. Junto a los griegos desarrollaron una técnica capaz de construir grandes obras con el objeto de abastecer de agua a sus ciudades.

Sin embargo los ingenieros romanos utilizaban criterios económicos similares a los actuales para levantar sus obras; las grandes construcciones eran evitadas en lo posible y sólo se recurría a ellas en casos extremos. Siguiendo este principio los acueductos se limitaban a circundar los montes que tenían que salvar y sólo se construían puentes o sifones para atravesar los valles.

Pronto se dieron cuenta de la necesidad que tienen las ciudades de obtener un flujo regular de agua. Esto, unido a la creciente urbanización de la cultura romana, impulsó el desarrollo de una ingeniería hidráulica. No obstante el desarrollo de dicha técnica fue totalmente empírico y sus grandes obras sufrieron a menudo modificaciones posteriores a su acabado. Causa sorpresa la ignorancia de los ingenieros romanos acerca de algunas de las más elementales leyes de la Hidráulica.

Como ejemplo podemos citar el hecho de que sabían que el caudal de agua depende de la sección del canal, pero desconocían que también depende de la velocidad del fluido.

## PRINCIPALES CONSTRUCCIONES

Los acueductos romanos captaban el agua en fuentes y torrentes.

Esta se canalizaba y discurría hasta la ciudad. Para conseguirlo se construían diversos tipos de obras que podemos clasificar así:

- Presas para la captación del agua al inicio de la presa.
- Canales abiertos y subterráneos.
- Puentes.
- Sifones invertidos.
- Túneles.

La cabecera de los acueductos la formaban grandes presas donde se almacenaba el agua. Estaban construidas mediante un gran dique de tierra reforzado a ambos lados por piedras de cantería. Su principal innovación eran los aliviaderos que evitaban el derrumbe si el agua las rebosaba.

La construcción de estos embalses constituye un gran avance, ya que permitía mantener un flujo continuo de agua en el acueducto.

Desde los aliviaderos de los embalses salía el acueducto. Si la superficie era lo suficientemente regular se usaba la propia pendiente natural del terreno para el trazado del canal. Este era al descubierto o subterráneo.

Los ingenieros romanos se habían dado cuenta de las ventajas de construir los canales enterrados bajo el nivel del suelo. No están expuestos al calor y sufren menos desperfectos. Para la reparación y mantenimiento de estos tramos se hacían pozos verticales a intervalos regulares.

El canal descubierto solía estar asentado en pequeños terraplenes, excepto en las ocasiones en las que era necesaria la construcción de una obra mayor para mantener la pendiente constante.

El principal problema en este tipo de tramos era precisamente su accesibilidad. Tanto en los descubiertos como en los subterráneos (especialmente si éstos eran accesibles mediante un pequeño pozo) el robo de agua y los desperfectos causados eran motivo de fluctuaciones en el caudal y de la baja en la calidad del agua.

Más espectacular, aunque rara, era la construcción de puentes y sifones invertidos. A este tipo de obras se recurría en caso inevitable. Como el cruce transversal de un valle.

Se han realizado las más diversas hipótesis acerca de las causas por las que los ingenieros romanos construían un puente en lugar de un sifón o al revés. Según N. Smith (1978) y T. Hodge (1985) la elección de un sistema u otro venía determinada por la profundidad del valle que tenía que atravesar el acueducto.

Ambos coinciden en señalar la incapacidad de construir puentes

con una altura superior a los 50 m. De este modo los romanos se decidían por la solución del puente si la profundidad del valle era inferior y por el sifón si era superior.

La explicación reside en el hecho de que la técnica empleada para construir los puentes, así como los materiales empleados, tenían fallos en el asentamiento de la estructura.

En este tipo de obras los romanos volvieron a demostrar su sentido de la economía ya que aprovechando un solo puente se superponían diversos acueductos uno encima del otro. De esta forma se evitaban la construcción de otros puentes.

Como ejemplo podemos citar el complejo de abastecimiento de agua de Roma, con sólo un 5% del recorrido llevado sobre puentes. Sin embargo esta solución parece que no dio los resultados apetecidos. Muestra de ello son los largos periodos de reparación a los que estuvieron sometidos. La causa principal fueron, casi con toda seguridad, las filtraciones.

Los sifones invertidos ( en forma de u ) se construían en aquellos valles cuya profundidad era superior a los 50m. Un conjunto interesante era el sistema de abastecimiento de Lyon, que poseía nueve sifones.

El sifón partía del depósito receptor del cual salían una serie de nueve tuberías de plomo de unos 25 cm de diámetro. Los conductos descendían por una rampa hasta el suelo donde recorrían la ladera bajo tierra. Al llegar a la parte más profunda del valle se construía un pequeño puente sobre el cual pasaban las tuberías que volvían a ascender por la ladera opuesta hasta otro depósito.

Pese a las dificultades que entraña la complejidad del sistema, éste funcionaba. Para ello se le daba un acentuado gradiente hidráulico con el fin de mantener el flujo del agua. El pequeño puente en el fondo del valle servía para suavizar los codos de las tuberías y de este modo reducir las presiones debidas a la circulación del agua.

El porqué no se construyeron sifones para salvar profundidades inferiores a los 50 m se debe, según T. Hodge (1985) a un factor de costes. En el anteriormente citado complejo de Lyon se necesitaron cerca de 15000 toneladas de plomo. Pesé'a que éste se obtenía en abundancia como subproducto de la extracción de la plata su transporte y elaboración para hacer los tubos era una tarea demasiado difícil y costosa.

Finalmente hemos de considerar como grandes obras en un acueducto a los túneles y las arquerías.

Los primeros eran casi siempre rechazados por la ingente tarea que representaban. La solución más comúnmente aceptada era la de circundar el monte en vez de atravesarlo.

Las arquerías eran en esencia puentes de poca altura y gran longitud. Se construían en llanos u hondonadas para mantener constante la pendiente del acueducto.

Al final del recorrido el agua era recogida en grandes depósitos que la distribuían por toda la ciudad.

#### GESTION Y CALIDAD DEL AGUA

Todas estas grandes obras no hubieran servido de nada en el caso de no existir una eficiente gestión de recursos. De hecho tras la caída de Roma estas instalaciones cayeron en el olvido por no ser gestionadas.

La cantidad de agua que podían suministrar a una ciudad el conjunto de sus acueductos que la abastecían es de difícil cálculo. Pese a que conozcamos las secciones de los canales no sabemos si funcionaron a pleno rendimiento, ni su pérdida por robo o filtraciones.

Se sabe que es difícil que todos los acueductos llegaran a funcionar al mismo tiempo, puesto que tenían frecuentes fallos y las reparaciones podían durar años.

Pese a todo el caudal de agua que llegaba a la ciudad debía ser abundante para las exigencias de la época. Y tenía que ser así, puesto que los romanos no disponían ni de grifos ni de válvulas.

En cuanto a la calidad del agua no era muy alta si seguimos los patrones actuales, como son la turbiedad, color, transparencia. Este problema se acentuaba si la toma se efectuaba directamente de algún río. En las estaciones en las cuales el río venía turbio el agua presentaba un pobre aspecto.

Otra dificultad era debida a los pozos excavados en los tramos subterráneos para robar agua. Por ellos iban entrando impurezas que enturbiaban el agua.

Estas deficiencias en la calidad del agua desaparecieron en gran parte con la construcción de las presas al inicio del acueducto. De esta forma se evitaba la turbiedad del agua.

Donde sí tenían los ingenieros romanos problemas era en las tomas de agua donde ésta fuera dura ( con gran presencia de calcio fundamentalmente ). Esto ocasionaba la formación de filtraciones y de capas de precipitado en el interior de los sifones. Debido a

esto tenían que limpiar asiduamente las tuberías. Esta operación motivaba la paralización de los acueductos durante largos periodos de tiempo.

#### CONCLUSIONES

Tras este breve estudio se puede llegar a una serie de conclusiones:

- 1- La herencia recibida en esta técnica, especialmente de los griegos, fue fundamental.
- 2- El desconocimiento, por parte de los ingenieros romanos, de algunos principios básicos de la Hidráulica.
- 3- El carácter práctico y empírico con el que se hacían las construcciones.
- 4- La preocupación en obtener unos costos bajos.
- 5- La construcción de las grandes obras era llevada a cabo cuando era la única solución viable.
- 6- En los acueductos el número de puentes y sifones era el mínimo posible.
- 7- El correcto funcionamiento del sistema sólo podía llevarse a cabo con una eficiente gestión del agua.
- 8- La calidad del agua que llegaba a las ciudades era mediana.

#### REFERENCIAS

- N. Smith (1978). Tecnología hidráulica romana. Investigación y Ciencia, Nº 22, pág. 88-95.
- A. Trevor (1985). Sifones en los acueductos romanos. Investigación y Ciencia, Nº 107, pág. 80-86.

AMBIENT, 8ª Edición, 1988.

## LA RED HIDROGRAFICA EN LA MALLORCA PREINDUSTRIAL

Sebastián Ribot Florit  
Carlos Martín Ribas Rotger

### RESUMEN

En esta comunicación exponemos un ejemplo de ingeniería popular, en concreto, el conjunto de elementos usados en Mallorca para la captación, la distribución y el almacenamiento de agua lo que constituye un sistema algo peculiar dada la ausencia de ríos, lagos... en la isla. Con ello comprobamos cómo el hombre antiguo se deshacía simplemente con la experiencia acumulada, generalmente sin grandes conocimientos técnico-científicos, y algunas soluciones son aún hoy plenamente vigentes.

En aquesta comunicació exposem un exemple d'enginyeria popular, en concret, el conjunt d'elements emprats a Mallorca per la captació, distribució i emmagatzament d'aigua, el que constitueix un sistema una mica peculiar donada l'absència de rius llacs,... en l'illa. Amb això comprovem com l'home antic es desfeia només amb l'experiència acumulada, sense grans coneixaments tècnic-científics en general i algunes solucions són avui completament vigents.

### INTRODUCCION

Debemos pensar que el principal problema que surge sobre la cuestión del agua en Mallorca o en cualquier isla sin ríos es que no es posible ningún tipo de ayuda exterior. No tendremos la posibilidad de traer el agua de otras zonas ya que resultaría económicamente inviable amén de las dificultades técnicas que conllevaría el proyecto. Ante esta situación, la única solución posible proviene de un mejor aprovechamiento de los recursos propios. Todas las propuestas para solucionar el problema del agua en Mallorca han hecho hincapié en este aspecto.

Una de las soluciones aportadas ya desde antiguo fue la construcción de los "marges". Se deben a que Mallorca carece de dos cosas: suficiente agua y suficiente tierra para cultivar. Y al tiempo sobran piedras. La superficie mallorquina está compuesta de una masa de piedras cubierta por una capa de tierra fina o más gruesa. Así en cualquier terreno de cultivo acaban por aparecer las piedras; los payeses comentan que "sa terra plora pedres".

Aunque este trabajo trata de la Mallorca preindustrial indicamos sucintamente que el problema hoy no ha sido totalmente resuelto e incluso se ha agravado en algunos aspectos como el de la salinidad de las aguas subterráneas por la sequía de los últimos años y el consumo excesivo debido al turismo.

## OBJETIVOS

Así pues, vamos a tratar sobre el sistema empleado para recoger el agua de lluvia y para aprovechar bien los recursos y depósitos naturales a fin de tener el agua necesaria para la agricultura, sector primordial en esa época, y para el consumo humano. Iremos describiendo los principales componentes de esta red ("marges", cisternas, molinos,...) y el papel que juegan en ella. Sin embargo, podríamos decir que el objetivo de fondo trasciende a mostrarnos un claro ejemplo de ingeniería popular.

## DESARROLLO

Un margen, "marge" o "marjada", que son casi sinónimos, consiste en la construcción de un muro de piedra seca generalmente en las laderas de las montañas con el posterior relleno de tierra del espacio situado entre el muro y la pendiente de la montaña. A la zona de cultivo creada se le denomina terraza.

Se trata, en consecuencia, de disponer piedras una sobre la otra sin ningún tipo de unión entre ellas, es decir, no vamos a disponer de ningún tipo de cemento lo cual nos lleva a pensar en el origen milenario que tienen.

Se sitúa generalmente en las laderas de las montañas porque una de las funciones que tienen es la de permitir el cultivo en las mismas. Sin los márgenes, el agua al llover arrastraba toda la materia orgánica dejando la montaña sin la tierra necesaria para el crecimiento de plantas lo que hacía imposible el cultivo pudiendo destinarse únicamente a pastos o quedando inaprovechable. Con los márgenes, se allanó artificialmente el terreno y se consiguió así poder cultivar en zonas de montaña.

En zonas de llanura, también vamos a poder encontrar márgenes, ahora bien, la función que cumplen en este caso es, o bien de delimitación del terreno, o bien corregir ligeros desniveles a fin de facilitar la labor de cultivo y arado de la tierra.

Debemos remarcar que el perfil al que dan lugar los márgenes en la montaña es una especie de escalinata de grandes proporciones. Los márgenes se dispondrán a distintos niveles existiendo zona de paso de una terraza a la contigua superior e inferior; con la terraza inmediata superior puede haber en ciertos casos una escalera hecha también de piedra seca y que se incrusta en los márgenes.

El origen de estas construcciones cabe situarlo en lo

que se ha venido en llamar la ingeniería popular, cómo el hombre a través de una experiencia acumulada durante siglos ha sido capaz de desarrollar una técnica constructiva sin tener en cuenta ningún tipo de conocimiento científico, solamente basándose en la experiencia, en el método del acierto error ha logrado construir muros que al cabo de cientos de años aún resisten las acometidas de la tierra.

Históricamente, los márgenes serían fruto de la herencia de la cultura talaiótica. En unos últimos hallazgos arqueológicos se ha demostrado la existencia de sistemas similares en épocas prehistóricas. Así llama la atención una acequia de piedras que cruza el núcleo central de las viviendas. Desciende en diagonal desde el vértice noroeste de la muralla. Al principio se pensó que bien podía tratarse del abrevadero del ganado, aunque su situación no era la más adecuada para ello. La proximidad de las viviendas, prácticamente formando parte del canal, hace suponer que aquel poblado poseía un sistema para transportar el agua corriente directamente a las casas. No se han descubierto manantiales ni pozos en los alrededores, pero sí un receptáculo que podría haber sido un depósito de agua. Nos hallamos ante una obra de ingeniería singular para un poblado tan alejado de nuestros días y que viene a demostrar el sentido práctico de nuestros antecesores.

Ahora bien, tuvieron su época de esplendor en tiempos de la dominación árabe de Mallorca. Fueron los árabes quienes introdujeron los márgenes dentro de su sistema hidrográfico.

Estos al llegar a Mallorca se encontraron en las laderas de las montañas con diversos "marges", se dieron cuenta que al llover el agua discurría desordenadamente por las distintas zonas de paso de los márgenes. Su genialidad fue la de aprovechar las zonas de paso y sus desniveles de tal forma que el agua fuera pasando por todas las terrazas al llover, regando así todos los cultivos. Los árabes lo que hicieron fue regular las zonas de paso y los perfiles de las terrazas de forma que toda el agua que cayera y que no pudiera absorber la tierra fuese distribuida por gravedad a través de toda la montaña, desde la parte superior hasta la inferior.

Para luchar contra la acción de la tierra mojada los márgenes se construían con forma abovedada exactamente igual que las paredes que mantienen en pie los pantanos. Aún así, se rompían y se rompen (por lo menos una vez al año cada 15 000 m<sup>2</sup>) y siempre de noche. Los payeses dicen que cuando se duermen a veces hasta los "marges" se tumban.

La zona de paso desempeñaba esta doble función, permitir utilizar el arado y recoger el agua. La siguiente pregunta que se formularon fue qué hacer una vez que se tenía el agua a pie de montaña. Lo que hicieron fue construir una red de acequias mediante la cual se repartía el agua hacia las distintas zonas de cultivo que se situaban en las llanuras cercanas. De esta forma se aseguraron el aprovechamiento del agua.



Esta red de acequias fue en principio de uso más o menos comunitario. Varias explotaciones se ponían de acuerdo en construir las acequias principales y después cada explotación seguía su propio sistema. Recogía el agua de las acequias principales y tenía su propia forma de aprovecharla. La más usual era conectar la acequia con un depósito de agua que se le denomina "safareig", de forma similar a la de una piscina situado dentro de la finca. Allí el agua que no se utilizaba se iba guardando para usarla cuando hiciera falta. Este "safareig" era un depósito exterior, es decir, no excavado en la tierra sino que crecía desde el nivel del suelo lo cual obligaba a que los tramos finales de la acequia fuesen por encima del terreno. Del "safareig" se repartía el agua hacia toda la explotación.

El sistema hidrográfico no acababa aquí; las lluvias no eran ni son muy abundantes y no se podía depender únicamente de ellas. Por ello se pensó más tarde en aprovechar las corrientes subterráneas que, al ser una isla de roca calcárea principalmente, eran muy numerosas. Se construyeron pozos y en siglos posteriores se idearon los molinos de viento para subir el agua, los cuales dan a ciertos lugares de Mallorca un encanto peculiar. Estos molinos consisten, como puede observarse en la fig. 1, en un cilindro de base circular o cuadrangular, en su centro tienen un poste del cual están enganchadas las aspas y una cola que sirve para que se orienten según la dirección del viento. El agua elevada era depositada en el "safareig" y de allí utilizando las acequias se distribuía a las zonas de cultivo.

Sin embargo, el agua contenida en el "safareig" no era apta para el consumo humano ya que al estar almacenada al descubierto y sin ningún tipo de tratamiento se deterioraba y no se podía beber, su uso era exclusivo para la agricultura. Para el uso humano se tomaba el agua de la cisterna. El agua de lluvia que cae por los tejados se recoge en unos canales (hechos con las mismas tejas) que la conducen al aljibe de varios metros de profundidad y con una boca que suele medir alrededor de un metro de altura. De esta forma el agua se conserva bien, es agua de lluvia y se puede consumir con garantía siempre que la cisterna esté bien acabada y construida. Viene a ser similar al pozo pero este, a diferencia del aljibe, es alimentado con agua subterránea. Este sistema finalizaría con la conexión de la cisterna o de los canales con el "safareig" de modo que en caso de llover mucho o si el aljibe estuviese muy lleno se pudiera llevar el agua hacia el "safareig" y así no desperdiciarla..

Debemos puntualizar que este sistema completo se situaría únicamente en la zona norte de la isla ya que es allí donde se encuentra la zona montañosa y llueve con frecuencia y es la zona más húmeda. En cambio en la parte sur, al ser más llana y llover menos, hace que este sistema no se adopte completo sino sólo algunas partes como los molinos..

Cabe resaltar un aspecto que podría pasar desapercibi-

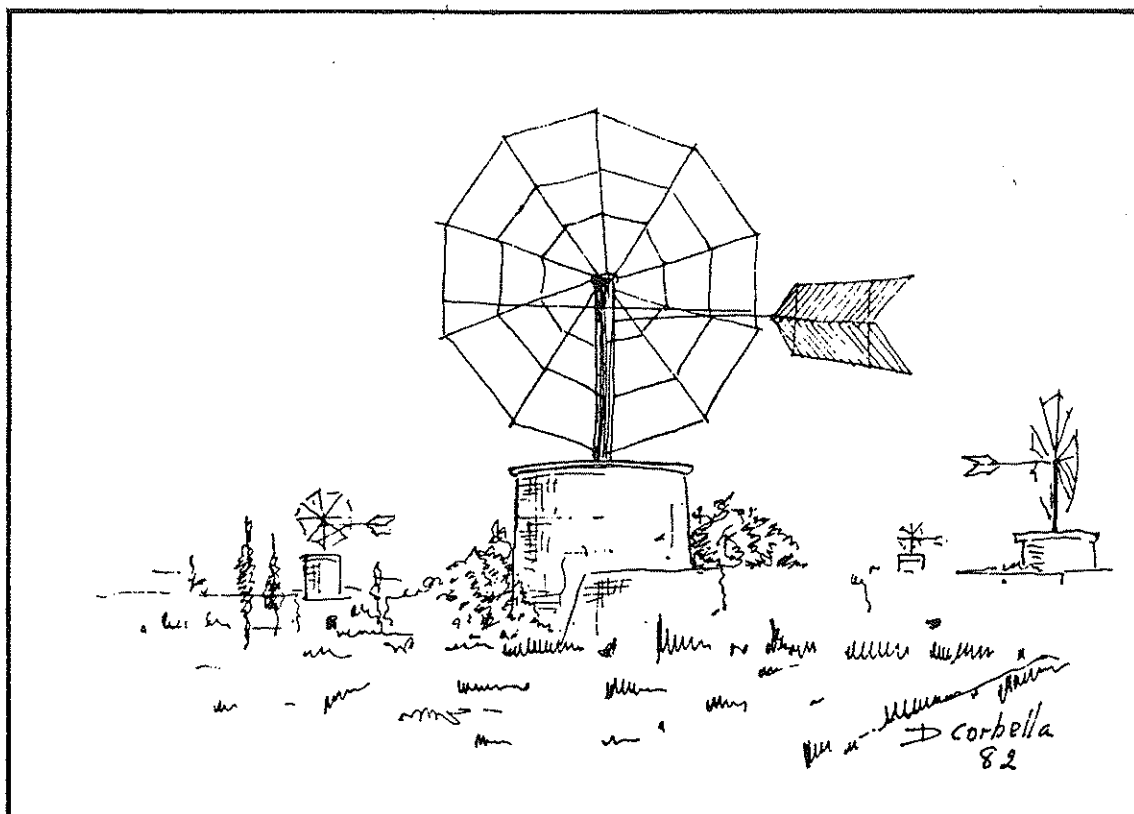


Fig. 1 Molinos de viento usados en Mallorca.

do: el sistema de acequias en el terreno y de canaletas y cañerías requiere una buena visión espacial para las pendientes con el fin de conducir bien el agua sin que se estanque ni se desperdicie. Es un ejemplo más del uso de la experiencia y del avance.

Con el paso del tiempo este sistema ha evolucionado, de las acequias sólo quedan algunas huellas de su existencia, tal vez porque con las más bien pocas lluvias no resultasen rentables. Los antiguos "marges" todavía siguen en pie desempeñando sus funciones y últimamente ha renacido un interés por ellos, incluso se ha creado una escuela de "margers". Lo que sí se ha mantenido ha sido el sistema de "safareig" y pozo aunque algunos molinos han sido sustituidos por motores, Las cisternas todavía se mantienen en los pueblos.

Lo que sería conveniente remarcar es cómo el hombre supo distribuir sus recursos, los que tenía a su alcance, de forma que se lograra un mejor aprovechamiento, todo a partir de la propia experiencia, sin un conocimiento científico previo en la mayoría de los casos, todo un ejemplo de la ingeniería popular.

#### CONCLUSIONES

Dado que Mallorca es una isla con poca agua superficial natural, sus habitantes se las han tenido que ingeniar para obtener el agua que necesitaban. Ha sido nuestra intención mostrar varias soluciones aportadas y su evolu-

ción, que además constituyen un ejemplo de ingeniería popular. Podemos sacar las siguientes conclusiones:

1. El hombre ha utilizado a lo largo de la historia su ingenio para solucionar los problemas que se le plantean y satisfacer sus necesidades.

2. Un sistema hidráulico ha de buscar aprovechar al máximo los recursos disponibles y más aún cuando el agua no abunda.

3. Hay que diversificar las fuentes de abastecimiento para lograr una mayor regularidad, no se puede depender de un único recurso.

4. Convendría tomar medidas para conservar algunos de estos elementos no sólo por su posible interés histórico o paisajístico sino también porque favorecen la recogida de agua e impiden perder tierra cultivable como lo hacen las "marjades".

#### REFERENCIAS

Bover, A.R. (1987). Los primeros payeses mallorquines disponían de agua corriente en sus casas hace cuatro mil años. El Día de Baleares, 27 de diciembre, pág. 26-27.

Mascaró Pasarius, J. (1978). Historia de Mallorca. Editado por Vicente Colom Rosselló, Palma de Mallorca.

Riera Roca, J. (1987). La degradación de las "marjades" pone en peligro el equilibrio ecológico de la "Serra". El Día de Baleares, 19 de diciembre, pág. 20-21.

AMBIENT, 8ª Edición, 1988.

## LA ESCASEZ DE AGUA EN EL CAMP DE TARRAGONA

Vicenç Palau Teixidó  
Sergio Moyano García

### RESUMEN

"El Campo de Tarragona se encuentra en estado de emergencia". Expresiones parecidas a ésta se pueden leer y escuchar con frecuencia en los medios de comunicación comarcales de la citada zona. Los agricultores, agrupados en la llamada "Associació de regants de les conques del Francolí i del Gaià", piden que se solucione la escasez de agua de sus tierras. El minitrasvase de las aguas de los canales del Delta del Ebro cubrirá la demanda urbana e industrial, pero no la de la agricultura. Para poner fin a tan grave situación se deben aprovechar los recursos sobrantes.

"El Camp de Tarragona es troba en estat d'emergència". Expressions semblants a aquesta es poden llegir i escoltar sovint en els medis de comunicació comarcals de l'esmentada zona. Els pagesos, agrupats en l'anomenada "Associació de regants de les conques del Francolí i del Gaià", demanen que es solucioni la mancança d'aigua de les seves terres. El minitrasvàs de les aigües dels canals del Delta de l'Ebre cobrirà les demandes urbana i industrial, però no la de l'agricultura. Per posar fi a tan greu situació s'han d'aprofitar els recursos sobrants.

### INTRODUCCION

"Siempre, y mucho más en la antigüedad, ha atraído el agua la atención de los hombres: su abundancia, sus cualidades únicas, su necesidad para el nacimiento y el desarrollo de las plantas, animales y hombres; el hallarse, en fin, en el origen de los vivientes y en el desenlace de la vida".

Esta cita intenta ilustrar, de algún modo, la enorme importancia del líquido elemento en nuestra vida cotidiana. Pero esto lleva directamente a unas conclusiones lógicas: el agua, su aprovechamiento y consumo, deberán ir estrechamente ligadas a la ordenación del

territorio. Cualquier desarrollo económico que no esté precedido de una buena planificación hidráulica, a corto o a largo plazo, desembocará irremisiblemente en una distorsión del plan emprendido.

Es necesario tener esta idea muy clara: no se puede caer en la tentación, a la hora de tomar previsiones, de dejar este aspecto relegado a un segundo plano confiando en una política de remiendos a posteriori. La historia está repleta de casos que demuestran que, por este camino, es difícil encontrar un final feliz.

## OBJETIVOS

Nuestro fin, a la hora de elaborar esta comunicación, ha sido el de dar una visión global de la situación planteada, dejando el problema de la forma más clara e ilustrativa posible, para que el receptor forme su propia opinión y sienta de cerca un tema que afecta a miles de personas de Cataluña.

El esquema seguido se basa en la evolución cronológica de los hechos.

En primer lugar se intentará perfilar y analizar de una forma somera las causas directas o indirectas que provocaron esta deficiencia hídrica y se criticará de forma objetiva cada una de ellas. Posteriormente, se enfocará la reacción de los afectados por el problema que comprende tres pasos diferenciados: la percepción de una disminución del agua disponible para sus regadíos, la toma de conciencia individual acompañada de la predisposición para solucionar el conflicto que a su vez desemboca en el paso definitivo que es la formación de grupos de presión que tendrán como única misión el hacer frente a los hechos. Seguirá una descripción de los intentos de solución a nivel global, dificultades principales para que éstos lleguen a buen término y perspectivas de futuro a estas tierras. Se concluirá con unas reflexiones personales sobre el tema.

## BREVE SITUACION GEOGRAFICA

Las tierras que constituyen el núcleo de atención de cara a la búsqueda de soluciones en la cuestión del agua son los aproximadamente 60 000 000 m<sup>2</sup> de regadío comprendidas en el triángulo delimitado por la carretera de Reus a Alcover y La Riba al oeste, por el río Francolí al este y por la CN-340 de Tarragona a Valencia por el sur.

## ORIGENES Y CAUSAS DE LA SITUACION DEL CAMP DE TARRAGONA

Centrado el tema en el caso concreto que nos ocupa, si buscamos unos orígenes cronológicos al problema, resulta difícil concretar fechas exactas debido a que la situación se ha ido agravando

lentamente a lo largo del tiempo. Datos facilitados por miembros de la "Associació de regants de les conques del Francolí i del Gaià" aseguran que la falta de agua viene agudizándose especialmente a partir del año 1972.

Esta misma asociación ha buscado las causas de tales acontecimientos y las hipótesis elaboradas apuntan a los siguientes factores, que influyen cada uno de ellos en mayor o menor medida:

- 1.- El desarrollo turístico de los años sesenta, acontecido sin ningún tipo de previsión hidráulica.
- 2.- La implantación en el año 1974 de un gran complejo petroquímico en la zona, gran consumidor de agua y avalado por un posterior trasvase del Ebro.
- 3.- La ampliación del regadío de la zona, factor que ocupa un claro segundo plano.
- 4.- El aumento de población en la zona costera, consecuencia del desarrollo turístico industrial.
- 5.- La disminución de precipitaciones en la zona: en los últimos años se ha notado un ligero decremento pluviométrico, pero este factor es despreciable, frente al resto, si tenemos en cuenta estadísticas analizadas.
- 6.- Aumento de la salinidad: la salinización avanza tierra adentro un promedio de 0,000 003 17 m/s. Algunos municipios ya han alcanzado grados verdaderamente alarmantes.

#### GRUPOS DE PRESION

Las diversas asociaciones de regantes no necesariamente deben corresponderse con estas fuerzas legales de reacción con el único fin de dar arreglo a la problemática de la escasez del agua, ya que aquéllas agrupan a comunidades con intereses muy diversos, pero evidentemente los grupos de presión sí tienen su origen en estas agrupaciones que contienen a gente interesada directamente en este problema específico, pero a la vez de primera magnitud, y preocupada por buscar soluciones globales que no sólo beneficien a unos cuantos sino al total afectado.

La principal asociación es la "Associació de regants de les conques del Francolí i del Gaià", legalmente autorizada en 1986 y agrupa a regantes particulares y a comunidades de regantes (unas treinta y siete en total). Representa unos 24 000 000 m<sup>2</sup> siendo el número de municipios con representantes en ella de catorce.

## UN INTENTO DE SOLUCION

El intento de solucionar la problemática vigente tiene dos apartados diferentes pero estrechamente relacionados. En primer lugar se plantea el aspecto técnico, con un estudio aproximado de las necesidades y posibles soluciones con los costes estimativos a priori. Esto estará supeditado a otro enfoque, que es siempre el definitivo: la sufragación de gastos.

La primera labor ha sido confiada a la empresa Invall, S. A. cuyo gerente e ingeniero responsable es el Sr. Aragonés Casals. Las directrices iniciales que ha tomado la tentativa se exponen a continuación y supondrían, en caso de consolidarse y hacerse efectivas, una solución integral al problema planteado en esta zona.

Se propone, en primer lugar, la construcción de tres embalses: el primero almacenaría los recursos disponibles del río Brugent, teniendo en cuenta las posibles limitaciones impuestas por las concesiones existentes. Estaría situado aguas abajo del barranco de Pimó. El segundo recogería las aguas del río Glorieta y se situaría en las proximidades de la ermita del Remei, en el término municipal de Alcover. Por último, se tendría un tercer embalse en la riera de la Selva.

Lógicamente, según el tamaño de las presas, se podrán aprovechar mejor o peor estas aportaciones, cabiendo la posibilidad de que el embalse de la riera de la Selva jugase el papel de regulador de recursos de la propia cuenca de este caudal y a la vez de los caudales sobrantes de otra cuenca, como por ejemplo la del Francolí.

Otro punto es el de las depuradoras de aguas residuales. El Plan de Saneamiento aprobado el 5 de diciembre de 1985 contemplaba, entre otras, una serie de inversiones en los municipios de: La Riba, Tarragona, Constantí y Valls. Esto permite una reutilización de las aguas de todos estos municipios junto con otros que ya han sido beneficiados con estas instalaciones, pero concretamente sería interesante que estos recursos se dedicaran al regadío.

Y un tercer apartado, complementario a los dos anteriores, serían los llamados embalses de pequeña capacidad, resultado directo de la impermeabilización de superficies previamente excavadas.

Esta solución global deberá ser el fruto de una actuación coordinada de todas las partes implicadas, desde la Administración hasta los usuarios. En estos momentos se están ultimando los detalles para unificar definitivamente los criterios y opiniones de los representantes de toda la agricultura de la comarca. Y se está llevando a cabo un anteproyecto que definiría con mayor detalle las direc-

trices concretas a seguir, contemplando asimismo las cuestiones técnicas, jurídicas y económicas de las obras factibles.

## CONCLUSIONES

Por encima de todo, sirva este apartado como guión para posibles reflexiones acerca del caso concreto tratado y de situaciones parecidas por las que pasa actualmente la agricultura de nuestro país.

Las lecturas y los cambios de impresiones con gentes documentadas sobre el tema que nos han permitido llevar a cabo esta comunicación han servido a la vez para remarcar unos conocimientos que ya teníamos y también para descubrir quizás algunos puntos mas oscuros que mucha gente desconoce sobre la problemática que subyace en la agricultura, muchas veces causada directamente por una ineficacia total de la administración. Intentaremos sintetizar las conclusiones mas importantes a las que se han llegado a partir de estas bases citadas:

- 1.- La gente que vive de la tierra a menudo se siente víctima de la incomprensión por parte de la Administración.
- 2.- De seguir la política actual por parte de la Administración, el futuro de la agricultura es muy descorazonador.
- 3.- Defecto tradicional de la Administración: crea el problema y después busca soluciones. Ejemplo: petroquímica-minitrasvase.
- 4.- Los agricultores aumentan, aunque lentamente, su capacidad de organizarse y reaccionar ante un problema.
- 5.- El "Campo de Tarragona" es un claro exponente del bache por el que atraviesa la agricultura: veinte años en la escasez sin soluciones.
- 6.- La agricultura tiene que reivindicar sus derechos: el agua les pertenece por tradición y por razón.

## RECOMENDACIONES

Evidentemente, desde nuestra posición actual, no está en nuestras manos la solución de problemas de este tipo, pero no por ello debemos de dejar de tomar conciencia de situaciones como ésta que afectan al futuro de todos, aunque a simple vista parezcan hechos aislados y puntuales. Porque una repetición de casos concretos desemboca en una tónica general irremediable.



Aprovechamos también para hacer una llamada a la Administración pidiendo un mayor apoyo a este sector de la economía nacional, que frecuentemente cae en el saco del olvido y pasa a un plano secundario que de ninguna manera le corresponde, por la propia salud económica del país.

#### AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos dar las gracias a la "Associació de Regants de les conques del Francolí i del Gaià" y concretamente al Sr. Martí por su amabilidad y la vasta información que nos ha proporcionado.

También mostrar nuestro agradecimiento al Sr. Aragonés, ingeniero de caminos que se ocupa del aspecto técnico de la solución al problema, que nos ha prestado en todo momento su ayuda y disposición.

AMBIENT, 8<sup>a</sup> Edició, 1988.

## ESTAT DE LES AIGÜES

### A CATALUNYA

Amadeu Abril i Català  
Andreu Esquiús i Rafat

#### RESUM

Les aigües de Catalunya pateixen un alt grau de contaminació, sobretot a les zones amb més densitat demogràfica i més industrialitzades. En els darrers anys s'ha prèsc consciència de la gravetat del problema, i com a solució, l'any 1982 es va redactar el Pla de Sanejament de Catalunya. Aquest pla fa un estudi de la situació actual de les aigües (superficials continentals, subterrànies i costaneres) i determina les mesures que s'han de prendre.

Las aguas de Catalunya tienen un alto grado de contaminación, sobretodo en las zonas con más densidad demográfica y más industrializadas. En los últimos años se ha tomado conciencia de la gravedad del problema, y como solución al mismo, en el año 1982 se redactó el Plan de Saneamiento de Catalunya. Este plan realiza un estudio de la situación actual de las aguas (superficiales continentales, subterráneas y coteras) y determina las medidas que deben llevarse a cabo.

#### INTRODUCCIÓ

L'any 1981, el Parlament de Catalunya va aprovar la llei 5/1981, que establia el marc legislatiu necessari per a garantir una actuació de control del grau de contaminació de les aigües. A partir d'aquesta llei va elaborar-se l'actual Pla de Sanejament de Catalunya, el qual exposa la situació actual de les aigües i es proposa resoldre la problemàtica de llur contaminació.

Els principals objectius que es fixa aquest pla són :

- a) Determina l'esquema i directrius del sanejament.
- b) Definir uns àmbits territorials amb problemàtiques comuns, de manera que es puguin fixar uns objectius particulars adaptats a les necessitats de cada zona. (annex 1)
- c) Definir els criteris sobre els nivells de depuració

que hom pensa assolir amb la realització del Pla de Sanejament.

## OBJECTIUS

El nostre principal objectiu és exposar la situació de les aigües de Catalunya amb la intenció que quedi clara la necessitat de portar a terme el Pla de Sanejament. Això és necessari perquè sinó, una situació que a hores d'ara és preocupant podria esdevenir alarmant en poc temps.

A continuació farem un resum de l'estat de contaminació existent a cadascuna de les zones en que el Pla divideix el territori català. Analitzarem la situació referent a les aigües superficials, subterrànies i costaneres.

## AIGÜES SUPERFICIALS CONTINENTALS

L'estat dels rius de Catalunya és molt divers. La contaminació d'origen humà suposa la contribució majoritària, però els productes industrials són els que més contaminen. També tenen importància els efectes provocats pels abocaments sòlids als marges dels rius, els residus miners, les escurrialles de les aigües de regadiu i els abocaments d'instal·lacions ramaderes.

### Zona 1. Conques dels rius Muga i Fluvià

En aquesta zona no hi ha un problema greu de contaminació. Únicament existeixen problemes puntuals al riu Llobregat d'Empordà degut als abocaments de la Jonquera i Peralada. En aquest riu la qualitat de l'aigua és del tipus 2-3 (annex 2).

Les depuradores de Figueres i Olot han resolt els problemes de contaminació dels rius Muga i Fluvià respectivament.

### Zona 2. Alt Ter

Té un estat de contaminació tolerable fins a la confluència amb el riu Gurri, on els abocaments urbans i industrials de la població de Vic produeixen un dèficit d'oxigen en l'aigua. Això provoca l'eutrofització dels embassaments de Sau i Susqueda degut als aportos de nitrògen i fósfor.

### Zona 3. Baix Ter

Les aigües del Ter entren en aquesta zona en unes condicions deficientes per la manca d'oxigen als embassaments. Abans d'arribar a Girona hi ha una certa recuperació de les aigües, però passada la ciutat, la degradació augmenta a causa dels importants abocaments urbans i industrials.

### Zona 4. Tordera

El tram més degradat correspon al pas del riu per Sant

Celoni, degut als abocaments d'aquesta ciutat i d'importantes indústries. Al tram final hi ha una certa recuperació de les aigües per autodepuració. Les indústries situades al llarg de la conca, tot i que tenen depuradora pròpia, donen lloc a una contaminació de tipus principalment orgànic.

#### Zona 5. Conques del Llobregat i Besòs

En aquesta zona s'assenta el 75% de la població de Catalunya i hi ha un alt grau de contaminació. És la zona que té més contaminació.

##### a) Conca del Besòs

Pot ésser considerada una claveguera a cel obert en el seu tram final. Les seves aigües són del tipus 5 (annex 2), és a dir, no serveixen per a cap ús. Afecten directament la costa. El riu Ripoll i la resta d'afluents del Besòs tenen també un alt grau de contaminació.

##### b) Conca del Llobregat

El Llobregat té alts continguts de sals degut als abocaments de les explotacions mineres de la conca potàssica. Això és perillós per al consum humà segons l'Organització Mundial de la Salut (O.M.S.). És un riu que rep importants abocaments de Manresa i Martorell.

L'Anoia rep una contaminació tal d'Igualada que ha de ser desviat el seu curs per preservar la captació d'aigües per a Barcelona. La riera de Rubí també és desviada degut als abocaments de Terrassa i Rubí.

#### Zona 6. Conques del Gaià i Francolí

El Gaià no presenta problemes importants de contaminació i el Francolí només té problemes a Riba, Valls i Constantí, degut principalment a les indústries papereres.

#### Zona 7. Litoral de Tarragona

No hi ha problemes importants de contaminació malgrat la gran quantitat d'indústries perquè l'abocament es realitza al mar mitjançant emissaris submarins.

A Reus, que representa el 60% de la població de la zona, hi ha una depuradora.

Tant a la zona 6 com a la 7 hi ha problemes de manca d'aigua.

#### Zones 8,9 i 10. Conques de la Garona, la Noguera Ribagorçana i la Noguera Pallaresa

No hi ha problemes de contaminació. Les aigües són de molt bona qualitat.

### Zona 11. Alt Segre

Hi ha problemes locals de contaminació deguts als abocaments d'Andorra, Puigcerdà, La Seu d'Urgell i Ollana. A Ponts hi ha un millorament per autodepuració del riu.

### Zona 12. Baix Segre

Les aigües són de bona qualitat fins a Balaguer. A partir d'allí hi ha un empitjorament per abocaments domèstics i industrials malgrat que la majoria d'indústries disposen de depuradores. Més avall de Lleida s'agreuja la situació perquè els escassos cabals no permeten la dil·lució de les aigües residuals (d'origen principalment domèstic).

### Zona 13. Conca de l'Ebre

No hi ha problemes greus de contaminació. La qualitat de les aigües és acceptable.

### AIGÜES SUBTERRÀNIES

La contaminació subterrània és molt més perillosa que la de les aigües superficials. Això és degut a que les aigües subterrànies són més lentes, a que el subsòl de l'aquífer reté més els contaminants i també perquè és més difícil accedir als aquífers que als rius.

Exposarem la situació dels aquífers de Catalunya explicant quins són els principals mecanismes de contaminació i a quines zones afecten.

1. Infiltració d'aigües superficials contaminades. Afecta els al·luvials del Ter, Tordera, Besòs, Llobregat...
2. Intrusió d'aigua de mar per bombeigs excessius o mal programats a la zona costanera de Barcelona i Tarragona.
3. Entrada d'aigua de mala qualitat provinent d'aquífers salinitzats a través de pous mal construïts o emplaçats. Es produeix a la Depressió Central Catalana i als deltes del Fluvià, Muga, Ter, Ebre, etc.
4. Introducció a l'aquífer d'abocaments industrials o urbans mitjançant pous d'injecció, fosses sèptiques, etc. Es presenta en polígons industrials i urbanitzacions.
5. Infiltració a les zones de conreus d'aigües contaminades per pesticides, adobs, etc. Afecta a les zones del camp de Tarragona, Maresme, Segrià, etc.
6. Concentració de sals per al rentat del sòl o per la recircul·lació de l'aigua de regadiu. Afecta al Maresme, delta del Llobregat, regadius del Segre, etc.
7. Entrada a l'aquífer de productes contaminants, per rentat d'abocaments sòlids industrials, urbanos o miners, acumulats als abocadors. Afecta a les conques potàssiques

catalanes, Garraf, etc.

8. Infiltració de productes contaminants per pèrdues dels dipòsits i canonades enterrades. Es presenta als polígons industrials de Tarragona i del pla de Barcelona.

9. Entrada a l'aquífer de llims i argiles que minven la seva permeabilitat i disminueixen la infiltració de les aigües superficials a les lleres dels rius.

#### AIGÜES COSTANERES

Les zones Llobregat-Besòs són les que pateixen una major pressió humana perquè alberguen les ciutats més poblades. Les zones del Tordera i Gaià-Francolí, presenten també importants abocaments de matèries contaminants ja que només depuren, respectivament, el 4 i 0% de les aigües que generen.

A la part nord del litoral s'ha aconseguit un aparent sanejament de les platges degut al tractament de quasi la totalitat dels abocaments.

#### Zona 4

Les aigües del riu Tordera, quan desemboquen, són arrossegades vers el sud, contaminant les poblacions del litoral, cap de les quals disposa de depuradora però sí d'emissaris submarins.

#### Zona 5

La part més contaminada és la propera a Barcelona, que es troba afectada pels abocaments de la ciutat (part dels quals són depurats a les plantes del Bogatell i del Besòs) i per les desembocadures dels rius Llobregat i Besòs. Aquestes aigües són del tipus 2, utilitzables pel bany.

La part sud d'aquesta zona té unes condicions acceptables, amb emissaris a Sitges i Vilanova i planta depuradora a Cubelles.

#### Zones 6 i 7

La qualitat de les aigües és acceptable entre Cunit i Tarragona, però calen accions puntuals.

Les aigües de Tarragona tenen una qualitat deficient, provocada pels abocaments industrials a través d'emissaris, trànsit de vaixells i els abocaments de Tarragona i el riu Francolí. Des de Salou fins l'Ametlla la qualitat de les aigües és bona.

#### Zona 13

Les aigües, en general, són de bona qualitat. És una zona de cultius marins.

## Costa Brava

Aquesta zona engloba les parts costaneres de les zones 1,3 i part de la 4.

Té un ús eminentment turístic, amb una important infraestructura de sanejament que proporciona una bona qualitat de les aigües. Es presenten problemes locals a Blanes i a la desembocadura del Ter.

## CONCLUSIONS

Hem vist al llarg de l'exposició del treball que la situació de les aigües a Catalunya és preocupant, sobretot a les zones més denses de població. Aquest problema afecta al proveïment d'aigües per a les poblacions i també representa desequilibris en el medi ambient. Per tant, concluïm:

1. Convé que es porti a terme, en un termini el més curt possible de temps, el Pla de Sanejament..
2. Cal evitar la contaminació dels aquífers, perquè són molt difícils de descontaminar.
3. S'hauria d'evitar l'abocament de residus en una zona massa localitzada del mar.
4. Calen més depuradores d'aigües residuals.
5. Cal una consciència de les persones sobre el tema.

## REFERÈNCIES

Milagro, J.M. (1985). Catalunya, decidida a sanejar les seves aigües. Espais, Revista del Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya, nº6, pàg. 28-33.

Suárez, M. (1985). Pla de Sanejament de Catalunya. IV trobada sobre la recerca experimental en física i química aplicada a l'estudi i protecció del medi. Prada, agost 1985, editat per l'Institut d'Estudis Catalans. Barcelona, setembre de 1986, segona època, volum VII, nº2. pàg. 205-233.

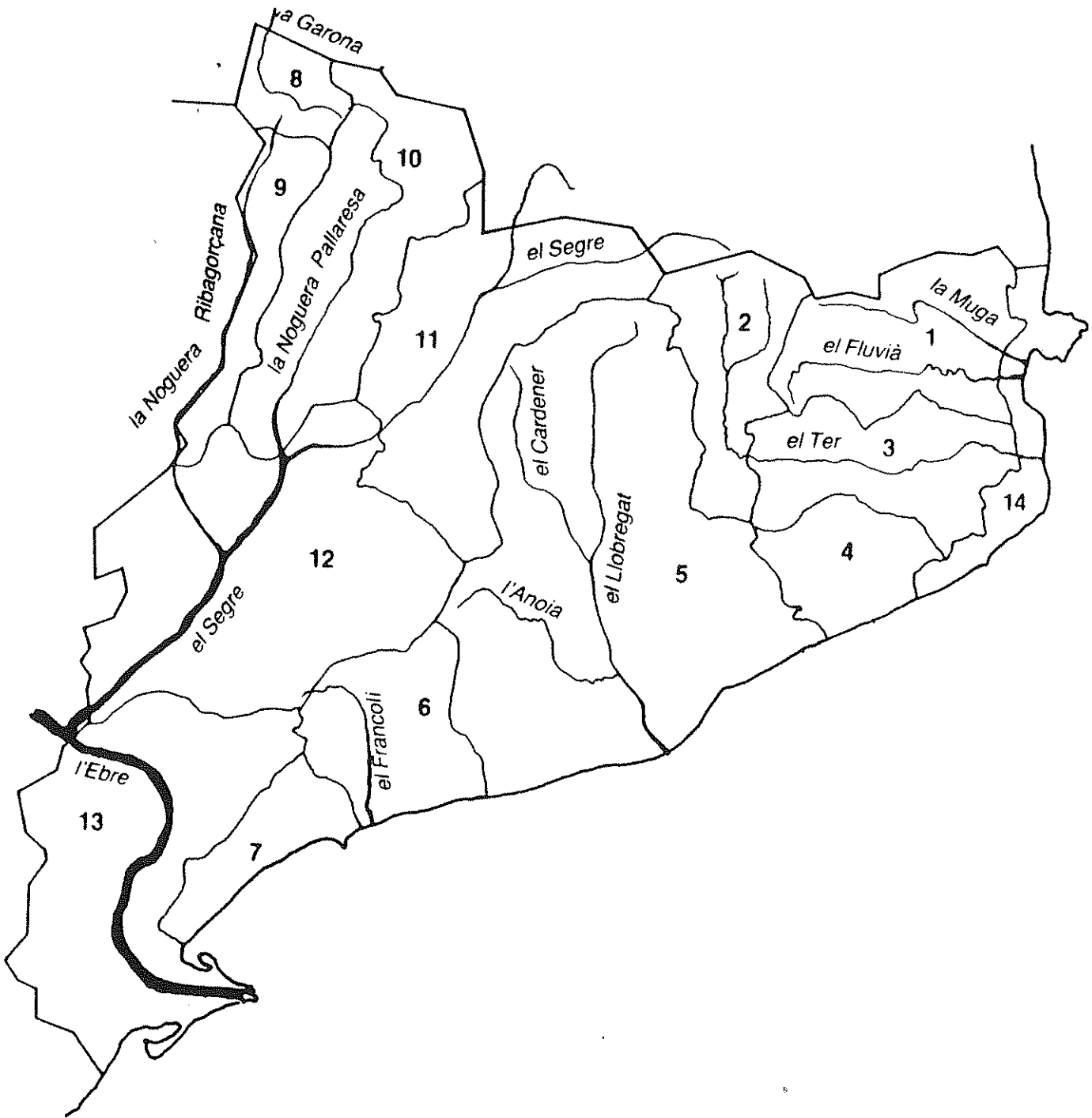
Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya. Pla de Sanejament de Catalunya (1982).

## ANNEX 1. CLASSIFICACIÓ DE QUALITAT DE L'AIGUA SUPERFICIAL.

<u>Tipus</u>	<u>Principals paràmetres</u>	<u>Usos</u>
1	Temperatura < 20°C O <sub>2</sub> dissolt > 7 mg/l DBO5 < 3 mg/l DQO < 20 mg/l ISQA > 85	Tots els usos
2	20°C < Temperatura < 22°C 5 mg/l < O <sub>2</sub> dissolt < 7 mg/l 3 mg/l < DBO5 < 5 mg/l 20 mg/l < DQO < 25 mg/l 60 < ISQA < 85	Aigua potable (mitjançant tractaments convencionals) Piscicultura Recreatius inclús bany
3	22°C < Temperatura < 25°C 3 mg/l < O <sub>2</sub> dissolt < 5 mg/l 5 mg/l < DBO5 < 10 mg/l 25 mg/l < DQO < 40 mg/l 45 < ISQA < 60	Per a regar Aigua industrial Aigua potable (mitjançant tract. especials)
4	25°C < Temperatura < 30°C Medi aerobi 10 mg/l < DBO5 < 25 mg/l 40 mg/l < DQO < 80 mg/l 30 < ISQA < 45	Navegació refrigeració
5	temperatura > 30°C Absència de O <sub>2</sub> dissolt DBO > 25 mg/l DQO > 80 mg/l ISQA < 30	Cap ús



ANNEX 2. DIVISIÓ ZONAL PER A L'ESTUDI DE LA QUALITAT  
DE LES AIGÜES



AMBIENT, 8ª Edición, 1988.

## EL CONTROL DE L'AIGUA DE BANY

### A CASTELLDEFELS

Joan-Miquel Pascual Rodríguez

#### RESUMEN

L'objectiu d'aquest treball és comprovar com es realitza el control de l'aigua de bany, en un municipi de important activitat turística. També, a partir de dades reals, es realitza el tractament estadístic, per comparar la qualitat de l'aigua amb les diferents normes.

El objetivo de este trabajo es comprobar como se realiza el control del agua de baño, en un municipio de importante actividad turística. También, a partir de datos reales, se realiza el tratamiento estadístico, para comparar la calidad del agua con las distintas normas.

#### INTRODUCCIÓ

Castelldefels és un municipi situat a 18 km de Barcelona. Disposa de 6 km de platges, la qual cosa fa que tingui una gran activitat turística. És per això, que el control de la qualitat de l'aigua de mar a les seves platges és necessari. Cal considerar a més la proximitat de Castelldefels als centres industrials de Barcelona, El Prat de Llobregat i Gavà, que ha provocat que, tradicionalment, l'aigua de mar a Castelldefels s'hagi considerat de les més brutes del litoral català.

#### OBJECTIUS

Els objectius d'aquesta comunicació, situat l'objecte d'estudi i la seva problemàtica, són els següents:

1.- Descriure què fa l'Ajuntament de Castelldefels per tal de controlar la qualitat de les seves aigües litorals.

2.- A partir de dades recollides, comparar la qualitat de l'aigua amb les normes existents.

## ACTUACIÓ MUNICIPAL

L'Ajuntament recull mostres de l'aigua a tres punts diferents de les seves platges: Club Marítim, Club Nàutic i Vallbona. Els tres es troben aproximadament equidistants cadascun d'ells de la resta i disposats de Nord a Sud respectivament, de manera que el Club Marítim constitueix el límit geogràfic amb el municipi de Gavà i Vallbona amb el de Garraf (Sitges).

La freqüència de recollida de mostres és d'un cop al mes durant tot l'any, excepte al juny que se'n prenen tres i als mesos de juliol i agost, que se'n prenen sis, coincidint amb la màxima afluència de banyistes.

El procediment d'obtenció de les mostres pot ser d'alguna d'aquestes dues maneres: directament a 0,1 m de la superfície i a 1,5 m de fondària, o per mitjà de corda o vareta.

A part de les concentracions de Coliforms Totals (CT), Coliforms Fecals (CF) i Estreptococs Fecals (EF), es controlen els següents paràmetres:

Aspecte de l'aigua: Turbolesa, Sòlids flotants, Olis i escumes, Pudor.

Aspecte de la sorra: Guitrà, Algues, Residus provinents dels banyistes, Altres residus.

Com a dades complementàries, s'indica l'estat del cel, així com la direcció del vent.

## APLICACIÓ A UN CAS REAL

Les dades, que s'exposen a la taula 2 de l'Annex, corresponen a la temporada estival de l'any 1986, concretament de juny a setembre.

Les mostres van ser recollides a cadascun dels punts indicats amb anterioritat i van ser analitzades segons la tècnica del Nombre més probable (NMP).

Segons aquestes dades, es tracen les gràfiques de distribució estadística de les concentracions bacterianes, per cadascuna de les tres zones (fig. 1, fig. 2, fig. 3). S'apliquen llavors els criteris de qualitat aportats per les diferents normes i resumits a la taula 3 de l'Annex. Als gràfics es troben situats els punts de referència. La taula 1 recull els resultats.

Norma	Paràmetre	Club Marítim	Club Nàutic	Vallbona
MOPU	CF50	No supera	No supera	No supera
	CF90	Supera	Supera	Supera
OMS	CF50	No supera	No supera	No supera
	CF90	Supera	Supera	Supera
CEE imp.	CT95	No supera	Supera	Supera
	CF95	Supera	Supera	Supera
CEE guia	CT95	No supera	Supera	Supera
	CF80	Supera	Supera	Supera
CAL	CT80	No supera	Supera	No supera

Taula 1 Comparació entre la qualitat de l'aigua a Castelldefels i les normes.

## CONCLUSIONS

Aquest treball ha permès conèixer el procés pràctic de control de l'aigua de mar. També ha constituït una aplicació de la teoria a un cas real.

Cal enumerar a més les següents conclusions:

1.- L'Ajuntament de Castelldefels controla de manera acceptable la qualitat de l'aigua del seu litoral, sense entrar a valorar les mesures adoptades a partir dels resultats obtinguts.

2.- L'aigua de Castelldefels és d'una qualitat sensiblement uniforme, destacant una certa millora a la zona nord (Club Marítim).

3.- L'aigua de Castelldefels no compleix totalment ninguna de les normes aplicades, àdhuc les de caràcter imperatiu, per la qual cosa cal qüestionar l'aptitud de la platja de Castelldefels per l'ús ciutadà a l'estiu de 1986.

## AGRAIMENTS

Cal agrair la col.laboració del Sr. Àngel Rivas Ferrerras i del Sr. Rafael Mantecón Pascual, regidors de l'Ajuntament de Castelldefels, sense la qual no hagués estat possible la realització d'aquest treball.

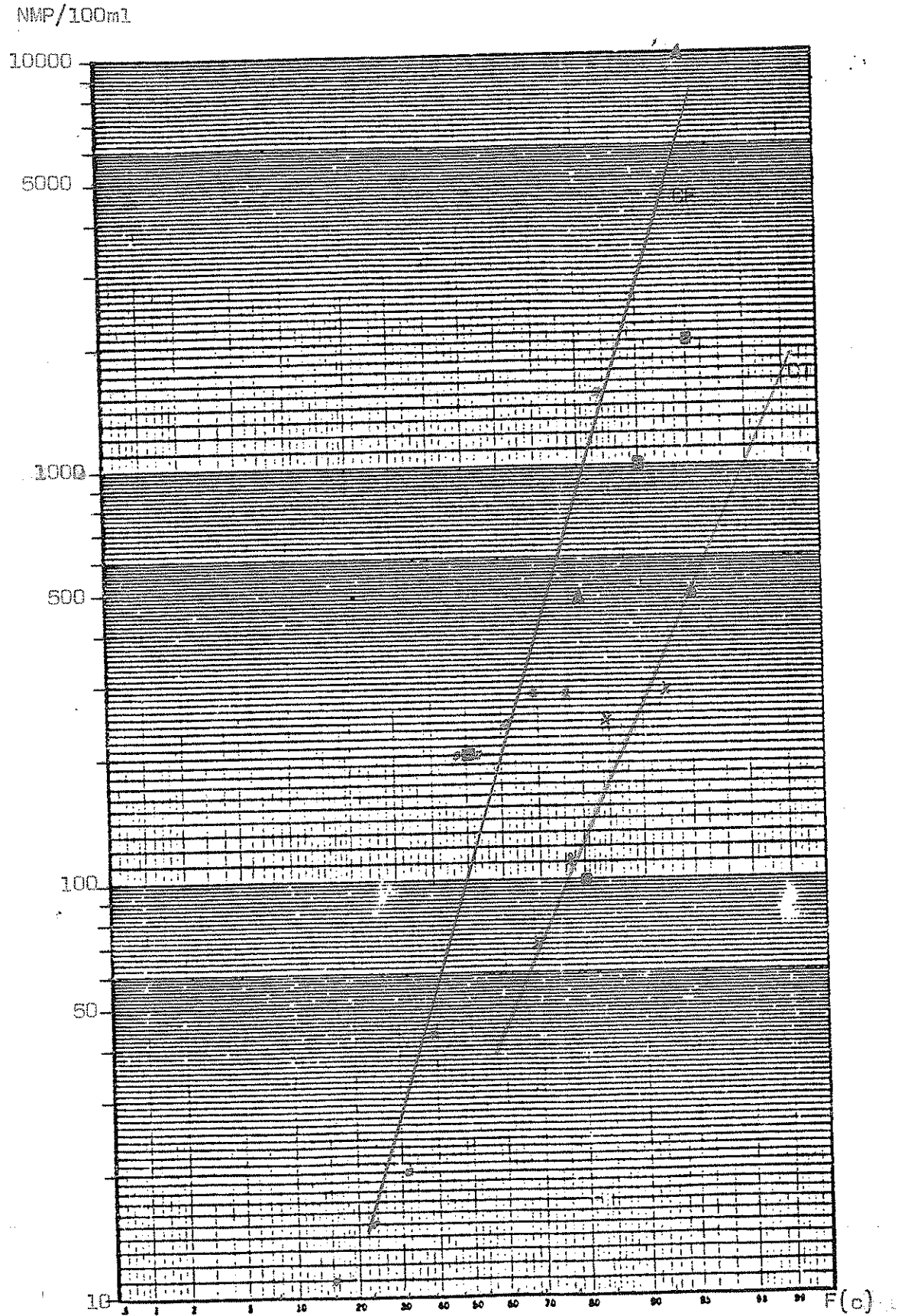


Fig. 1 Distribució concentracions bacterianes (Club Marít.)

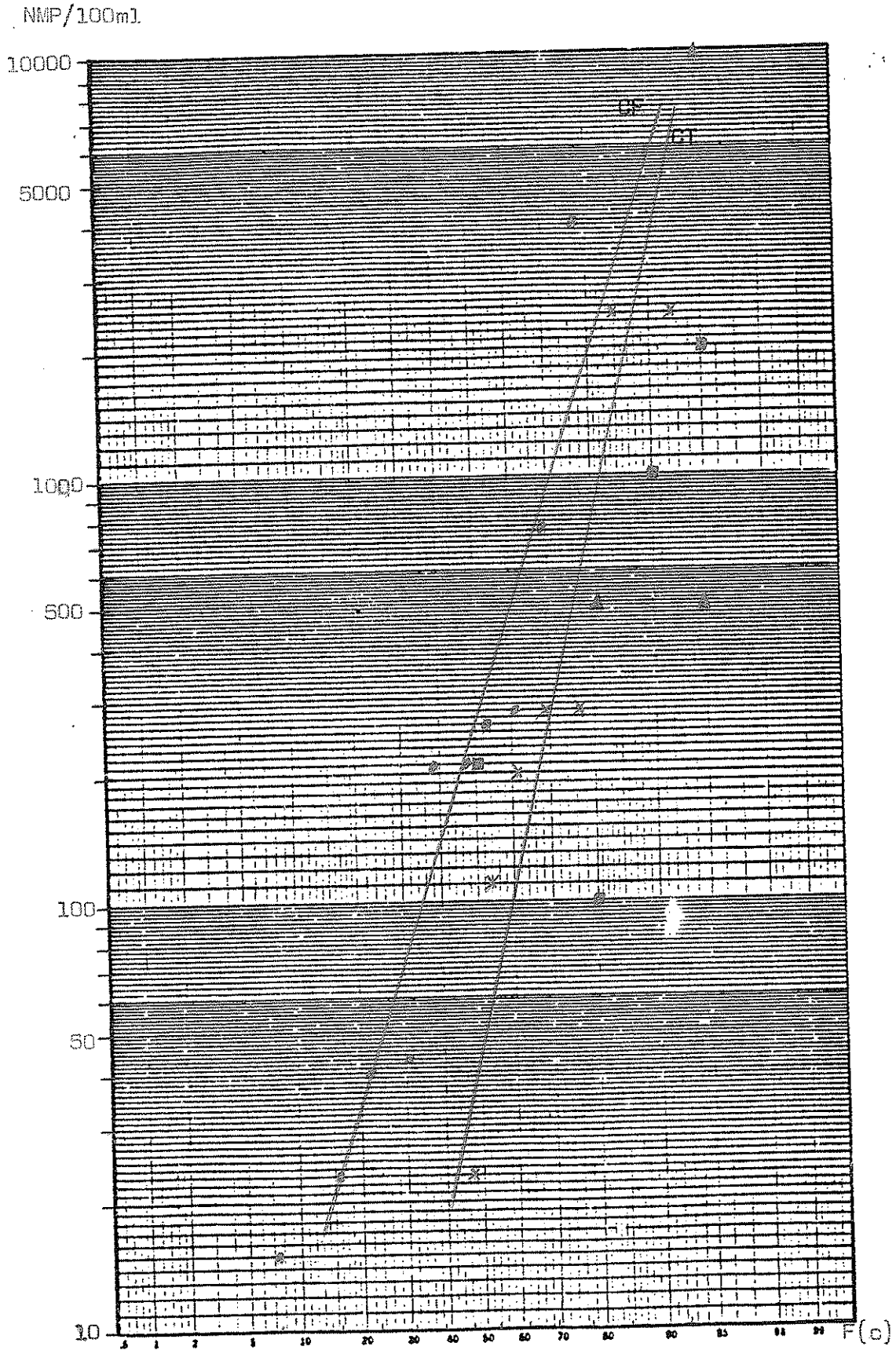


Fig. 2 Distribució concentracions bacterianes (Club Nàutic).

3/7

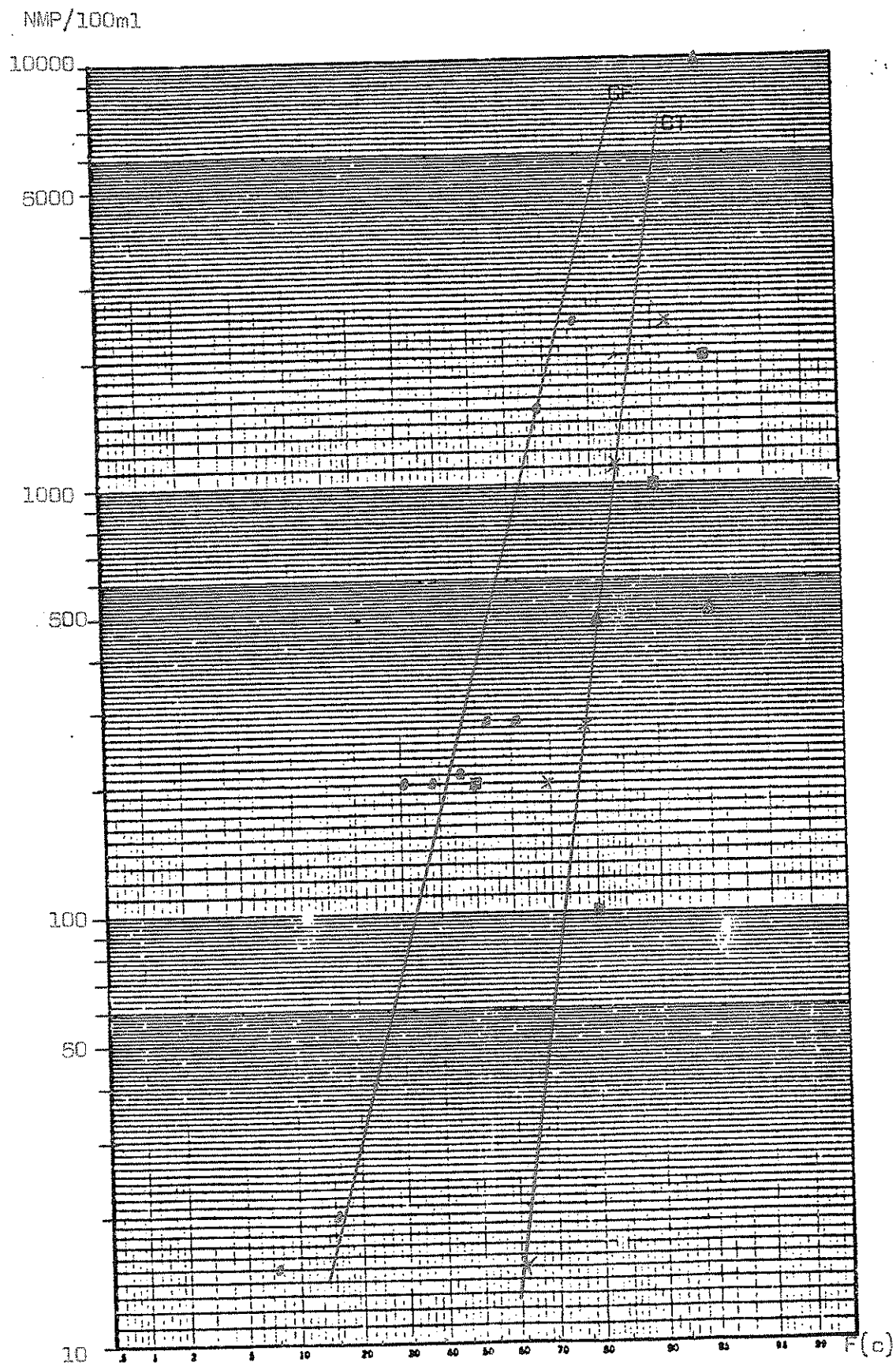


Fig. 3 Distribució concentracions bacterianes (Vallbona).

## ANNEX

	Club Maritim		Club Nàutic		Vallbona		F(c)
	CT/100ml	CF/100ml	CT/100ml	CF/100ml	CT/100ml	CF/100ml	
1	1	7	1	15	1	15	7,7
2	1	11	3	23	1	20	15,4
3	1	15	7	40	1	40	23,1
4	1	20	7	43	1	200	30,8
5	4	43	7	210	2	200	38,5
6	4	200	23	210	3	210	46,2
7	4	200	110	260	4	280	53,9
8	4	240	200	280	15	280	61,5
9	70	280	280	750	200	1500	69,2
10	110	280	280	4000	280	2400	76,9
11	240	1500	2400	21000	1100	11000	84,6
12	280	11000	2400	46000	2400	46000	92,3

Taula 2 Concentracions bacterianes obtingudes ordenades creixentment i valors de F(c).

Paràm.	MOPU	OMS	CEE		CAL.
			imp.	guia	
CT80					500
CT95			10000	500	
CF50	200	200			
CF80				100	
CF90	1000	1000			
CF95			2000		
EF90				100	

MOPU = Ministerio de Obras Públicas i Urbanismo  
OMS = Organització Mundial de la Salut  
CEE = Comunitat Econòmica Europea  
CAL. = Normes California  
imp. = imperatives

Taula 3 Concentracions bacterianes màximes admeses per les normes (NMP/100 ml).



AMBIENT, 8 ena Edició, 1988.

## LA DEPURADORA D'AIGÜES RESIDUALS DE GAVA-VILADECANS

Ferran López Mas.  
Antoni Sanromà Borrell.

### RESUM

En aquest treball tractem fonamentalment el funcionament de la planta depuradora d'aigües residuals dels municipis de Gavà i Viladecans. Tanmateix, oferim un estudi comparatiu entre els objectius que impulsaren la seva construcció i els resultats que s'obtenen actualment.

En este trabajo tratamos fundamentalmente el funcionamiento de la planta depuradora de aguas residuales de los municipios de Gavà y Viladecans. Asimismo, ofrecemos un estudio comparativo entre los objetivos que impulsaron su construcción y los resultados que se obtienen actualmente.

### INTRODUCCIO

Com a conseqüència d'uns estudis sobre índexs de contaminació realitzats per la Confederació hidrogràfica del Pirineu oriental, l'actualment desapareguda Corporació metropolitana de Barcelona (CMB), inicià l'any 1978 la construcció de diferents depuradores d'aigües residuals.

La depuradora en estudi, tenia prevista la seva entrada en servei l'any 1983. En l'actualitat, març de 1988, està encara en un procés de post a punt i té prevista la seva connexió als col·lectors que l'enllaçaran amb els municipis de Gavà i Viladecans el proper estiu.

En el moment de la seva construcció era un projecte ambiciós doncs, havia de convertir-se en una de les depuradores més grans i més avançades tecnològicament de Catalunya. La població a servir es situava per damunt dels 130 000 habitants reals i de 260 000 habitants equivalents amb unes previsions per habitant i dia de 64,16 g de DBO i 64,7 g de sòlids en suspensió.

### OBJECTIUS

L'objectiu fonamental d'aquest treball és analitzar el funcionament d'una depuradora d'aigües residuals urbanes i la seva contribució al medi ambient. Concretament:

1 - Raons que impulsaren la seva construcció i les fites que guiaren el seu disseny.

2 - Descripció del funcionament de la planta i anàlisi dels resultats.

3 - Comparació entre els objectius "a priori" i els resultats "a posteriori".

4 - Estudi del reciclatge de subproductes i el seu possible efecte econòmic.

#### DESCRIPCIO GENERAL DE LA INSTAL.LACIO

La depuradora d'aigües residuals de Gavà-Viladecans es troba en el quilòmetre setze de l'autovia de Castelldefels.

A grans trets, es pot dir que la planta consta de:

- Col·lector general d'enllaç.
- Estació d'elevació d'aigua residual i d'aigua de pluja.
- Canals de desbast, desarenat, separació de greixos i mesura de cabal.
- Decantador primari.
- Reactor biològic.
- Decantador secundari.
- Cloració.
- Espessadors de fangs.
- Digestors.
- Bombes centrífugues de deshidratació de fangs.

#### DADES DE DISSENY

L'estudi previ realitzat en la zona i que va promoure la construcció de la planta va fer les següents previsions que venen resumides en la següent taula:

Taula 1. Dades de disseny.

Població establerta	133 459 hab
Població equivalent	263 703 hab
Cabal diari en temps sec	36 000 m <sup>3</sup> /d
Cabal mig diari	1 500 m <sup>3</sup> /h
Cabal punta en temps sec	2 400 m <sup>3</sup> /h
Cabal màxim admissible	3 000 m <sup>3</sup> /h
Cabal mínim admissible	1 000 m <sup>3</sup> /h
Concentració mitja de DBO	470 mg/l
Concentració mitja de sòlids en suspensió	474 mg/l
Carrega diària de DBO	16 920 kg/d
Carrega diària de sòlids en suspensió	17 064 kg/d

També es feren unes previsions de màxima concentració de substàncies tòxiques, per tal de garantir la supervivència del sistema biològic de tractament. Dites previsions venen resumides en la taula 2:

Taula 2. Nivells màxims de substàncies tòxiques.

Substància	Concentració ppm
Cianurs	5,0
Crom hexavalent	3,0
Crom trivalent	10,0
Coure	5,0
Zenc	20,0
Cadmi	5,0
Arsenic	5,0
Plom	1,0
Fenols	100
Greix, oli i similars	50
Nitrats	5 000
Sulfats	5 000

## DESCRIPCIO GENERAL DEL PROCES DE TRACTAMENT

Està en construcció un col·lector que farà arribar a la planta les aigües residuals dels municipis de Gavà i Viladecans. Està prevista la seva entrada en servei el proper estiu, la qual cosa motiva l'actual funcionament de la planta per sota de la seva capacitat.

Actualment la captació d'aigües es realitza directament a la riera de La Murtra. La planta disposa de quatre cargols d'Arquimedes. Aquests cargols prenen l'aigua a nivell de la riera que està per sota el nivell del mar, pujant-la a una alçada superior.

Taula 3. Cotes i cabals d'arribada.

Cabal màxim admissible d'aigües residuals	3 000 m <sup>3</sup> /h
Cota d'arribada a l'estació de bombeig	- 2,67 m
Cota d'aigua en cabal màxim	- 2,20 m
Cabal màxim admissible d'aigües de pluja	5 000 m <sup>3</sup> /h
Cota d'arribada a l'estació de bombeig	- 2,84 m
Cota d'aigua en cabal màxim	- 1,30 m

Dos d'ells tenen una capacitat de 700 l/s cada un i la seva finalitat és la regulació del cabal de la riera en cas de pluja donat el caràcter inundable de la zona. L'aigua bombejada per aquests cargols es lliura directament al mar sense cap tractament.

Els altres dos pugen l'aigua a una cota superior a la dels anteriors, a la cota de funcionament de la planta, permetent que tot el procés es realitzi per gravetat. Tenen una capacitat de 400 l/s cada un. Aquesta és la capacitat mitja de la planta, el que permet treballar al 100 % amb un sol cargol, mantenint l'altre en reserva.

El desbast de l'aigua es far mitjançant dues reixes de neteja automàtica, i dues línies paral·leles de desarenat i recollida de greixos i altres substàncies flotants passant a la sortida per dos canals "Parshall" de mesura de cabal.

A continuació l'aigua passa per dos decantadors

primaris de 28 m de diàmetre i 3,05 m de profunditat mitjana, en un primer procés, es recull la matèria sòlida en suspensió.

Sortint d'aquests decantadors passa als reactors biològics. En aquests sofreix un fort airejat, provocat per unes potents turbines que garanteixen una completa homogenització malgrat tenir 3,80 m de profunditat. El temps mig de permanència és de quatre hores. Aquest temps és més que suficient ( amb dues hores n'hi hauria prou ) perquè les bacteries degradin la matèria orgànica en solució.

Seguidament l'aigua arriba a dos decantadors secundaris de 33 m de diàmetre i 3,00 m de profunditat mitjana. En sortir d'aquests decantadors es pot sotmetre l'aigua a un darrer tractament, la cloració, mentre que hi ha una recirculació de fangs cap als decantadors primaris.

Actualment hi ha una instal·lació per afegir clor en forma de hipoclorit líquid que s'utilitza esporàdicament. Està en projecte la construcció d'una instal·lació per clorar mitjançant clor gas que és molt més econòmic.

L'estada total de l'aigua des de l'entrada a la planta fins a la seva sortida a la riera és de vuit hores. D'aquestes vuit hores, dues s'inverteixen en la decantació primària, quatre en el degradació biològica i les dues darreres en la decantació secundària. Tal i com s'ha dit anteriorment l'estada en el reactor biològic es pot reduir a dues hores, amb la qual cosa el temps de permanència total es reduiria a sis hores.

Per altra banda la matèria sòlida recorre un altre camí.

Tal i com s'ha esmentat existeix una recirculació de fangs dels decantadors secundaris cap als primaris. En aquesta recirculació els fangs orgànics obtinguts en la decantació secundària serveixen d'inoculació bacteriana.

Tota la matèria en suspensió decantada en els primaris és mesurada i bombejada cap a dos espessadors on es concentra. Sortint d'ells es sotmetrà a un procés de calefacció mitjançant un serpentí intercanviador de calor i es bombejarà cap als dos digestors on hi romandrà vint dies a 35 °C.

Els digestors de que es disposa en la planta són de tecnologia alemanya. Tenen una capacitat de 3 000 m<sup>3</sup> i el seu acurat disseny en forma de con en la part inferior i cilíndric en la superior, juntament amb el sistema de calefacció per intercanvi i agitació per cargol central garanteix un alt rendiment, molt superior als digestors usuals de tipus nord-americà que disposen de major superfície.

En la digestió es produeixen gasos, fonamentalment

metà, que són recollits i es cremen en les calderes de calefacció dels digestors. La producció permet l'autosuficiència del procés.

El fang digerit és enmagatzemat en un dipòsit de capacitat equivalent a cinc de producció, sent a continuació enviat a un sistema de deshidratació consistent en dues màquines centrífugues incloent la injecció d'un polímer d'alt pes molecular.

Actualment aquest procés de digestió no es duu a terme completament doncs la central treballa a baixa càrrega. Tan sols es realitza el dessecat per centrifugació. Està prevista l'entrada en servei abans de la posta en marxa dels col·lectors, moment en què la central començarà a treballar al 100 % de la seva capacitat.

#### DADES DE FUNCIONAMENT

Durant el darrer any la planta depuradora ha estat treballant a baixa càrrega, en un període de posta a punt. Malgrat tot, presentem una sèrie de dades que són significatives. Aquestes dades corresponen al període comprès entre l'1 de gener i el trenta-u de desembre de mil noucents vuitanta-set.

El volum total d'aigua residual tractada en l'esmentat període va ser 9 285 369 m<sup>3</sup>, és a dir, 1 060 m<sup>3</sup>/h. La demanda biològica d'oxigen (mesurada com DBO<sub>5</sub>) fou, en l'aigua d'entrada de 135 mg/l O<sub>2</sub> sent la DBO mitja de sortida de 10 mg/l O<sub>2</sub>.

Per altra banda, la quantitat mitja de sòlids a l'entrada de la planta es va situar al voltant dels 125 mg/l mentre que en la sortida oscil·là sobre 10 mg/l.

Per tant l'efectivitat mitjana de la planta segons aquests paràmetres fou:

- Un 92,0 % en els sòlids en suspensió.
- Un 92,6 % en la DBO.

La quantitat de fang humit obtinguda va ser de 4 068 tm que un cop sotmeses al procés de centrifugat es veuen reduïdes a 854 tm. En l'actualitat, aquest fang es transporta mitjançant camions fins un abocador del Garraf. S'està considerant la seva reutilització.

El consum d'energia mig va ser de 0,32 kwh/m<sup>3</sup>. Es pot considerar un bon consum donat que cal bombejar l'aigua per tal de poder treballar per gravetat. El consum mig d'una planta plana està pels volts de 0,25 kwh/m<sup>3</sup>.

Com es desprèn de les dades exposades entre la DBO prevista i la real hi ha molta diferència. Això té una explicació, que és el fet de no estar construïts els col·lectors d'enllaç, i que la depuradora pren l'aigua de la riera de la Murtra.

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

AMBIENT, 8ª Edición, 1988.

## AGRESIÓN DE LOS TRANSPORTES INTERURBANOS

### AL MEDIO AMBIENTE

Elena Fillola Caraballo  
Carlos Javier Hermosilla Larrasoña

#### RESUMEN

*El aumento de la densidad de tráfico en sus diferentes modalidades -aéreo, ferroviario, carreteras- en los últimos años, ha provocado un creciente deterioro del medio ambiente.*

*Los medios de transporte no sólo irrumpen en la naturaleza transformando el paisaje; sino que ponen en peligro la salud de amplias capas de la población al ocasionar aumentos de los niveles de ruido y polución atmosférica...*

*Actualmente asistimos a un crecimiento generalizado de la sensibilización social y administrativa ante dicha agresión.*

*L'augment de la densitat de tràfic en les seves diferents modalitats -aeri, ferroviari, carreteres- als darrers anys, ha provocat un creixent detriment del medi ambient.*

*Els mitjans de transport no només envaeixen la natura transformant el paisatge; sinó que posen en perill la salut d'àmplies capes de la població ocasionant augments dels nivells de soroll i de pol·lució atmosfèrica...*

*Actualment assistim a un creixement generalitzat de la sensibilització social i administrativa davant aquesta agressió.*

#### INTRODUCCIÓN

*Desde principios de siglo, nos encontramos inmersos en un auge descontrolado de los medios de producción. Asociadas a ellos se incrementan las infraestructuras lineales.*

*Estos agentes están modificando negativamente el medio ambiente. Inicialmente la sociedad no asumía esta responsabilidad; imponiéndose los intereses económicos inmediatos sobre la naturaleza.*

*Desde que se ha hecho patente y peligroso este deterioro progresivo se han empezado a constituir organismos oficiales defensores del medio.*

*En particular los medios de transporte no sólo irrumpen en la naturaleza transformando el paisaje, sino que ponen en peligro la salud de amplias capas de la población al ocasionar aumentos de los niveles de ruido y de polución atmosférica.*

*El aumento del tráfico en todas sus variantes es un problema difícil de prevenir, siendo uno de los principales generadores de perturbaciones ambientales.*

*Sin olvidar los agentes clásicos contaminantes -humos, residuos...- nos enfrentamos a otros como el ruido, el cual es un claro factor de distorsión ambiental y productor de graves molestias.*

*Ante tal situación nos preguntamos: ¿existe una sensibilidad social hacia la protección medioambiental?; ¿es posible conjugar armoniosamente el progreso tecnológico con la defensa de la naturaleza?*

#### *OBJETIVOS*

*Una vez realizada la obra, los problemas ambientales provocados son extremadamente complicados de reducir. Por tanto la solución debe encaminarse a la prevención. Para ello, lo más apropiado sería la evaluación del impacto ambiental antes de la ejecución del proyecto.*

*Esta evaluación no puede estar sujeta a unas normativas generales; sino que se deben especificar para cada actuación concreta. Es decir, el proyecto debe ir acompañado de un informe de impacto ambiental, que será posteriormente evaluado por una comisión.*

*La solución estribaría en que: los ministerios competentes exigieran ese informe, crearan la comisión evaluadora y se cercioraran de la minimización del impacto.*

*Comprobaremos cómo en distintos países se ha hecho patente esa sensibilización por parte de los organismos sociales y administrativos.*

#### *CAUSAS Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO*

*Estudiaremos en particular los relacionados con transportes terrestres y aéreo.*

##### *Efectos debidos a la construcción*

*El tráfico de maquinaria produce modificaciones como: ruidos, vibraciones, contaminación atmosférica por humos, vertidos de aceites, grasas y carburantes.*

*Otro efecto alterador sería el movimiento de tierras necesarias para la ejecución: préstamos de tierra, canteras, graveras y contaminación por el polvo que produce el proceso.*

*En la construcción en particular de carreteras, autopistas y aeropuertos, se aumenta el deterioro por la instalación de plantas asfálticas y hormigoneras.*

*El mayor problema que se plantea en el proceso de construcción es la alteración del medio natural; incidencias sobre las aguas freáticas y escorrentías; modificación del ecosistema y en general, una transformación del paisaje.*

*Sobretudo las inmensas lenguas asfálticas perturban notablemente la armonía del territorio, hecho inevitable en este tipo de construcciones.*

*La cuantificación de este problema presenta grandes inconvenientes.*



Se han de tener en cuenta dos factores: el aspecto físico en cuanto a la modificación de la visibilidad, transgresión de las cuencas visuales; y por otra parte, el aspecto psíquico dependiente de las condiciones del espectador. En cualquiera de los dos casos los criterios de evaluación serán siempre subjetivos. Esta misma subjetividad será la que impida normativizar la solución.

Nuevamente vemos la necesidad de una comisión evaluadora objetiva. La cual ha de tener en cuenta tanto la contemplación total del paisaje, como el análisis de los componentes de las categorías estéticas.

Comparativamente la ventaja del ferrocarril salta a la vista. Los trastornos ocasionados por la construcción de nuevas líneas son muy inferiores a los provocados por las autopistas.

Por otra parte, para una prestación similar de viajeros y mercancías, las necesidades de espacio de una vía doble son de 13'7 metros de anchura frente a los 37'5 metros que necesitaría una autopista de seis carriles.

Este es probablemente el aspecto en el que la ventaja del ferrocarril aparece más claramente.

#### Efectos debidos a la explotación

Podemos considerar como más importante el efecto barrera. La separación de ambos márgenes afectará tanto a la fauna como al ganado, las gentes del lugar y los sistemas de escorrentía y drenaje. Esta molesta situación se hace mucho más patente en las grandes carreteras y sobretodo en las autopistas, que dividen tajantemente el espacio natural e impiden la comunicación transversal.

El mantenimiento de las carreteras y autopistas plantea los mismos inconvenientes que los de su construcción.

El ferrocarril es el menos dañino en este aspecto; a excepción de la desagradable impresión que causa la acumulación de elementos inservibles en los márgenes de las vías, el cual es de hecho un problema de fácil resolución.

En cuanto al transporte aéreo el conflicto surge con la creación de los aeropuertos: grandes zonas aisladas e independientes del entorno físico donde se encuentran ubicadas.

#### Efectos indirectos

Los efectos indirectos son aquellos provocados por causas no controladas (accidentes).

Las consecuencias son el vertido de sustancias peligrosas y los incendios provocados por las infraestructuras eléctricas de los ferrocarriles.

La legislación y normativa que regula la actuación para el caso de accidentes en el transporte de mercancías peligrosas tiene su origen en el desgraciado accidente de Los Alfaques. Hasta entonces no se había tomado conciencia de la necesidad de una planificación adecuada para reducir las consecuencias de estas catástrofes.

### Efectos debidos al tráfico

Aparte de los efectos clásicos de polución, existen los provocados por el ruido y las vibraciones.

Es la molestia más extendida y la que presenta mayor dificultad de medición. No hay criterios decisivos en acción legal y administrativa.

En este aspecto, el transporte aéreo es el más conflictivo. En general son los medios de locomoción los mayores generadores de ruido. Ante esto las administraciones de diferentes países han tomado una política común, basada en dos puntos fundamentales: el primero consiste en reducir el nivel de ruido de cada fuente (actuación directa sobre los emisores), y el segundo se basa en la reducción del tráfico total de circulación rodada, para ello son necesarias campañas de fomento del transporte público.

### LEGISLACIÓN MEDIO-AMBIENTAL

La gestión medioambiental es la respuesta política a una realidad física de deterioro constante del medio ambiente y a las presiones sociales que exigen un medio digno.

Las normas contenidas en la legislación ambiental y las disposiciones y consultas con los órganos administrativos oficiales forman lo que se llama procedimientos; entendiéndose por tales a los condicionamientos administrativos y legales que regulan y afectan a los estudios de impacto ambiental.

Las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) son un conjunto de estudios e información que permiten analizar la incidencia de una acción en el equilibrio del medio ambiente.

Veamos estos procedimientos en EE.UU., CEE, España, Francia, Alemania y URSS.

#### Estados Unidos de América

En 1970 se crea la "National Environmental Policy Act" (NEPA), que sentaba las bases de los pasos a seguir por las agencias federales. Fue revisada en 1973 para tener en cuenta los parámetros ambientales no cuantificables.

La ley obligaba a los organismos oficiales a reducir los efectos a largo plazo y a proteger el entorno, recursos naturales y patrimonio natural.

Los organismos ejecutivos son: "Environmental Protection Agency" (EPA) valorador de informes y el "Council of Environmental Quality" (CEQ) revisor.

La ley define las EIA como clave fundamental de la política de gestión del medio ambiente. Éstas deben incluir una completa descripción del impacto ambiental del proyecto y un estudio comparativo de las diferentes alternativas.

### Comunidad Económica Europea

Favorece las EIA y las recomienda como un instrumento valiosísimo para la adecuada realización de una política eficaz de prevención de los deterioros ambientales.

En 1980 se adopta una propuesta que pretende unificar los criterios de evaluación para determinadas obras y proyectos público y privados.

En 1985 se establece una nueva norma directiva vigente a la cual deben ajustarse los países miembros.

### España

En 1986 se establece como obligatorio adjuntar una EIA para ciertos proyectos. Entre ellos ferrocarriles y autopistas. Se observa el vacío existente en la normativa española en cuanto a materia ambiental.

### Francia

Desde 1976 son obligatorias las EIA para todo tipo de proyectos.

### Alemania

En 1975 el instrumento de control era la necesidad de una licencia para la obtención de la cual se precisaba la documentación necesaria para la posterior realización de una evaluación global. Pero los numerosos inconvenientes llevaron al Gobierno a la resolución de adoptar en 1977 las EIA como instrumento idóneo de gestión.

### Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas

En cuanto a las EIA, ya estaban en 1972 incluidas en el sistema socialista de planificación estatal.

En 1976, además, incluyen el estudio de todas las alternativas posibles, estableciéndose comparaciones analíticas, técnicas y económicas, estudiándose los efectos ecológicos y los recursos y tiempo empleado.

### CONCLUSIONES

Los efectos se pueden dividir en evitables e inevitables. Sobre los primeros, la única forma de actuar es mediante estudios detallados previos. Y con respecto a los segundos la idea es buscar alternativas lo menos perjudiciales posible.

A continuación enumeramos las conclusiones obtenidas a partir del estudio realizado.

1. Existen factores no cuantificables que se deben tener en cuenta.
2. No es posible llevar un control mediante normativas concretas.
3. Debe hacerse un estudio detallado de impacto en cada proyecto.
4. Deben estudiarse todas las alternativas comparativamente.

5. *Es importante la creación de comisiones evaluadoras objetivas.*
6. *Existe un patente retraso en España con respecto a otros países aunque hay perspectivas de equiparación.*

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Calderón Balanzategui, E.J. (1981). Ingeniería civil y medio ambiente. Edita: CEDTMA, MOPU, Madrid.

Edmunds, S. y Letey, J. (1975). Ordenación y gestión del medio ambiente. Edita: Instituto de estudios de la administración local. Madrid.

Sanz Martínez, M. (1987). El informe de impacto ambiental. Edita ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. UPC. Barcelona.

## EFECTES DELS GASOS EMESOS PELS VEHICLES

## EN EL COS HUMÀ

EVA PEREZ COLL

DRILL SANOSA I VALLS

## RESUM

La substància més perjudicial pel cos humà emesa pels vehicles és el monòxid de carboni (CO), per ser el tòxic més abundant i per no detectar-se la seva presència fins que hom es troba intoxicat.

El CO es combina amb l'hemoglobina desplaçant a l'oxigen, creant així un dèficit d'oxigen a la sang, produint diferents trastorns segons la concentració de CO a l'atmosfera.

Altres compostos emesos són: mesclures nitrogenades, diòxid de sofre, hidrocarburs sense cremar, sòlids verinosos.

La sustancia más peligrosa expulsada por los vehículos es el monóxido de carbono (CO), por ser la más abundante y además por no ser detectada su presencia hasta que no se manifiesta la intoxicación.

El CO se combina con la hemoglobina desplazando al oxígeno, produciendo un déficit de oxígeno en la sangre, dando lugar a diferentes trastornos según la concentración de CO en la atmósfera.

Otros compuestos expulsados son: mezclas nitrogenadas, dióxido de azufre, hidrocarburos sin quemar,

sólidos venenosos.

## INTRODUCCIÓ

La combustió del cotxe de benzina es produeix amb dèficit d'aire produint una quantitat variable de CO (la qual és verinosa, incolora i inodora), òxids de nitrogen i sofre, i finalment també s'expulsen hidrocarburs sense cremar.

El motor Diesel, en canvi, funciona amb excés d'aire, per la qual cosa la quantitat de CO és mínima. Per un altre costat, però després s'utge (partícules sòlides en suspensió) influint desfavorablement en la visibilitat.

## OBJECTIU

El fet d'estudiar quins són els contaminants emesos pels vehicles i quins són els efectes segons les concentracions, té una aplicació directa en el disseny de túnels. Serà necessari proveir al túnel d'un sistema de ventilació adequada per assegurar que les concentracions de compostos tòxics no superi uns màxims establerts.

## DIÒXID DE SOFRE ( $SO_2$ )

El diòxid de sofre és un contaminant atmosfèric, produït en la combustió del SH-orgànic.

El diòxid de sofre en l'atmosfera es transforma en SO (en aquesta reacció la pols i cristalls en suspensió actuen com a catalitzadors). En el moment que plou les gotes d'aigua i els sulfats (molt hidroscolòpics) es combinen per donar àcid sulfúric, perjudicial per plantes i animals.

## HIDROCARBURS SENSE CREMAR

Els hidrocarburs sense cremar són els responsables de mals olors i irritacions als ulls.

## SÒLIDS VERINOSOS

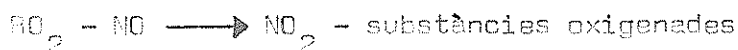
Els sòlids verinosos, compostos de plom i sutge, influeixen desfavorablement en la visibilitat.

Els límits d'opacitat depenen de la rampa, tipus de vehicle, il.luminació (en el cas de túnels), etc. Aquests límits han d'assegurar una òptima condició de tràfic, és a dir, no han d'existir ocells deguts a poca visibilitat.

## COMPOSTOS NITROGENATS (NO<sub>x</sub>)

El NO<sub>x</sub> és una mescla de NO<sub>2</sub> i NO, on el NO és el constituent més abundant (90-95 %).

El NO<sub>2</sub> és obtingut per oxidació del NO mitjançant la següent reacció:



Les taxes de conversió són funció de la concentració de NO, de la temperatura ambient i del grau de solejament.

El NO<sub>2</sub> és un irritant pulmonar agut (incrementa la incidència de símptomes d'enfermetats respiratòries).

Per altra banda tenim l'efecte del NO<sub>2</sub> sobre plantes (pluja àcida). El que succeeix és una disminució de la capacitat productiva de les plantes.

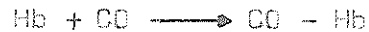
El color marronós d'una massa d'aire en l'horitzó sobre zones urbanes és degut a concentracions superiors a 0,21 ppm. de NO<sub>2</sub>. En general produeix disminucions de la visibilitat.

Els olors produïts pel NO<sub>2</sub> són perceptibles quan les concentracions són aproximadament de 0,11 ppm.

Produeix alteracions als pulmons a partir de concentracions de 1,5 ppm, sent el temps d'exposició de 3 hores.

### MONÒXID DE CARBONI (CO)

El CO desenvolupa la seva acció sobre l'organisme per combinar-se amb l'hemoglobina de la sang i donar lloc a la formació de carboxi-hemoglobina (CO-Hb). Aquesta combinació pot expressar-se de la següent manera:



L'òxid de carboni reacciona amb l'hemoglobina d'igual manera com ho fa l'oxigen:



El CO pot fixar-se a l'hemoglobina en iguals quantitats que l'oxigen. El grup responsable de la reacció amb tots dos gasos és el ferro.

La inhalació d'una mescla de gas que conté CO i O<sub>2</sub> dona lloc a la formació d'oxi-hemoglobina i carboxi-hemoglobina en quantitats proporcionals a les pressions parcials d'ambdós gasos. La següent fórmula permet calcular la quantitat de carboxi-hemoglobina formada.

$$\frac{\text{CO} - \text{Hb}}{\text{O}_2 - \text{Hb}} = M \frac{P_{\text{CO}}}{P_{\text{O}_2}}$$

El factor M indica la relació d'afinitats de l'hemoglobina amb el monòxid de carboni i amb l'oxigen. L'afinitat pel monòxid de carboni és unes 225 vegades superior a l'afinitat per l'oxigen. El factor M és doncs 225 (aquest valor és aproximat ja que depèn del pH de la sang).

M= 225 indica que el respirar una mescla de gasos, en que la quantitat de CO sigui de 1/225 vegades la quantitat d'oxigen, es formaran aproximadament un 50 % de carboxi-hemoglobina un cop assolit l'estat d'equilibri (figure 1).

El perill del monòxid de carboni es troba precisament en la seva gran afinitat amb l'hemoglobina, que és responsable d'un pas ex-



treordinàriament ràpid d'aquest gas els hepaties i la seva ulterior combinació amb l'hemoglobina. Així es manté constantment una baixa tensió de CO en la sang i per tant, s'estableix continuament un gran gradient de concentracions entre els alveols i la sang.

Aquest gradient es mantindrà mentre l'aire inspirat contingui monòxid de carboni. Només quan ja no hi hagi CO s'alliberarà de l'hemoglobina i serà eliminat per via pulmonar.

Tot i que la capacitat de transportar oxigen per la sang és proporcional a la quantitat de CO-Hb, el dèficit d'oxigen disponible en els teixits és molt inferior a la que cal esperar. La causa d'aquest fenomen es troba en el desplaçament de la corba de dissociació de l'oxigen per la CO-Hb (figura 2).

## CONCLUSIONS

Els components determinants en túnels de carretera són com ja hem exposat el CO, NO, NO<sub>2</sub> i el SO<sub>2</sub>.

Els màxims admesos per una exposició de 8 h/ dia són:

25 ppm de NO  
5 ppm de NO<sub>2</sub>  
5 ppm de SO<sub>2</sub>

Amb l'actual disseny de motors aquests valors no són assolits fins que el contingut de CO és de 500 ppm. Així és que la normativa i disseny de ventilació de túnels ha de basar-se en la limitació de la concentració de CO.

Les recomenacions en quant a concentracions de CO són:

- 250 ppm. màxim comú per condicions de tràfic extremes
- 150 ppm. per a un fluxe de tràfic normal
- 100 ppm. nivell de control per a disminuir la ventilació
- 50 ppm. màxim a que pot estar exposat el personal que estigui tota la jornada.

## REFERÈNCIES

Congrés del A.I.P.C.R. a Bruseles (1987), Comitè Tèc-  
nic de Tunels.

Curso de Tuneles Urbanos, Director Manuel Romana Ruiz, (del 23  
al 26 de Noviembre de 1982), Colegio de Ingenieros de Puertos  
y Caminos de Madrid.

Lawin, P. (1975). Cuidados intensivos, editat per G.Thieme,  
Salvat Editores, S.A., Barcelona, versió espanyola de la se-  
gona edició alemana de l'obra: "Praxis der Intensivbehandlung",  
pàg. 490-3.

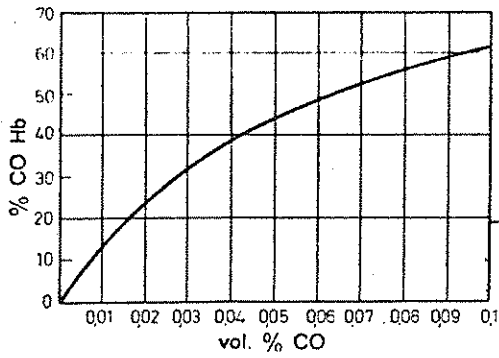


Fig. 1

Formació de carboxihemoglobina segons la concentració de CO. (Segons Sluyter)

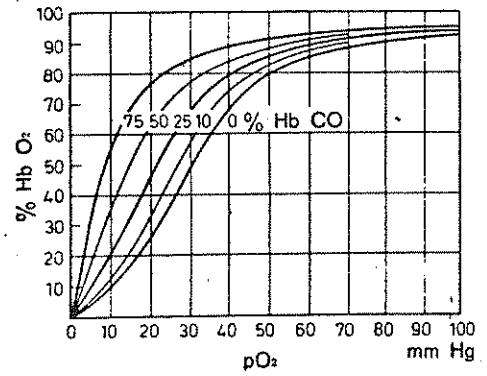
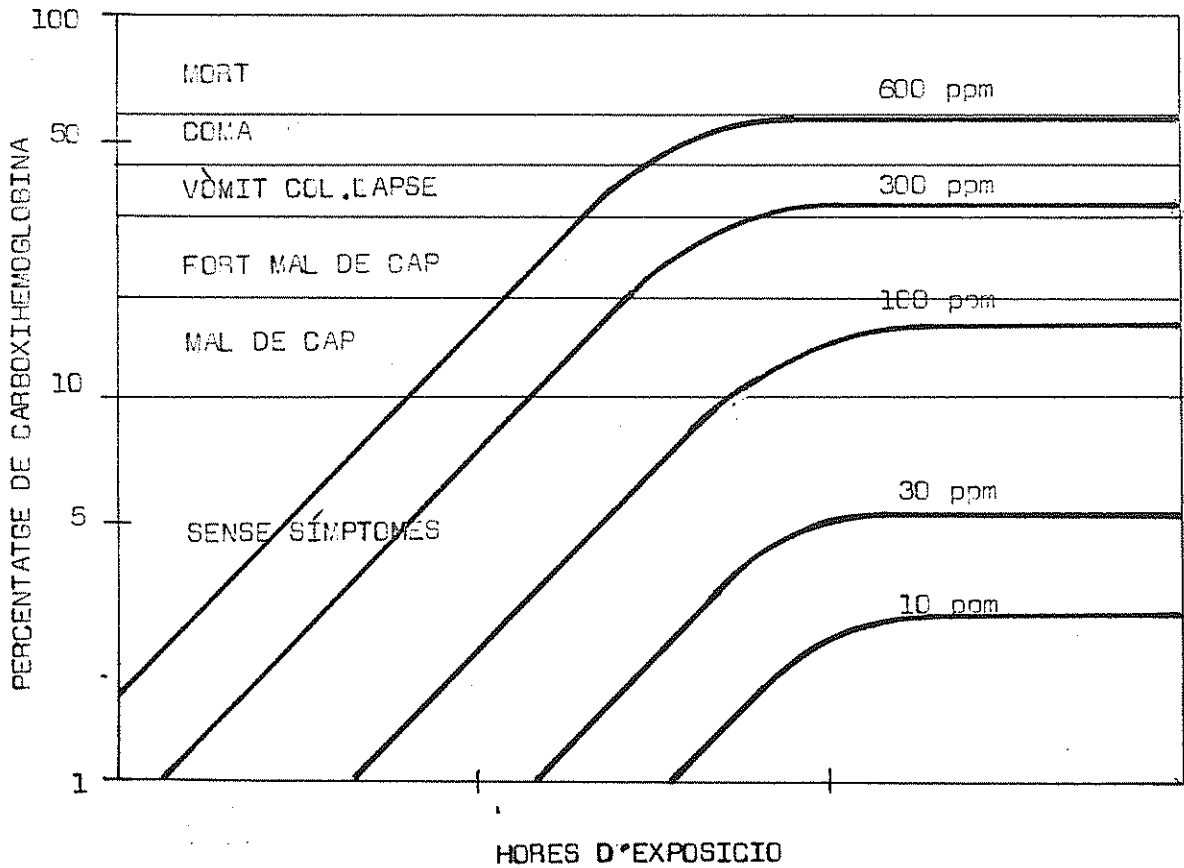


Fig. 2

Desplaçament de la corba de dissociació de la oxihemoglobina pel CO. (segons Sluyter)



Efectes de la concentració de CO-Hb en l'home

7/4

AMBIENT, 8ª Edición, 1988.

CLASIFICACION DEL MEDIO ATMOSFERICO  
SEGUN SU AGRESIVIDAD SOBRE LOS MATERIALES

Jordi Costa Vilarrasa  
David Vergés Coll

RESUMEN

El presente trabajo muestra la clasificación la agresividad atmosférica sobre los metales en Cataluña, a partir de parámetros ambientales y de medidas de corrosión, de acuerdo con la normativa ISO reciente.

El present treball dóna compte de la classificació de l'agressivitat atmosférica sobre els metalls a Catalunya, a partir de parametres ambientals i de mesures de corrosió, d'acord amb la normativa ISO recent.

INTRODUCCION

Los fenómenos de corrosión atmosférica tienen especial significado hoy día en que la estabilidad de los materiales representa un reto fundamental para el desarrollo tecnológico. Luego, el conocimiento del comportamiento de los materiales frente a la acción de la atmósfera en que pueden situarse en su trabajo normal, tiene gran trascendencia práctica. A temperatura ambiente y en una atmósfera seca la corrosión de los metales es inapreciable, pero adquiere importancia cuando se trata de ambientes húmedos y contaminados.

Por esta razón, las atmósferas se suelen dividir en rurales, urbanas, industriales, marinas y combinaciones de éstas. También se han desarrollado procedimientos de clasificación basados en resultados de corrosión atmosférica (1). Recientemente, la ISO (2), ha elaborado un borrador de Norma para la clasificación de las atmósferas a partir de los parámetros meteorológicos y de contaminación, así como de resultados de corrosión, de una zona determinada.

En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación de esta Norma a la atmósfera de Cataluña.

## CLASIFICACION DEL MEDIO AMBIENTE.

La clasificación de la agresividad de la atmósfera se puede conseguir a partir de los parámetros climáticos, mediante el tiempo de humectación y los niveles de contaminación, o bien de los resultados de corrosión de determinados materiales metálicos. La Fig. 1 muestra un esquema de estos dos procedimientos.

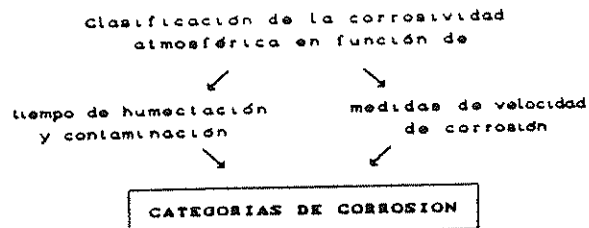


Fig. 1. Clasificación de las atmósferas

*Datos ambientales.* El primer procedimiento está basado en el tiempo de humectación y la contaminación atmosférica, que son los factores responsables de la agresividad ambiental sobre los metales. Ante la dificultad de medir directamente el tiempo de humectación, éste se puede estimar mediante los espacios de tiempo en que la humedad relativa es superior al 80% a una temperatura superior a 0 °C. Este número no corresponde necesariamente al tiempo real de humectación, ya que depende de otros muchos factores, pero representa un criterio suficiente para caracterizar las atmósferas. La Tabla I da la clasificación de tiempos de humectación.

Tabla I. Clasificación de tiempos de humectación

Categoría	Tiempo de humectación	
	horas/año	% año
T <sub>1</sub>	> 10	< 0,1
T <sub>2</sub>	10-250	0,1-3
T <sub>3</sub>	250-2500	3-30
T <sub>4</sub>	2500-5500	30-60
T <sub>5</sub>	> 5500	> 60

Las categorías de contaminación se definen por los niveles de dióxido de azufre, SO<sub>2</sub>, y de ion cloruro, Cl<sup>-</sup>, en la atmósfera. Las categorías de contaminación por dióxido de azufre vienen en la Tabla II.

Tabla II. Clasificación de niveles de dióxido de azufre.

Categoría	Veloc. deposit. SO <sub>2</sub> mg m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	Conc. SO <sub>2</sub> µg m <sup>-3</sup>
P <sub>0</sub>	≤ 10	≤ 12
P <sub>1</sub>	> 10-35	> 12-40
P <sub>2</sub>	> 35-80	> 40-90
P <sub>3</sub>	> 80-200	> 90-250

En la Tabla III se da la clasificación de la contaminación por ion cloruro generado en ambientes marinos.

Tabla III. Clasificación de la contaminación por ion cloruro

Categoría	veloc. deposic. $\text{Cl}^- / \text{mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$
$S_0$	$\leq 3$
$S_1$	$> 3-80$
$S_2$	$> 80-300$
$S_3$	$> 300-900$

A partir de estas categorías de tiempo de humectación y de contaminación por dióxido de azufre y por cloruro se puede clasificar la corrosividad ambiental. Esta clasificación viene dada en la Tabla IV.

Tabla IV. Categorías de corrosividad de las atmósferas.

	$T_1$			$T_2$			$T_3$			$T_4$			$T_5$		
	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	$S_0 S_1 S_2 S_3$	
Acero al carbono															
$P_0 P_1$	1	1-2	1	2 3-4	2-3	3-4 4	3	4 5	4	5 5	4	5 5	5	5	
$P_2$	1	1-2	1-2	3-4 3-4	3-4	3-4 4-5	4	4 5	5	5 5	5	5 5	5	5	
$P_3$	1-2	2	2	3 4	4	4-5 5	5	5 5	5	5 5	5	5 5	5	5	
Zinc y Cobre															
$P_0 P_1$	1	1	1	1-2 3	3	3 3-4	3	4 5	4	5 5	4	5 5	5	5	
$P_2$	1	1-2	1-2	2 3	3	3-4 4	3-4	4 5	5	5 5	5	5 5	5	5	
$P_3$	1	1-2	2	3 3-4	3	3-4 4	4-5	5 5	5	5 5	5	5 5	5	5	
Aluminio															
$P_0 P_1$	1	2 2	1	2-3 4	3	3-4 4	3	3-4 5	4-5	5 5	4-5	5 5	5	5	
$P_2$	1	2 2-3	1-2	3-4 4	3	4 4-5	3-4	4 5	4-5	5 5	4-5	5 5	5	5	
$P_3$	1	2-3 3	2-4	4 4	3-4	4-5 5	4-5	5 5	5	5 5	5	5 5	5	5	

*Medidas de corrosión.* En la Tabla V se dan los valores numéricos de la corrosión, tras un año de exposición, correspondientes a cuatro metales estandarizados. Estos datos permiten clasificar las atmósferas en las cinco categorías.

Tabla V. Clasificación de categorías de corrosión.

Categoría corrosividad	Velocidad de corrosión			
	Acero	Zinc	Cobre	Aluminio
1	(*) 1-10 (**) 0,12-1,28	< 7 < 0,1	< 0,9 < 0,1	desprec. desprec.
2	(*) 10-200 (**) 1,28-25	0,7-5 0,1-0,7	0,9-5 0,1-0,6	< 0,6 < 0,25
3	(*) 200-400 (**) 25-51	5-15 0,7-2	5-12 0,6-1,3	0,6-2 0,25-0,8
4	(*) 400-500 (**) 51-83	15-30 2-4,2	12-25 1,3-2,8	2-5 0,8-2
5	(*) > 650 (**) > 83	> 30 > 4,2	> 25 > 2,8	> 5 > 2

(\*)  $\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$

(\*\*)  $\mu\text{m a}^{-1}$

## APLICACION A LAS ATMOSFERAS DE CATALUÑA

Recientemente se han publicado datos de tiempos de humectación, de niveles de dióxido de azufre y de contenidos de ion cloruro en diversos lugares de Cataluña (3). Con estos datos se ha procedido a la categorización de las atmósferas, de acuerdo con las Tablas I a III, y cuyos resultados se indican en la Tabla VI. Esta Tabla recoge también la clasificación de la corrosividad según la Tabla IV.

Tabla VI. Corrosividad de las atmósferas de Cataluña en función de las características climáticas y de corrosión.

Núm.	Población	r <sup>(1)</sup>	P <sup>(2)</sup>	S <sup>(3)</sup>	T. A. <sup>(4)</sup>	T. A. <sup>(5)</sup>
1	Barcelona	3	1	1	3	3
2	L'Hospitalet	3	1	4	4	4
3	Girona	3	1	1	3	3
4	Tordera	3	1	1	3	3
5	Tarragona	3	1	1	3	3
6	Reus	3	0	0	3	3
7	Flix	3	1	1	3	3
8	Cerces	3	2	1	3	3
9	Manresa	4	1	1	3	3
10	Badalona	3	2	2	4	5
11	Ascó	3	0	1	3	3
12	Bellaterra	3	1	1	3	3
13	Vic	3	1	0	3	3
14	Ribes	3	1	0	3	3
15	Tortosa	3	1	0	3	2
16	Lleida	3	1	0	3	2-3
17	Lleida	3	1	0	3	3
18	Tremp	3	0	0	3	3
19	Viella	3	1	0	3	2-3
20	Cervera	3	0	0	3	2-3
21	Barcelona	3	3	1	4	3
22	Barcelona	3	1	1	3	3
23	Barcelona	3	3	1	4	3
24	Barcelona	3	1	1	3	3
25	Barcelona	3	2	1	3	3
26	Barcelona	3	2	1	3	3
27	Barcelona	3	1	2	4	4-5
28	Barcelona	3	2	1	3	3
29	Barcelona	3	2	1	3	3
30	Barcelona	3	1	1	3	3
31	Barcelona	3	1	1	3	3
32	Sant Adria	3	2	1	3	3-4
33	Badalona	3	2	1	3	3-4
34	L'Hospitalet	3	2	1	3	3
36	Terrassa	3	0	1	3	3
37	Vilafranca	3	1	1	3	3
38	Cardona	3	0	1	3	3
39	Cobelles	3	1	1	3	3
40	Tarragona	3	1	0	3	3
41	Olot	3	0	1	3	2
44	Olot	3	1	0	3	3

(1) Tiempo de humectación. (2) Nivel SO<sub>2</sub>. (3) Nivel Cl<sup>-</sup>.  
 (4) Tipo atmósfera según clima. (5) Idem. según corros.

Estos resultados ponen de manifiesto que los tiempos de humectación son sensiblemente iguales en toda Cataluña, lo cual se debe a lo limitado de la zona. En cambio, las categorías de dióxido de azufre muestran variaciones, debido probablemente a la acción de las fuentes puntuales de este contaminante, ver Fig. 2. Los contenidos de ion cloruro dependen ampliamente de la distancia al mar de las estaciones de ensayo. La Fig. 3 muestra estos resultados.

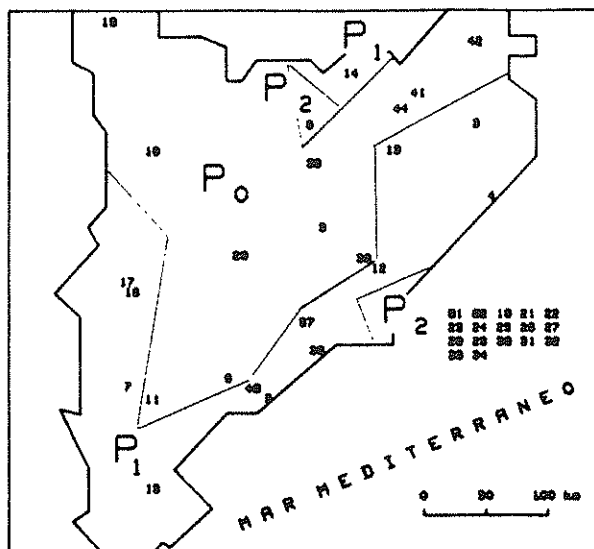


Fig. 2. Distribución geográfica de las zonas de distinto nivel de dióxido de azufre.

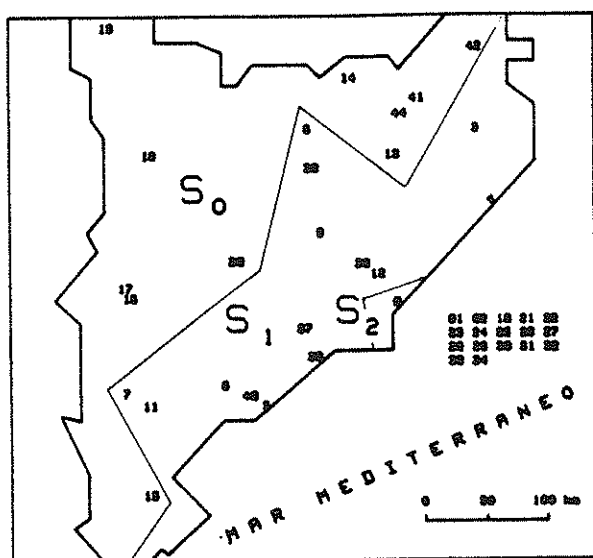


Fig. 3. Distribución geográfica de las zonas de distinto contenido de ion cloruro.

Con los datos de un trabajo de corrosión atmosférica (4), de 3 años de duración, realizado en unas 40 estaciones repartidas por toda Cataluña, y correspondientes a los puntos de los datos climáticos antes comentados, se ha procedido a la clasificación de dichos puntos de acuerdo con lo indicado en la Tabla V. Los resultados obtenidos vienen indicados en la última columna de la Tabla VI; los correspondientes a la zona de Barcelona están representados en la Fig. 4.

Los tipos de atmósfera obtenidos, son muy parecidos salvo pequeñas variaciones; tan sólo el cinturón litoral de Barcelona, tiene una atmósfera tipo 4, mientras que el resto de Cataluña está clasificada con el tipo 3. Esta homogeneidad es debida a que la Norma ISO es de carácter general, para ser aplicada en extensas zonas del mundo. Su aplicación a una zona geográfica reducida, como Cataluña, es lógico que conduzca a resultados que no difieren mucho, obteniéndose la misma categoría de corrosión, excepto en la zona de gran concentración industrial de Barcelona.



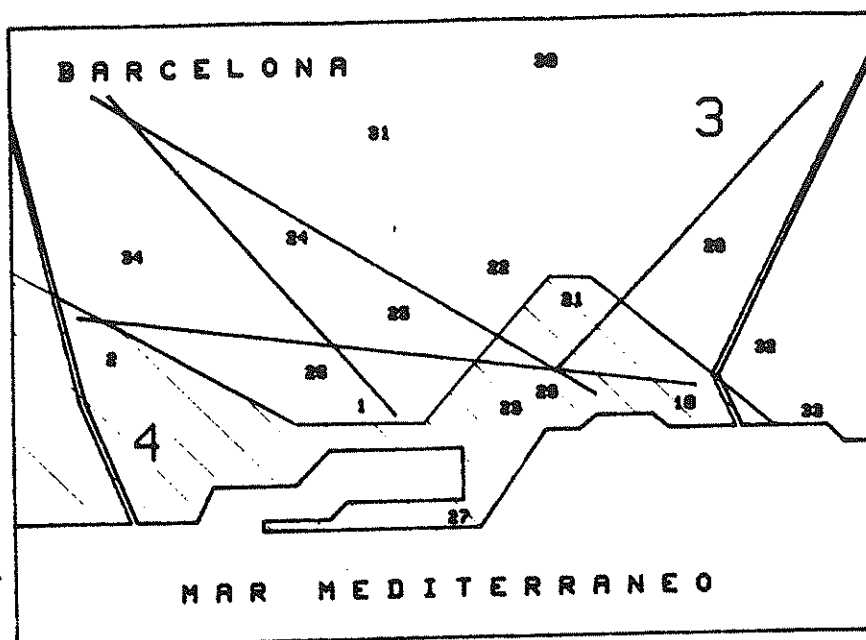


Fig. 4. Mapa de corrosividad de la zona de Barcelona.

#### CONCLUSIONES

1. La agresividad atmosférica sobre los metales se puede clasificar mediante datos climáticos o a través de medidas de corrosión, mediante la Norma ISO/DP 9223.
2. Las variables climáticas que influyen sobre la corrosión son fundamentalmente el tiempo de humectación y los niveles de contaminación por dióxido de azufre y por ion cloruro.
3. Los valores de tiempos de humectación, de acuerdo con la Norma, corresponden a la categoría 3 para todas las estaciones de Cataluña donde se ha efectuado ensayos.
4. Los niveles de contaminación por dióxido de azufre están comprendidos entre 0 y 3, según la proximidad al foco emisor, y los contenidos de ion cloruro entre 0 y 4, correspondiendo los valores bajos a las estaciones más alejadas del litoral.
5. A partir de estas categorías se obtiene la clasificación de las atmósferas, que concuerda prácticamente con la establecida mediante determinaciones de corrosión de metales estándar. Las categorías varían entre 2 y 4, tomando los valores más altos las estaciones del cinturón industrial de Barcelona.

#### REFERENCIAS

1. Barton, K, *Protection Against Atmospheric Corrosion*, Wiley, Nueva York, 1976, pág. 174 y sig.
2. Costa, J.M. y Vilarrasa, M., *Proceedings of the 10th International Congress on Metallic Corrosion*, Madras, 1987, pág. 35-45.
3. Costa, J.M., Miró, E. y Vilarrasa, *Corrosió i Medi Ambient 2*, E.U., Barcelona, 1986, pág. 281-287.
4. ISO/TC 156, *Draft Proposal ISO/DP 9223*, 1986.

AMBIENT, 8ª Edición, 1988.

## IMPACTO DE LAS GRANJAS EN LAS AGUAS SUPERFICIALES

Pere Miquel Roure i Cuspinera

### RESUMEN

Los residuos orgánicos de origen animal tienen un alto poder patógeno, lo que provoca un gran número de problemas sanitarios. Los problemas se intensifican cuando los residuos entran en contacto con el agua. Para evitar infecciones se han desarrollado técnicas que permiten transformarlos en residuos sanitariamente aptos para su uso. Existen normas -- dictadas por países y organismos competentes que regulan estas cuestiones.

Els residus orgànics d'origen animal tenen un alt poder patogen, que provoca un gran nombre de problemes sanitaris. Els problemes s'intensifiquen quan els residus entren en contacte amb l'aigua. Per evitar infeccions s'han desenvolupat tècniques que permeten transformar-los en residus sanitariament aptes per a l'ús. Existeixen normes dictades per països i organismes competents que regulen aquestes qüestions.

### INTRODUCCION

A través de largos años de estudio y de experiencias acumuladas, en el ámbito del medio ambiente, se ha podido establecer una correcta relación entre animales y contaminación ambiental. Esta relación, no sólo nos permite identificar al animal como causa contaminante, sino que también nos permite observarlo en su otra vertiente, la de efecto susceptible de ser contaminado.

Esta doble vertiente, contaminante-posible contaminado, se ha ido agravando con el transcurso del tiempo, con la creación de las explotaciones intensivas (granjas). La implantación y desarrollo de la cría de animales en régimen intensivo y por ello en permanente cautividad, incrementa el acúmulo, en poco espacio y en las proximidades de los animales y del medio, de residuos que es necesario vigilar higiénicamente, desde el momento en que se producen, hasta conseguir su destrucción o proceder a su correspondiente reciclaje, único modo de evitar posibles y en ocasiones graves contaminaciones bióticas, bien sea directamente o a través de los alimentos y fómites.

## DESARROLLO

La concentración de animales en granjas origina la acumulación de residuos, los cuales, cuando se producen en grandes cantidades y en áreas reducidas, provocan problemas de hacinamiento, con repercusiones en la contaminación del entorno.

Los residuos producidos en las granjas son de diversa índole y podemos clasificarlos en desperdicios de cría, desperdicios del periodo de aprovechamiento propiamente dicho y excrementos.

En los residuos de origen animal podemos distinguir dos tipos de agentes; agentes bióticos u orgánicos y agentes abióticos o inorgánicos.

Si bien los agentes inorgánicos tienen su importancia, creemos que los agentes bióticos tienen una mayor relevancia como factor contaminante o en las reacciones metabólicas que condicionan la transformación con fines de saneamiento o reciclaje.

Las excretas procedentes del tracto digestivo animal, suelen dividirse, en razón a su constitución en materias sólidas o semilíquidas donde va incluida la masa biótica (bactérias, virus, hongos, levaduras, protozoos y helmintos).

Si realizamos la clasificación según su consistencia, nos encontramos con productos sólidos (70% de agua), semisólidos o lisier (85% de agua) y líquidos o purinas (90% de agua).

La cantidad de heces que elimina cada animal es variable y depende de diversas circunstancias (especie, raza, edad, estación climática, alimentación, etc.). En la tabla 1, tabla 2 y tabla 3 del anexo podemos observar diversos datos sobre esta cuestión.

No resulta fácil enumerar los gérmenes y parásitos que con características patogénicas pueden encontrarse en los residuos orgánicos con lo cual solamente diremos a modo de ejemplo que en el lisier procedente del cerdo se han encontrado, nada menos que 142 cepas de Escherichia Coli enteropatógenas, pertenecientes a 23 serotipos distintos, con posibilidades infectantes para el hombre y los animales jóvenes.

El gran poder patógeno de estos residuos impide la evacuación de éstos directamente a las aguas superficiales. Debemos de tener en cuenta que el agua es uno de los bienes más utilizados por las personas y animales, con lo cual su capacidad de transmisión de enfermedades es muy elevada.

Afortunadamente el agua, cuando no abunda la materia orgánica, constituye un medio desfavorable para la conservación y multiplicación de los gérmenes patógenos. Esto supone que en estas circunstancias el periodo de contaminación es corto, a no ser, como suele ocurrir corrientemente, que

se prolongue el foco contaminante.

No más de diez géneros bacterianos son los encargados de la degradación del material orgánico presente en las aguas, dependiendo su eficacia de varios factores, entre los que se encuentra las influencias del medio ambiente y, concretamente, la mayor o menor velocidad de la corriente. En general, la carga biótica encuentra mayores facilidades para ejercer sus actividades metabólicas en aguas con corrientes moderadas, siempre que se mantenga la necesaria cantidad de oxígeno disuelto. Cuando la velocidad es escasa, las partículas orgánicas se sedimentan y el resto del agua permanece exenta de medios nutritivos para las bacterias. En estas circunstancias suelen predominar la actividad de los gérmenes anaerobios.

Hay que tener en cuenta dos factores importantes en relación con el poder contaminante de las aguas; la autodepuración y la eutrofilización.

#### AUTODEPURACION

La autodepuración limita las consecuencias pululantes de la materia orgánica arrojada a las aguas fluviales o a las playas. Consiste en la mineralización de una parte de esta materia orgánica, juntamente con la disminución de la carga biótica que alberga transformándola en anhídrido carbónico y nitritos en una buena parte, siendo utilizada también para la nutrición de las bacterias aerobias que intervienen en esta mineralización.

Para que tenga lugar una conveniente autodepuración, es muy importante evitar los procesos anaerobios, manteniendo para ello un conveniente equilibrio entre la respiración de las bacterias aerobias y la fotosíntesis. Cuando esto ocurre, los microorganismos denominados quimioorganotropos y quimiolitotrofos, mineralizan la materia orgánica contaminante, formando, como ya hemos indicado, anhídrido carbónico y nitratos.

Más tarde, las algas fototrofas aerobias fijan el anhídrido carbónico, utilizan los nitratos y liberan oxígeno que utilizan las bacterias aerobias para sus funciones metabólicas y con ello continúan el ciclo depurante. Si falta oxígeno, se inhibe la actividad aerobia y entran en acción los gérmenes anaerobios y con ello aparecen olores desagradables al mismo tiempo que desaparece de las aguas su fauna y flora natural.

Para conocer los efectos de la autodepuración se hace uso de dos principales parámetros: medida del DBO<sub>5</sub>, valoraciones específicas, bioquímicas y bióticas, que se van produciendo a partir del lugar en que ha sido efectuado el vertido (rio abajo en lo que se refiere a las corrientes fluviales o hacia el interior del mar cuando se trata de las playas).

### Zonas en la autodepuración.

Según el grado de contaminación podemos distinguir las siguientes zonas:

A. De polisaprobios (muy contaminada). Se caracteriza por la presencia de gran cantidad de materia orgánica. Abundante carga biótica del orden de  $10^6 - 10^7$  por gramo y escasez de oxígeno. La DBO5 oscila entre 15 y 110 mg/l. Predominan los gérmenes anaerobios, estando constituida la fauna por protozoos: *Caenomorpha medusula*, *Vorticella microstoma*, *Epalxis mirabilis*, *Metopus striatus*, *Metopones*, *Colpidium campylum* y *Colpidium colpoda*, y rotíferos entre los metazoos. La flora se compone de hongos degenerados y en cuanto a las bacterias, abundan: bacteriáceas, *esportilus natans*, *schinozoomycetos* del género *beggiotoa* (SA2), *leptominus* y *cholatum*.

B. De mesoprobios (alfa y beta). Se va mineralizando la materia orgánica y aparecen fenómenos de oxidación. El sulfato ferroso se transforma en hidróxido, lo que da lugar al cambio de color del agua (aclarándose). Disminuye la carga biótica y la DBO5;  $10^5$  y 5 mg/l, respectivamente. La flora bacteriana evoluciona hacia las especies aerobias y aparecen las algas. Se encuentran los siguientes protozoos: *Euplates patilla*, *Alteria grandella*, *Bursaria trincutella*, *Lacrymaria oler*, *Chilodonella cucullulus*, *Espirostomus ambiguus* y *tores*, *Urucentrum turfo*, etc.

C. De oligosaprobios. En esta zona se termina la mineralización de la materia orgánica y se aprecia la existencia de abundantes nutrientes, con la correspondiente intensificación de las bacterias aerobias. Consiguientemente, abunda el oxígeno, disminuyendo el DBO5 (1 a 3 mg/l). La carga biótica contaminante baja hasta el valor de  $10^3$  y se incrementan las algas. Entre los protozoos predominan *Frontonia acuminata* y *Dileptus anser*.

D. De catharobios o xenosapróbica. Se considera como terminación de la autodepuración. Si todo fue bien, acabó la mineralización de la materia orgánica y no existen saprobios. El agua puede considerarse ecológicamente saneada. Sólo aparecen, de los protozoos, el *Coles pirtus*.

Otro índice importante de contaminación o de autodepuración es la presencia o ausencia de hongos. Se han establecido dos importantes relaciones entre la presencia de hongos en los residuos y el grado de depuración. Con estas valoraciones es posible establecer el grado de contaminación de las distintas zonas de los ríos polucionados y consecuentemente los efectos de la autodepuración.

Todos estos razonamientos demuestran que la autodepuración puede y debe ser considerada como evidente y positivo factor ecológico, de gran interés en relación con las contaminaciones bióticas.

Aunque son varias las causas que intervienen en este

fenómeno ecológico, tres se consideran de mayor interés relacionadas con la escasez de sustancias alimenticias para los saprófagos, aumento de la salinidad y existencia de bacteriófagos. Esto significa que antes de emitir un criterio sanitario referente a la tolerancia o no de los vertidos, deben ser investigados todos y cada uno de los parámetros de referencia, dando a su valoración un preferente tratamiento ecoepidemiológico y sanitario.

#### EUTROFILIZACION

Otro fenómeno a tener en cuenta en la ecología de las aguas denominadas "lénticas" o en las playas con escaso movimiento de las aguas, es el denominado eutrofización o eutrofilización.

Este término se deriva de la palabra griega "eutrophos" que significa bien alimentados y se define "enriquecimiento normal o anormal de las aguas en nutrientes, principalmente sales minerales (fosfatos y nitratos)". Cuando esto sucede se origina, en principio, una activación de la fotosíntesis, estimulando el crecimiento de las algas microscópicas, principalmente del grupo de las cianofíceas (muchas especies gozan de la facultad de utilizar el nitrógeno del aire) y también del plancton. El término ecológico relacionado con la eutrofización, denominado "fleur d'eau" consiste en una proliferación repentina de estas especies (flora y fauna), que tiene lugar, preferentemente, en el verano y durante la noche.

En estas circunstancias, el abundante consumo de anhídrido carbónico, debido a la acción clorofílica, facilita o xígeno alcalinizando el agua. Si lo que crece son algas radofíceas o determinado plancton, las aguas toman una coloración rojiza, que cuando se presenta en las costas gallegas en donde se cría el mejillón, la denominan "marea roja". Al agotarse al anhídrido carbónico y con ello la presencia de oxígeno en las capas bajas, pueden entrar en actividad los gérmenes anaerobios con las consecuencias anteriormente señaladas.

Como elementos indicadores del grado de eutrofización se suele utilizar la identificación y valoración de la presencia, en el medio natural en que tiene lugar este fenómeno ecológico, de ciertas especies de algas, principalmente la denominada *Salenastrum capricornatum*, incluida en el orden Clorococcales y diversas de la familia Salenastraceae, entre otras cosas por ser fácilmente identificables, atendiendo a sus características morfológicas. Estas algas sufren importantes modificaciones cuando lo hace el medio en que se desarrollan, se presentan aisladas en cuanto termina la multiplicación originada del crecimiento masivo y sobre todo son autótrofas obligadas, lo que supone unas determinadas exigencias para su crecimiento.

#### Eliminación de las sales minerales

Para eliminar las sales minerales se dispone de tratamientos biológicos, consistentes en cultivos de algas para

ser después recogidas y recicladas. También se utiliza la siembra de cultivos bacterianos aerobios, con el propósito de impedir el crecimiento de los elementos originarios del proceso que venimos estudiando, así como de frenar la actividad de la flora anaerobia.

## CONCLUSIONES

El objetivo de la comunicación es el de concienciar sobre la importancia que tiene el tratamiento de los residuos animales antes de la utilización o abandono de estos.

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

1.- Los residuos animales tienen un alto poder contaminante.

2.- En las producciones ganaderas intensivas se debe mantener unas estrictas normas sanitarias.

3.- Es imprescindible tratar adecuadamente los residuos antes de su utilización o evacuación.

4.- La excesiva contaminación biótica del agua limita su capacidad de autodepuración.

5.- Necesidad de una concisa normativa que legisle la utilización de dichos residuos así como sus tratamientos.

## REFERENCIAS

De Juana Sardón, A. (1982). Incidencia de la explotación ganadera sobre la contaminación ambiental. Editado por Publicaciones del Centro de Estudios del Medio Ambiente, Madrid.

Paz Saez y col. (1982). El modelo de producción ganadera intensiva como factor contaminante. Editado por Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Madrid.

Sainz Moreno, L. y C. Compaire Fernández. (1983). Animales y contaminación biótica ambiental. Editado por el Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios, Madrid.

## ANEXO

Terneros.....	15	-30
Vacas.....	30	-50
Ovinos.....	1,5-	5
Cerdos adultos.....	5,8-	20
Cerdos en destete.....	1,5-	4
Cerdos, en general.....	4	- 8
Pollos.....	0,1-	0,55
Ponedoras.....	0,3-	0,5
Equinos.....	20	-50

Tabla 1 Heces/kilogramo y día.

Vacuno.....	6,3-	9%
Porcino.....	7	- 9%
Ovino.....	5	- 6%
Aves.....	5,5-	10%

Tabla 2 Producción de heces en relación al peso vivo.



		Cantidad/día		% peso vivo
Df: deyecciones frescas		kg		
L: lisiere				
E: estiércoles				
Terberos	L	6	-10	---
Bovinos de carne	Df	15	-30	5,3-12
	L	10	-50	5,4-12
	E	18	-30	---
Vacas lecheras	Df	30	-50	6 - 9
	L	40	-60	7 -10
	E	30	-60	6 -10
Ovinos	Df	1,5	- 5	3 -10
	L	3	-15	10 -25
Cerdos adultos	Df	5,8	-25	2,5-10
	L	16	-42	14 -32
Cerdos postdestete	Df	1,3	- 4,5	7 -17
Cerdos de engorde	Df	3,9	- 9	5 -10
	L	4	-20	7 -10
	E	5	-30	---
Pollos de carne	Df	0,100-	0,170	6 - 8
Ponedoras	Df	0,150-	0,250	7 -12
	L	0,100-	0,300	7 -20
Pavos	Df	0,400-	0,700	6 - 7
Conejos	Df	0,150-	0,300	---
Caballos	E	20	-50	8 -10

Tabla 3 Deyecciones, lisiere, estiércoles, niveles de desechos.

AMBIENT, 8ª Edición, 1988

AGUAS RESIDUALES DE MATADEROS INDUSTRIALES Y SU POSIBLE DEPURACION

Inma Benet Llobera

RESUMEN

Se describe un procedimiento sencillo de depuración de aguas residuales procedentes de mataderos industriales, basado en la separación mecánica de una parte de los residuos y en la reducción de la materia orgánica en dos fases dado el alto contenido de la misma en dichas aguas. La más intensa utilizando un oxidante energético como el dicromato potásico y la segunda para el resto del exceso de dicha materia utilizando el oxígeno disuelto en el agua como oxidante más suave.

Es descriu un procés senzill de depuració d'aigües residuals procedents d'escorxadors industrials, basat en la separació mecànica d'una part dels residus i en la reducció de la matèria orgànica en dues fases donat l'alt contingut de la mateixa en les esmentades aigües. La més intensa utilitzant un oxidant enèrgic com el dicromat potàsic i la segona per la resta de l'excés de l'esmentada matèria utilitzant l'oxigen dissolt a l'aigua com oxidant més suau.

INTRODUCCION

En la última década, el aumento de una mayor demanda de productos cárnicos en fresco o manufacturados, ha dado lugar a nuevos métodos de producción industrial, de acuerdo con los avances tecnológicos, que han obligado a una mayor concentración e industrialización de muchas industrias que antes casi tenían un carácter artesano. Su primera etapa de sacrificio y despiece era conjunta al proceso de transformación.

Actualmente al aumentar el número de sacrificios y la conservación posterior de los seres muertos, así como el volumen de capital necesario para instalaciones y materias primas, ha conducido a la segregación de esta primera fase y considerarla como industria a parte, creando los "mataderos industriales" de tipo privado o público. Estos mataderos generan gran cantidad de residuos orgánicos, no aprovechables, que son eliminados con agua, disueltos o en suspensión en las mismas formando las aguas residuales de los mismos que al ir a parar a colectores o acequias en este estado, son fuentes contaminantes en alto grado. Ello conlleva una depuración parcial o total paralelamente como se hace en otras industrias (papel, productos químicos y aguas residuales de poblaciones).

## DESARROLLO

No conozco ninguna instalación de este tipo. Lo que a continuación se propone, es algo posible basado en el contenido de dichas aguas residuales y los procesos seguidos en el tratamiento de líquidos similares y por las orientaciones recibidas sobre el tema.

### 1. Contenido de dichas aguas residuales

Dado que los seres sacrificados son mayormente aves y mamíferos los restos son: pelos, plumas, pieles, restos fecales, de grasas, de carnes y de sangre. Todo este material disuelto o en suspensión en agua es un factor contaminante por ser un excelente caldo de cultivo para la flora microbiana.

### 2. Emplazamiento

Estas industrias consumen bastantes cantidades de agua. Por ello, tanto si son municipales o privadas se las procura emplazar en terrenos donde la aportación de agua sea fácil y abundante y fácil de vertido de aguas sucias en colectores generales que llevan las mismas, - acequias, ríos o mares. En nuestro país poco se considera la depuración de estas aguas dado su elevado coste. Son los servicios sanitarios estatales o provinciales a través de sus inspecciones, quienes presionan para que su depuración se realice.

### 3. Depuración

Un posible esquema de depuración (ver las dos últimas hojas adjuntas) puede comprender dos o tres fases:

1. Física
- II. Química
- III. Biológica

#### 3.1. Fase física

Consiste en la separación por tamizado y centrifugación de las partes sólidas más gruesas. Las aguas residuales con un alto contenido de restos sólidos, se llevan a un depósito de recepción que tiene unos tamices intercambiables o rejillas hechas con tela de hilo de acero inoxidable o plastificado con mallas de un mm<sup>2</sup>, donde se separa la materia sólida superior a este diámetro. Los restos inferiores al mismo junto con el agua residual se filtran en centrífuga (1 500-2 000 rvl./mn) con cestas (filtros) de tela de algodón permeable al agua. Los restos finos separados de estos filtros de algodón juntamente con los anteriores se queman en hornos de incineración. El filtrado que contiene disuelto o en suspensión la demás materia orgánica (que suponemos entre 15 000-20 000 mg/l de O<sub>2</sub>) se disminuye su contenido a 10-20 mg/l de O<sub>2</sub> en tratamientos posteriores químico y biológico.

#### 3.11. Fase química (oxidación de la materia orgánica con dicromato potásico)

Se supone un contenido medio de materia orgánica (M.O.) de 15 500 mg/l de O<sub>2</sub>. También supondremos un tratamiento medio diario de 5 000 l de agua residual. El contenido de 15 000 mg/l de M.O. equivale a 15 mg/cm<sup>3</sup> según la expresión:

$$\left[ \text{mg/l de O}_2 \right] = \frac{V_d \times 0,25}{V_m} \times 8\,000 = \frac{V_d}{V_m} \times 2\,000$$

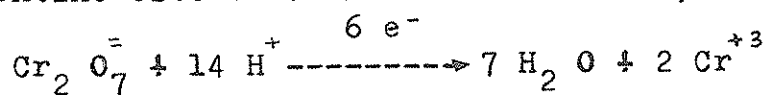
donde V<sub>d</sub>=volumen del K<sub>2</sub> Cr<sub>2</sub> O<sub>7</sub>, V<sub>m</sub>=volumen de la muestra

$$V_d = \left[ \text{mg/l de O}_2 \right] \times \frac{V_m}{2\,000} = 1 \times \frac{15}{2\,000} = 0,0075 \text{ cm}^3$$

El volumen diario de las aguas residuales a tratar es de 5 000 l, el volumen de K<sub>2</sub> Cr<sub>2</sub> O<sub>7</sub> 0,25 N para dichas aguas es de 37,5 l

Ahora expresamos en gramos el contenido de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

que contine este volumen de disolución 0,25 N de  $K_2Cr_2O_7$



p.m.  $K_2Cr_2O_7 = 294,22$

1 equivalente = p.m.  $K_2Cr_2O_7 \frac{1}{6} = 49,04$  g para 1 l de solución normal, luego como es 0,25 N tendremos

$$49,04 \times 0,25 = 12,26 \text{ g/l}$$

$$12,26 \times 37,5 = 459,75 \text{ g de } K_2Cr_2O_7$$

Por tanto en esta etapa química, a los 5 000 l de aguas residuales contenidas en un depósito, se añaden unos 460 g de  $K_2Cr_2O_7$  disueltos en un cubo de agua y  $H_2SO_4$  hasta  $pH=1$  (papel indicador) y se agita (agitador mecánico), y luego se deja en reposo unas horas para que tenga lugar el proceso de oxidación-reducción y se depositen lodos.

Se procede a un nuevo análisis de la materia orgánica en el agua residual tratada, y de esta forma conocemos el contenido de materia orgánica que queda. Se separa otra vez lodos.

Estas aguas contendrán aproximadamente unos 30 mg/l de  $Cr^{+3}$  que después al mezclar estas aguas con el agua de dilución de la oxidación biológica, suponemos nos dará un contenido de cromo inferior a lo que se permite en aguas residuales para que no sea tóxico. En caso de tener un exceso de  $Cr^{+3}$  se puede eliminar gran parte del mismo neutralizando con  $NaOH$ ,  $Ca(OH)_2$  hasta  $pH$  7-8 (papel indicador) y dejando en reposo unas horas para que se deposite la mayoría del  $Cr(OH)_3$ . Se separan lodos por decantación (filtración) y se procede a la depuración biológica.

### 3.111. Fase biológica

En el agua residual procedente de la depuración química, se neutraliza el exceso de acidez pasando de  $pH$  1-2 al 7-8. Puede hacerse con  $Na_2CO_3$ ,  $NaOH$ ,  $Ca(OH)_2$  utilizando papel indicador de  $pH$ .

Si se usa  $Ca(OH)_2$  se puede utilizar un agitador mecánico o de aire a presión y dejar unas horas en reposo para separar lodos.

Separados éstos, por decantación, el agua residual resultante una vez neutralizada, se siembra de microorganismos y se agrega agua de dilución (con un contenido medio de 8-10 mg/l de  $O_2$  disuelto) en la cantidad necesaria, hechos los ensayos de laboratorio, para calcular aproximadamente la  $DBO_5$  que se necesitará y de esta forma rebajamos el contenido de M.O. desde 500-200 mg/l a unos 10 mg/l de M.O.

El agua residual así depurada, va a parar al colector general de aguas residuales; o una parte se recicla, si se dispone de poca agua para la industria.

Cálculos:

El agua de dilución contiene 9 mg/l de  $O_2$

$V_b$  = volumen de la botella = 250 ml = 0,25 l

Al final del ensayo debe quedar como mínimo 1 mg/l de  $O_2$  en el agua de la botella. Por tanto son 8 mg/l de  $O_2$  que se pueden consumir. Significa que en la botella en cuestión podemos consumir 2 mg de  $O_2$ .

Por otra parte tenemos 500 mg/l de  $O_2$  de M.O. en el agua residual, y que queremos rebajar a unos 10 mg/l de  $O_2$ . Esto significa que se han de reducir 490 mg/l de  $O_2$ . El volumen de agua residual que consume 2 mg es 4,08 cm<sup>3</sup>.

$$2 = DBO_5 \times 4,08 \times 10^{-3}$$

$DBO_5 = 490,19$  mg/l de  $O_2$  que debe reducir 1 l de agua residual.

Cada litro de agua de dilución reduce 8 mg de  $O_2$ , luego,

$$\frac{490,19 \text{ mg/l de } O_2}{8 \text{ mg de } O_2} = 61,27 \text{ l de agua de dilución}$$

$$8 \text{ mg de } O_2$$

que se necesitan para depurar 1 litro de agua residual reduciendo la M.O. de un supuesto contenido de 500 a 10 mg/l. Para el volumen de agua que queremos depurar necesitaríamos  $61,27 \times 5\ 000 = 306\ 368,75$  l de agua de dilución.

## CONCLUSIONES

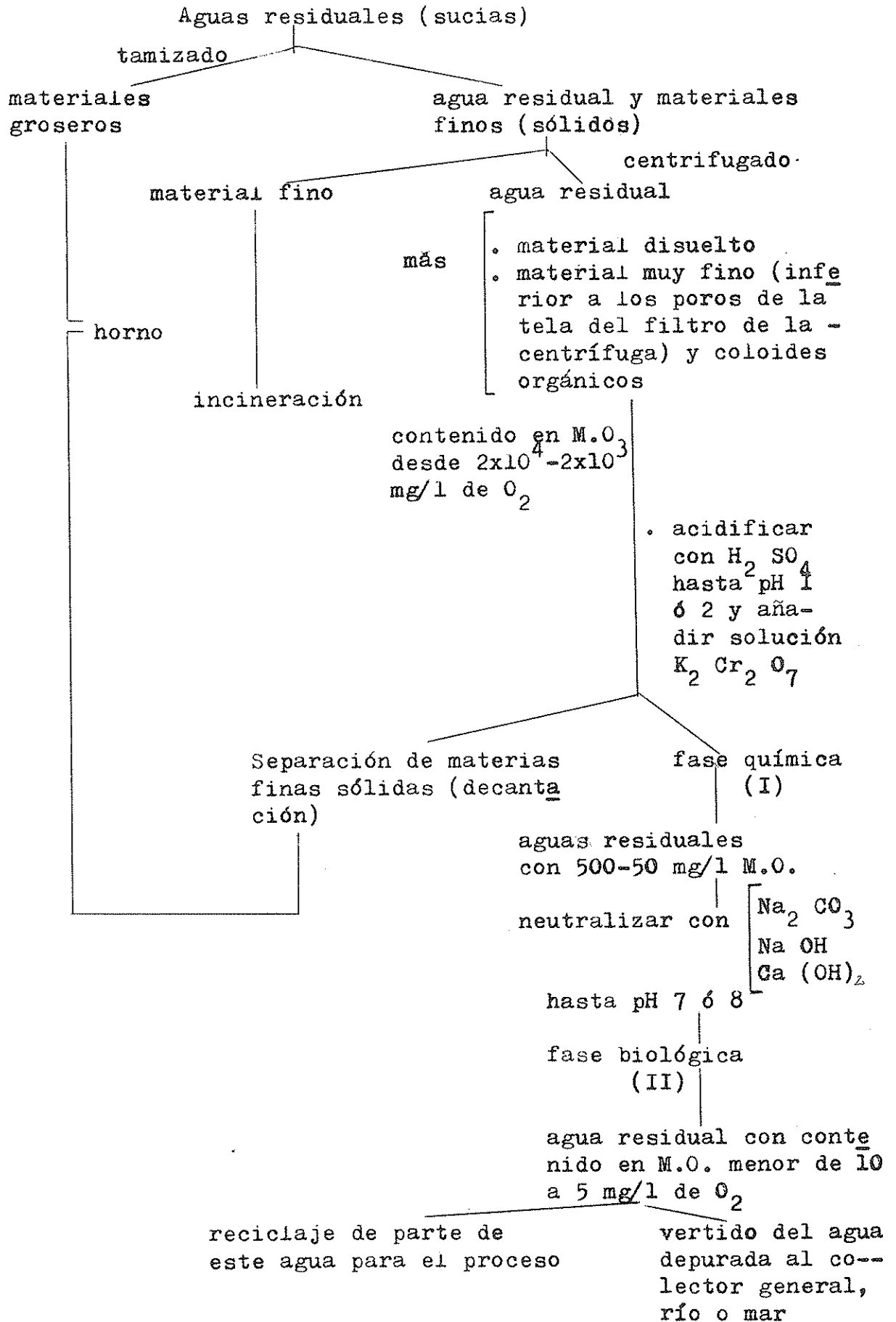
1. La depuración de aguas residuales de mataderos industriales es necesaria, por el peligro contaminante que su ponen. En caso de aparecer en las aguas microorganismos capaces de producir cualquier epidermia su reproducción sería rápida.
2. La fase física de separar los residuos sólidos debe hacerse ya que con ellos se consigue eliminar gran cantidad de M.O. y podemos prepararlo para posteriores trata mientos químico y biológico.
3. Dado el elevado contenido de M.O. de las aguas residuales, la depuración sólo biológica es antieconómica - por los volúmenes de agua de dilución, espacio e instala ciones requeridos. Así pues, partiendo del agua residual inicial con 15 000 mg/l se necesitarían  $30 \times 61 = 1830$  l de agua de dilución por cada litro de agua depurada.
4. Vista la tercera conclusión la fase química será la dominante. La toxicidad del producto reducido, en este caso  $\text{Cr}^{+3}/\text{l}$  es factible rebajarlo pasándolo a  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  y separarlo como lodo.

Se puede cambiar el oxidante  $\text{K}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7$  por  $(\text{NH}_4)_2 \text{S}_2 \text{O}_8$  (pH 3-4) pues  $\text{S}_2 \text{O}_8^{=} + 2 \text{e}^- \text{----} \rightarrow 2 \text{SO}_4^{=}$  y no queda residuo ya que el ión  $\text{NH}_4^+$  tiene sus sales solubles y no son tóxicas.

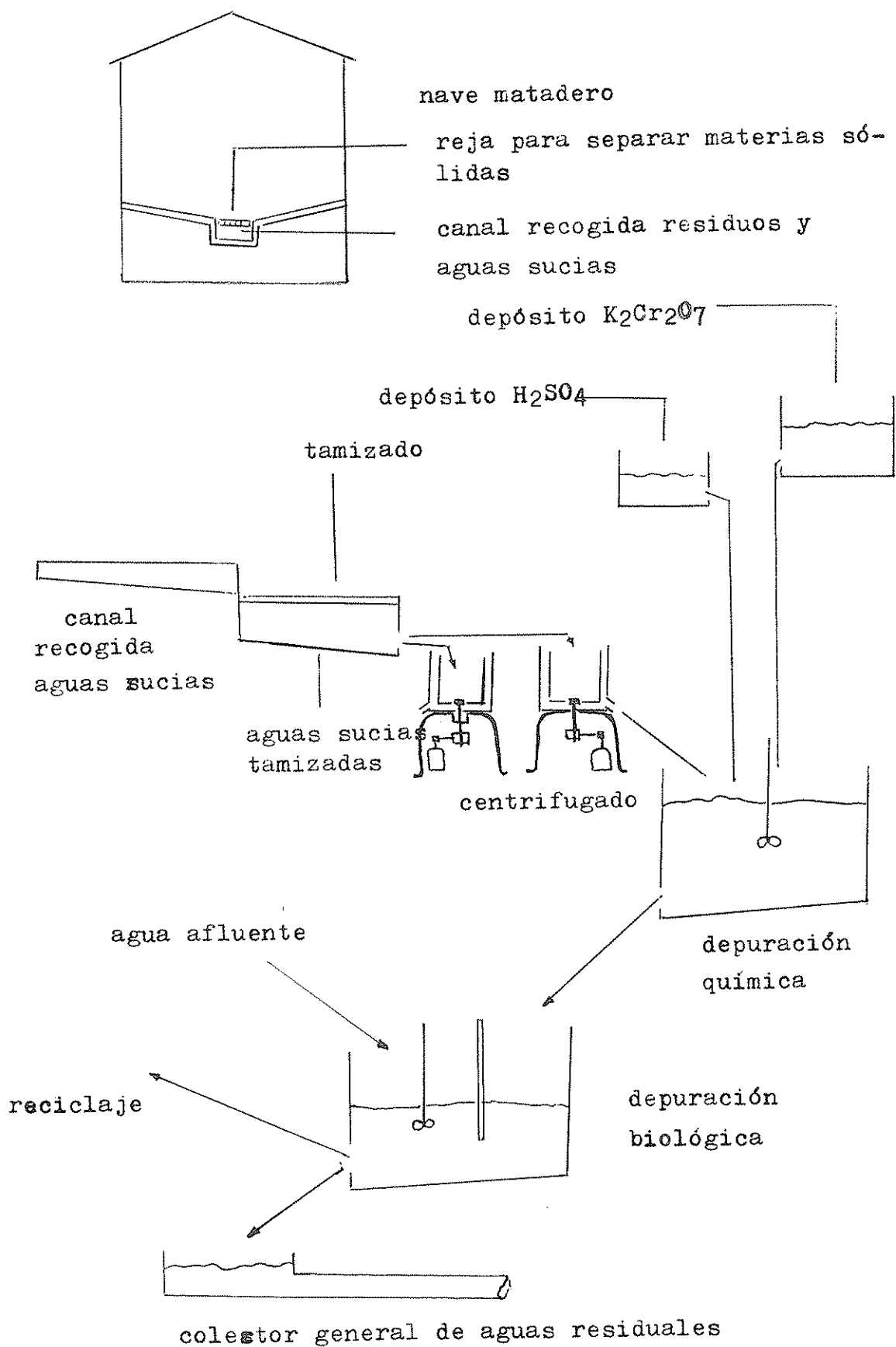
## REFERENCIAS

Como se ha mencionado al inicio del desarrollo no conozco ninguna instalación de este tipo ni publicación sobre dicho tema. Se ha desarrollado en base de los temas de demanda química y bioquímica dados en la asignatura de ingeniería ambiental.

Esquema de la depuración







AMBIENT, 8ª Edición, 1988.

CONTAMINACION  
EN PRODUCTOS AGRICOLAS

Emilio González Baseta

RESUMEN

La utilización cada vez más acentuada de productos de síntesis en la agricultura plantea serios problemas de salud pública y de medio ambiente. Tras un estudio de las necesidades de la planta, se revisan los abonos químicos y su repercusión en la planta, en el medio ambiente y en los seres vivos y se propone la utilización de otra agricultura más racional y menos contaminante.

La utilització cada cop més accentuada d'adobs en l'agricultura planteja seriosos problemes de salut pública i de medi ambient. Després d'estudiar les necessitats de la planta, els adobs químics i la seva repercussió en ella, en el medi ambient i en els sers vius, es proposa l'exercici d'una altra agricultura més racional i menys contaminant.

INTRODUCCION

El título de la presentación quiere llamar la atención sobre toda esa serie de sustancias - abonos y plaguicidas - que la industria pone en manos del agricultor y que empleadas por éste, pasan a la planta y de ésta a los seres vivos causándoles efectos muy desfavorables.

Los productos de síntesis generan graves daños; nuestra ignorancia sobre las interacciones que se dan entre ellos y los alimentos y luego entre estos alimentos ya contaminados y nuestro organismo, produce por lo menos angustia. Mientras no se encuentre una solución debemos informar nos, pero con una información que los expertos deben proteger para que ésta no sugiera certeza científica, cuando tal certeza no exista, ni presente unas perspectivas optimistas para evitar el pánico.

OBJETIVOS

Vista la composición y necesidades nutritivas de la planta se señala, por un lado, la contribución que a ellas realizan los microorganismos del suelo; y por otro, la contribución humana: una de ellas, muy sofisticada, utiliza grandes dosis de abonos y plaguicidas; la otra considera

enormemente a la actividad microbiana del suelo y la ayuda a través de una fertilización orgánica y mineral.

## DESARROLLO

Los principales componentes de un vegetal son oxígeno, carbono e hidrógeno. En conjunto, forman alrededor del 95% de la materia seca. El oxígeno lo toma del aire y del agua, el carbono del CO<sub>2</sub> atmosférico y la fuente de hidrógeno del agua. El resto de componentes que supone de un 1% a un 2% del total, está formado por nitrógeno, potasio, fósforo, azufre, calcio, magnesio, sodio, silicio, cloro y los principales microelementos: hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y cobalto.

Revisemos los principales elementos, su forma de aportarse y los inconvenientes que presentan.

## NITROGENO

La planta, en su alimentación, no puede utilizar ni el nitrógeno del aire ni el nitrógeno orgánico que pueda existir en el suelo. Absorbe el nitrógeno por medio de sus raíces en estado mineral, en forma amoniacal, inicialmente, y en forma de nitratos, después. Esta mineralización la realizan los microorganismos de dos formas:

a) Descomponiendo la materia orgánica - residuos vegetales y/o animales y/o compost, abonos verdes.

En una primera fase las bacterias, hongos, levaduras, gusanos y demás animales del suelo, transforman la materia orgánica en productos progresivamente más sencillos, formando al final el llamado humus estable. Este, a su vez, en una segunda fase, es presa de otros microbios que liberan las materias minerales - fundamentalmente nitratos y sulfatos - que absorberán las plantas.

Esta mineralización se lleva a efecto en dos etapas;

- 1.- la amonización. Es el paso del nitrógeno orgánico, que está en forma de proteínas, a aminoácidos y a amoníaco y lo realizan bacterias aerobias, actinomicetos y hongos.
- 2.- La nitrificación o transformación del nitrógeno amoniacal en nitrato. Se realiza en dos fases con dos grupos de bacterias: en la primera, las bacterias, denominadas nitrosomonas, pasan el amoníaco a nitrito. En la segunda fase, una nueva oxidación, hecha por los nitrobacter, transforma el nitrito en nitrato.

b) Fijando el nitrógeno del aire. Este es un proceso de reducción a temperatura y presión ambiente y con una energía de activación que es la mitad de la necesaria en la síntesis química.

Sólo un pequeño grupo de microorganismos tienen esta propiedad. Se clasifican en dos tipos: los fijadores simbióticos y los fijadores libres. Los primeros, los más importantes pertenecen al género *Rhizobium* - reciben de la

planta glúcidos y energía. La bacteria aporta la mayor parte de las enzimas necesarias para fijar el H<sub>2</sub> sobre el N<sub>2</sub> del aire para dar amoníaco, que pasa a través de la savia de las hojas donde se sintetizan las proteínas. Los segundos no están relacionados con ninguna planta y pertenecen principalmente a los tres grupos siguientes: azotobacterias, clostridium y algas azules.

Como ya ha quedado dicho, la planta absorbe el nitrógeno sobre todo en forma de nitrato. Los nitratos los reduce a nitritos y a amoníaco para combinarse con compuestos del carbono, obteniéndose diversos aminoácidos de cuya suma obtiene las proteínas. Estas proteínas no tienen todas la misma calidad biológica ya que ésta depende principalmente del contenido en ciertos aminoácidos esenciales. Procesos similares se dan con el resto de los minerales.

Cuando estén aseguradas todas las condiciones necesarias para un crecimiento óptimo - agua, estructura del suelo, labores adecuadas, adecuada nutrición en P-K, condiciones climáticas - es el abonado nitrogenado el que marca los rendimientos. El abono nitrogenado es el más empleado y por ello el más estudiado en cuanto al impacto ambiental que produce. Industrialmente, se obtiene tratando el amoníaco, obtenido en el proceso Haber a temperatura y presión aproximadas de 400°C y 900 atm, con ácido fosfórico - fosfatos amónicos - con sulfúrico - sulfatos amónicos - con nítrico - nitratos amónicos.

Llama mucho la atención las elevadas dosis en que se emplea. El agricultor piensa que cuanto más eche más rendimientos obtendrá. Cuando un técnico aconseja el empleo de una dosis éste lo calcula a sabiendas de la inseguridad en que basa sus planteamientos, al ser todavía hoy verdaderos enigmas los diversos factores que intervienen en el balance de nitrógeno de una explotación.

Y es que la dinámica del nitrógeno en el suelo es muy compleja. Es una sucesión de mineralizaciones e inmovilizaciones - bacterias que secuestran temporalmente los nitratos para sintetizar sus proteínas - que se dan continuamente a lo largo del tiempo, cada vez que circunstancias climáticas o intervenciones del agricultor vengán a romper el equilibrio del suelo. El estar, pues, sometidas a influencias tan diversas, la mineralización de la cual puede beneficiar se la planta, sufre variaciones muy rápidas, difíciles de cuantificar.

Creemos que el nitrógeno habría que dárselo a la planta no de forma directa a través de un abono químico sino indirectamente aportes orgánicos - compost, purín y abonos verdes - y que sean los microorganismos los encargados de mineralizarlos y así hacerlos asimilables a las plantas. Se ha comprobado que en ausencia de abonos nitrogenados hay un mayor aporte de N<sub>2</sub> proveniente de las reservas orgánicas del suelo.

Hoy en día es indiscutible que el empleo de los abonos químicos, en las dosis preconizadas por la agronomía actual, modifican de manera sensible, y a menudo importante, la composición de los alimentos. Veamos alguno de estos efectos:

- Aumento del contenido en nitritos y nitratos de los alimentos. Los aportes crecientes de abonos nitrogenados conducen casi siempre a un aumento en nitritos y nitratos de la planta, por una disfunción del metabolismo vegetal, lo que es muy preocupante pues dichos excesos pueden acarrear trastornos circulatorios y respiratorios e inducir en los bebés de corta edad bloqueos en el transporte del O<sub>2</sub> por la hemoglobina, que conduce a síntomas de asfixia y azulamiento de labios que puede llevar a la muerte. Aparte, los nitritos inducen en el metabolismo la aparición de nitrosaminas, sustancias que poseen un probado factor cancerígeno (Lijinski, Nebraska).

- Disminución del contenido en materia seca del vegetal: los crecientes aportes de N<sub>2</sub> llevan a obtener productos más acuosos con gran merma de sabor.

- Disminuye la resistencia al parasitismo y la duración de conservación.

- Disminuye la calidad biológica de las proteínas, medible por su contenido en aminoácidos esenciales.

- Cantidad de oligoelementos muy disminuida o desaparecida: existe antagonismo entre el N<sub>2</sub> y los oligoelementos. La planta absorbe menos oligoelementos cuanto mayores son las cantidades de N<sub>2</sub> asimilable de que dispone, lo que acarrea carencias en estos microelementos a los seres que se alimentan de ellas, perdiéndose en éstos una fuerte defensa contra las infecciones.

- Efectos sobre el medio ambiente: El lavado de los nitratos es bien conocido. Su consecuencia es la acumulación en las aguas de consumo que en muchas ocasiones hacen perder a éstas su condición de potabilidad.

#### POTASA

Es un componente esencial. Supone aproximadamente el 3% de la materia seca de los vegetales. Es un elemento regulador de las funciones de la planta, favorece la síntesis de los hidratos de carbono así como el movimiento y la acumulación de dicha sustancia en los órganos de reserva. Se utilizan sobre todo en abonos binarios conjuntando la potasa y el nitrógeno - nitrato potásico - con el fósforo. Los efectos sobre los alimentos son:

- Disminuye el contenido de magnesio. El antagonismo potasio/magnesio se conoce bien: los aportes continuos de potasio están llevando a las tierras y a los alimentos a carecer de magnesio, lo que supone una carencia en nosotros de dicho elemento y según ciertas opiniones (Delbet,

Francia) a una mayor indefensión frente a procesos degenerativos.

- Disminución del contenido en oligoelementos.

## FOSFORO

El vegetal tiene una riqueza media en P<sub>205</sub> de alrededor del 0,8% de la materia seca. Se encuentra en la planta en estado mineral y sobre todo formando complejos orgánicos como la lecitina y las nucleoproteínas. Interviene activamente en la mayor parte de las reacciones bioquímicas de la planta. Lo absorbe preferentemente en forma de ion fosfórico monovalente PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub> y lo toma a través de las soluciones del suelo y sobre todo por la mineralización del humus.

Los abonos fosfatados por excelencia son los superfosfatos; se obtienen atacando los fosfatos naturales - fosfatos tricálcicos en su mayoría - con ácido sulfúrico y fosfórico. Llegan a alcanzar hasta un 48% de P<sub>205</sub>.

## FERTILIZACION EN AGRICULTURA BIOLOGICA

Fertilizar es efectuar los aportes necesarios para que el suelo sea capaz de proporcionar a las plantas una alimentación suficiente y equilibrada. Para ello es indispensable que los aportes orgánicos constituyan la base de la fertilización.

### FERTILIZACION ORGANICA

1.- Fertilizantes destinados especialmente a enriquecer el suelo en humus: estiércol, residuos de cosechas, compost. Son materiales ricos en carbono y pobres en nitrógeno que se aportan en grandes cantidades - de 5 a 50 tm/ha.

2.- Fertilizantes destinados especialmente a suministrar nitrógeno a las plantas: purín, guano, desechos de matadero - harina de sangre, cuerno, huesos. A excepción del purín, se aportan en dosis mucho menores que los precedentes - 200 a 1000 kg/ha.

3.- Los abonos verdes. Son plantas de vegetación rápida que se entierran en el mismo lugar donde han crecido. Su acción fertilizante es de dos tipos: las leguminosas enriquecen el suelo en nitrógeno; los cultivos enterrados devuelven a la zona superficial del suelo, bajo una forma muy asimilable, ácido fosfórico y potasa que han extraído del subsuelo.

### FERTILIZACION MINERAL

Las necesidades en potasio se cubren con: a) Patenkali, mezcla de sulfatos de potasio y magnesio. Tiene un 28% de potasa, un 8% de magnesia y 18% de azufre. b) Rocas silíceas.

Las necesidades en calcio se cubren con: Lithothame - 40 a 50% de CaO - es el esqueleto de un alga marina que se

utiliza mucho en agricultura biológica debido al alto contenido en magnesio y oligoelementos que posee.

Las carencias en fósforo se cubren con: Fosfatos naturales tricálcicos. Fosfal, fosfatos alumino-cálcicos calcinados. Escorias de defosforización. Polvo de hueso.

#### CONCLUSIONES

Así pues, existen muchos problemas con los nitratos, siendo el más directo para nosotros su transformación en el cuerpo en nitrosamina que en presencia de óxido férrico - presente en atmósferas contaminadas - muestra acciones cancerígenas claras.

El uso sistemático e indiscriminado de abonos nitrogenados hincha los cultivos con gran cantidad de agua, aumentando su peso y produciendo una falta de calidad, propiciando a su vez el uso de plaguicidas cuyos residuos ingeriremos después. A este respecto, un estudio dirigido por Eugenio Laborda (CSIC Madrid 1988) señala que sobre 440 plaguicidas utilizados en España, la mitad pueden producir algún riesgo y que en 60 de ellos se han encontrado efectos cancerígenos.

Ante lo alarmante de la situación cabe concluir que:

1.- Urge reorientar la agricultura por caminos que contaminen al mínimo sus productos. Los abonos - especialmente los nitrogenados - y los plaguicidas producen efectos de lo más desfavorable en el organismo animal y humano.

2.- Hoy por hoy hay que contar con las agriculturas - biológica y biodinámica fundamentalmente - que producen productos de una gran calidad.

3.- Los grandes responsables de la situación son: La selección de semillas, que busca grandes rendimientos a costa de la calidad. La fertilización química - que crece notablemente con la condición anterior - y que unida al incremento de plaguicidas que supone su empleo están provocando un lento envenenamiento del planeta y de sus habitantes cuyas consecuencias empiezan a vislumbrarse.

#### REFERENCIAS

Aubert, C. Document Technique nº 17 Nature et Progrès

Aubert, C. L'Agriculture Biologique. Triade - Paris.

Gros, A. (1979) Engrais-Guide pratique de la fertilisation. Firmin-Didot, Paris.

AMBIENT, 8ª Edición, 1988

## EL RUIDO Y SU CONTROL EN

### LA AVIACION

Salvador Soler Casacuberta  
Jordi Riera Vilaseca

#### RESUMEN

La elevada potencia de los motores de los aviones, especialmente en el caso de los motores a reacción, ha convertido a estos aparatos en una de las fuentes más importantes de producción de ruido. En este estudio se describen en primer lugar las fuentes principales de producción de ruido en la aviación, así como los principales métodos de medición de la potencia sonora, para un posterior control, y los factores principales que influyen en este proceso. Seguidamente se explican algunos sistemas para reducir el ruido en los aeropuertos y sus inmediaciones, así como las disposiciones legales en este campo.

L'elevada potencia dels motors dels avions, especialment en el cas dels motors a reacció, ha convertit a aquests aparells en una de les fonts més importants de producció de soroll. En aquest estudi es descriuen en primer lloc les fonts principals de producció de soroll en l'aviació, així com els principals mètodes de mesura de la potencia sonora, per un posterior control, i els factors principals que influeixen en aquest procés. Seguidament s'expliquen alguns sistemes per reduir el soroll en els aeroports i les seves rodalies, així com les disposicions legals en aquest camp.

#### INTRODUCCION

La generación y propagación del ruido en la navegación aérea ha sido objeto de estudio desde los primeros tiempos de la aviación, llegándose así a fines de la II Guerra Mundial en que los niveles acústicos y el control del sonido habían sido ampliamente estudiados, y se había obtenido un profundo conocimiento de los principios básicos de su generación y de las técnicas de su control. Desde entonces el ruido en la aviación ha ido constituyendo un problema creciente, sobretodo con la aparición de los motores a reacción, siendo estos una de las más poderosas fuentes sonoras creadas por el hombre y excediendo su potencia, en mucho, a la potencia de los motores convencionales. Además de este aumento progresivo de la potencia de los motores, cabe mencionar la importancia creciente del tráfico aéreo y el gran número de aviones en servicio que hacen que todos los esfuerzos se dediquen a prevenir el incremento de ruido en los alrede-



dores de los aeropuertos y, en cuanto sea posible, a controlar su nivel.

El problema del ruido en la aviación es muy extenso ya que no solamente afecta a la comodidad de un número relativamente pequeño de personas que utilizan este medio de transporte, sino que su radio de acción ha ido afectando a un número cada vez mayor de personas que viven en las proximidades de los aeropuertos, o que trabajan en ellos. Además de las personas debe tenerse en cuenta también que la respuesta al ruido por parte de un receptor distinto del hombre, puede ser tan sensible que sea necesaria una reducción del ruido. Por ejemplo la solidez y estabilidad de la estructura de un avión pueden verse afectadas por su propio ruido. Los equipos mecánicos y electrónicos pueden dar respuestas extrañas si están expuestos a condiciones ruidosas y pueden necesitar una nueva ubicación, un aislamiento del ruido y de la vibración o incluso una corrección de diseño. Finalmente, los edificios y las estructuras apoyadas en el suelo pueden vibrar, bajo la acción del ruido, en diversos grados. Los estudios de control de ruido deben considerar las respuestas de todos los posibles receptores: hombres, animales, equipos, estructuras, ... El receptor más sensible determina el nivel de reducción necesario.

#### OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es el análisis de la producción de ruido en la aviación, especialmente el producido en las proximidades de los aeropuertos, y de su control en general. Para ello nos proponemos los siguientes objetivos específicos:

1. Dar una relación de las principales fuentes de producción de ruido en la aviación.
2. Analizar los métodos utilizados en la medición de la potencia sonora.
3. Describir los factores principales que intervienen en la propagación del ruido.
4. Dar las nociones de los sistemas utilizados para controlar y reducir el ruido.
5. Describir los problemas legales que acarrea este campo.

#### GENERACION Y PROPAGACION DEL RUIDO

El ruido en la aviación es consecuencia del fenómeno físico de la propulsión que, aparentemente, es inevitable. Para una comprensión física de los mecanismos básicos de la producción del ruido es necesaria una descripción exacta de la fuente sonora, pudiéndose así llegar a diseñar aviones que produzcan menos ruido sin reducir sus prestaciones. Las fuentes sonoras principales a considerar son: el motor alternativo, la hélice, el turborreactor (con y sin post-combustión), la turbohélice, el autorreactor, el cohete y el helicóptero. Además se incluyen como fuentes importantes de producción de ruido los generados por el vuelo de los aviones, como es el ruido de capa límite observado en las cabinas de los aviones en vuelo, y los ruidos percibidos desde el suelo (como los campos de presión estática que se desplazan con los aviones que vuelan a baja altura y el ruido producido por el vuelo supersónico). El ruido producido por los sistemas de ventilación y dispositivos tales como el compresor de arranque, el generador del motor, los sistemas hidráulicos ..., pueden llegar a tener un efecto predominante en ciertos

puntos dentro y fuera del avión y puede ser necesario atenuarlo. Su potencia de ruido es, normalmente, muy pequeña comparada con la del grupo motor del avión, de modo que, a pesar de la existencia de puntos en los que hay una presión sonora muy elevada, el área afectada es bastante pequeña y despreciable frente al problema del ruido total del avión.

Existe un factor importante a tener en cuenta en la propagación del ruido, que consiste en el movimiento de la fuente sonora, sobre todo en los casos relativos a aviones de vuelo rápido. En estos casos es necesario tener un conocimiento del efecto que causa el movimiento en las diferentes fuentes sonoras. En primer lugar, porque el mismo generador del sonido puede cambiar sus características, su potencia o su espectro de frecuencias, siendo estos efectos difíciles de predecir de forma teórica. Sin embargo, se conoce un efecto producido por el movimiento, sobre el sonido radiado por una fuente que vibra con la misma amplitud y frecuencia que si estuviese en reposo. Este efecto tiene dos aspectos. En primer lugar, la potencia radiada aumenta con la velocidad y el diagrama direccional se deforma en la dirección del movimiento, aumentando hacia la parte frontal de la fuente y disminuyendo por la parte posterior. En segundo lugar para un observador en reposo, la frecuencia de los sonidos que se acercan al observador aumenta, y la de los sonidos que se alejan disminuye, debido al efecto Doppler.

Otro factor importante a tener en cuenta en la propagación del ruido producido por los aviones es la influencia de la atmósfera. Las variaciones, diaria y anual, de la composición de la atmósfera y su falta de homogeneidad en un momento dado, hacen que sea uno de los medios de propagación del sonido más complicado e imprevisible. La falta de homogeneidad y las variaciones están relacionadas con el viento, la temperatura, la humedad, la densidad y la turbulencia.

#### LA POTENCIA SONORA

La descripción de una fuente aeronáutica de ruido debe ser lo más completa posible para un eficaz control posterior. Para ello es necesario tener ciertas medidas de la presión sonora y ciertas relaciones físicas que nos permitan su comprensión y evaluación técnica. Para dicha evaluación se busca la relación existente entre la fuente aeronáutica y sus propiedades aerodinámicas. Una expresión de esta relación es el rendimiento acústico-mecánico, es decir, la relación existente entre la potencia acústica total radiada y la potencia mecánica (cinética) que proporciona la unidad propulsora. A mayor velocidad de vuelo se necesita una mayor velocidad de la estela del sistema propulsor. Dicha relación es un gráfico aproximado que muestra el aumento de los niveles sonoros máximos con la velocidad de la estela, para un empuje y una distancia constantes. La relación entre la velocidad de la estela y la potencia sonora radiada depende de los mecanismos básicos de generación de ruido. La investigación teórica de estos mecanismos básicos de generación, para cada unidad propulsora, los considera como sistemas acústicos formados por la combinación de uno o más tipos de fuentes elementales, como monopolos (fuente sencilla, que representa un volumen que cambia periódicamente), dipolos (que representan una fuerza externa periódica entrando en un fluido libre) y cuadrípolos (que representan un momento transversal).

Una descripción óptima de un campo sonoro tridimensional se obtiene con la toma de medidas de presión sonora sobre esferas de diferentes radios que rodean a la fuente. La potencia acústica total radiada se obtiene por integración del flujo de energía a través de la superficie de la esfera. Si existe simetría alrededor de un eje, las mediciones se deben hacer únicamente en una semicircunferencia alrededor de la fuente sonora. Esto es lo que se hace normalmente cuando una fuente es simétrica respecto a un eje de rotación (hélice, motor de reacción), se coloca con su eje paralelo y muy cerca de la superficie reflectante del suelo. En este caso para determinar exactamente la potencia se necesitarían mediciones de sonido tomadas en arcos situados sobre el suelo y definidos por un radio constante "r" y un ángulo constante " $\theta$ ". Normalmente las presiones en función del ángulo se miden sobre el suelo y se las supone constantes en las áreas tomadas en el hemisferio superior. Entonces la potencia total radiada viene dada por:

$$W = \frac{r^2}{d \cdot c} \int p^2(\theta) \sin \theta \, d\theta$$

W= potencia sonora.

$p(\theta)$ = presión sonora eficaz a nivel del suelo en una circunferencia de radio "r", medido desde el punto central de la fuente.

$\theta$ = ángulo formado por el radio que pasa por el punto de medida y el eje de simetría del campo sonoro.

c= velocidad del sonido en el aire.

d= densidad del aire.

Esta integral se puede obtener por métodos gráficos o numéricos. La potencia real de la fuente y la potencia en campo libre sin la presencia del suelo pueden ser algo mayores que el valor obtenido por este método, dependiendo de la distancia de la fuente al suelo, pero en la mayor parte de los casos, probablemente no más de 3 dB. Normalmente, efectuando mediciones a nivel del suelo, en semicircunferencias alrededor de los motores, se obtiene una aproximación suficiente.

#### REDUCCION DEL RUIDO EN LAS PROXIMIDADES DE LOS AEROPUERTOS

En un aeropuerto, los ruidos resultantes son combinación del funcionamiento de los diferentes aviones, por tanto puede llegar a ser muy compleja, ya que no solo se han de tener en cuenta los distintos aviones, cada uno con su propio espectro de potencia, y funcionamiento en distintos tiempos; sino porque la fuente de ruido está en movimiento y actúa sobre una ancha área. En el primer caso la fuente de ruido del aeropuerto se obtiene simplemente como la suma de los campos de ruido de cada avión; sin embargo, en el segundo debemos usar una aproximación estadística. Así pues, cabe distinguir entre ruido en el propio aeropuerto y el de las inmediaciones.

En el aeropuerto, el ruido alrededor del avión es función del tipo de motor y de la propagación del sonido a través de la atmósfera para el terreno en particular existente en el aeropuerto. Deben hacerse también las consideraciones de que el ruido de un avión estacionado en tierra o volando muy bajo es amortiguado más deprisa que el procedente de un avión volando a alturas elevadas y que suponemos las condiciones atmosféricas normales.

El ruido procedente de las operaciones de tierra está compuesto del ruido procedente del motor de los aviones; en este aspecto, aunque el control de este ruido viene dado generalmente para reducir las

quejas del vecindario tiene también como objetivo la protección de la tripulación y demás personal cercano.

En general, es necesario reducir el ruido de tierra a un nivel muy inferior que el ruido de vuelo, ya que a igual intensidad de éstos, el tiempo que actúa el ruido de tierra es mayor, ya que un avión tarda más en despegar y aterrizar que en sobrevolar simplemente la zona. Para ello es importante el diseño del aparato y de la pista; situándola en lugares más alejados de la comunidad y teniendo en cuenta que hay momentos del día que dependiendo del terreno y de la estación meteorológica son más buenos que otros para la propagación sonora; así pues, es importante el aplazar o trasladar a otra zona del aeropuerto las actividades aéreas de esas horas.

Otro método posible para la reducción del ruido en tierra es aprovechando los edificios como pantallas sonoras. Si la fase de aceleración tiene lugar cerca de edificios o de los propios hangares el efecto escudo de estos puede llegar a reducir el ruido en un margen de 10 a 25 decibelios en función de parámetros como la reflexión del terreno, la atenuación del sonido, la forma geométrica del hangar, etc. De la misma forma se puede reducir el ruido instalando paredes protectoras con fines acústicos, localizadas fuera de la línea de vuelo, y que podrían ser de construcción bastante ligera. Estas paredes tienen, sin embargo, la desventaja que para ser efectivas deberían tener por lo menos 12 metros de altura.

El método más efectivo para reducir el ruido del mantenimiento de la aceleración es el uso de los supresores de ruido que atenúan el ruido en 30 db o más, aunque el uso de éstos incrementa el tiempo de mantenimiento. Además estos amortiguadores del ruido de escape pueden ser superiores a los 9 metros de longitud por lo que en ocasiones son demasiado grandes y caros. Aparatos más pequeños y menos caros son posibles en el futuro, aunque actualmente no son de uso práctico.

En cuanto al ruido de vuelo cabe decir que una vez el avión está diseñado y en funcionamiento, son pocas las posibilidades de controlar dicho ruido. Desde el punto de vista del ruido, el diagrama de vuelo está orientado para hacer máxima la distancia entre el avión y cualquier población. Siempre que sea posible, el avión volará sobre áreas no pobladas o escasamente pobladas, teniendo en cuenta también que un ángulo rápido de subida reduce el tamaño de las zonas de ruido aunque por ser la subida más rápida requiere un mayor esfuerzo del motor y por tanto hay mayor intensidad de sonido aunque en menos tiempo. Una subida suave extiende la zona de ruido a una gran distancia. La situación de las poblaciones así como el tipo de avión determinará que procedimiento es mejor desde el punto de vista del ruido.

Para evitar molestias a la comunidad se requiere la prohibición de las operaciones de vuelo ruidoso durante la noche y la madrugada. Tales operaciones son menos molestas durante las horas de tráfico intenso.

Un nuevo problema llegado con el vuelo supersónico es el control del estampido sónico a baja altura y en las proximidades de las áreas pobladas.

## DISPOSICIONES LEGALES

Los ruidos de las aeronaves han dado lugar a muchos problemas legales, sobretodo en casos del avión en vuelo sobre propiedades ajenas, ya que cuando se está en el campo de aterrizaje, las consecuencias legales deben ser tratadas igual que cualquier otro problema de ruido producido en un establecimiento industrial.

El propietario de la superficie ha puesto en tela de juicio, a veces, el derecho del aeroplano a volar sobre su propiedad. Cuanto más intenso sea el ruido más probabilidades hay de que se emprenda un procedimiento legal contra el derecho de la aeronave a ocupar el espacio aéreo de su propiedad.

La cuestión fundamental es si el propietario de la tierra puede ejercer dominio absoluto del aire que está sobre su propiedad. En caso afirmativo, el propietario puede eliminar el factor ruido, evitando los vuelos sobre su parcela. Pero si el avión tiene algunos derechos legales en el aire de la propiedad, entonces según estos derechos, se determinará el ruido del avión a que deberán someterse los de tierra. En principio el propietario tiene posesión exclusiva de tanta porción de espacio aéreo como sea necesaria para el total "uso y disfrute" de la tierra. Este "uso y disfrute" es algo indefinido que varía con las circunstancias. En general se imponen unas normas de altitud mínima de seguridad de vuelo y se pretende que los de tierra no se quejen.

En realidad el ruido se acepta como un inconveniente más de la vida moderna, y solo se lleva a tribunales cuando el ruido causa disgusto, pérdida de ingresos en los negocios, o incluso daño material al dueño de la superficie.

## CONCLUSIONES

Del objetivo general de este estudio, de analizar la producción de ruido en la aviación y de su posible control, y de los resultados obtenidos han permitido obtener las conclusiones siguientes:

1. El factor ruido es un problema creciente y por tanto no podemos ignorarlo y dar por sentado su asimilación.
2. El nivel de ruido no es aleatorio, existen métodos para determinarlo y predecirlo, especialmente en zonas importantes por su intensidad como son los aeropuertos.
3. Se pueden aplicar medidas para reducir considerablemente la tasa de ruido, que pasan por una buena planificación de los aeropuertos y aparatos.
4. La existencia de una normativa legal, reguladora del nivel de ruido, que resulta imprecisa e insuficiente dada la naturaleza del problema.

## REFERENCIAS

- Cyril, M. Harris. Manual para el control del ruido. Editado por el Instituto de estudios de administración local. Tomo II.
- Ferrer Mur, Santiago (1987). Tesina de especialidad. Especialidad: Transportes.
- Los niveles sónicos del aeropuerto de Barcelona (1975). Corporació Metropolitana de Barcelona.

AMBIENT, 8ª Edición, 1988.

## CATALIZADORES ANTIPOLUCION

Enrique R. Bel  
Pedro A. Blasco

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo consiste en una vez analizadas las causas de la contaminación, observar su eliminación mediante el empleo de los catalizadores, que tienen como objetivo eliminar los gases expulsados, transformando el CO en CO<sub>2</sub> y los NO<sub>x</sub> en N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, siendo estos productos totalmente inofensivos.

L'objectiu d'aquest treball és, una vegada analitzades les causes de la contaminació, observar la seva eliminació mitjançant l'ús de catalitzadors, que tenen com objectiu netejar els gasos expulsats, transformant el CO en CO<sub>2</sub> i els NO<sub>x</sub> en N<sub>2</sub> i O<sub>2</sub>, essent aquets productes totalment inofensius.

### INTRODUCCION

La contaminación asociada al uso de combustibles fósiles, cu ya combustión libera SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> que en la atmósfera o en relación con ella pueden convertirse en ácido sulfúrico y nítrico, en ozono u otros fotooxidantes, tiene graves efectos sobre el medio ambiente.

Mientras que la gasolina española es una de las más contaminantes del mundo, algunos países europeos, se disponen a eliminar totalmente la polución de sus coches, mediante la colocación de catalizadores en los tubos de escape.

### OBJETIVOS

- 1.- Hacer un breve estudio sobre las causas de la contaminación.
  - 1.1.- Efectos del plomo.
- 2.- Citar posibles soluciones a esta contaminación.
- 3.- Estudiar en particular el funcionamiento de los catalizadores.

### DESARROLLO

La contaminación viene provocada principalmente por los óxidos de nitrógeno y los dióxidos de azufre que se producen en gran

cantidad por los motores de explosión, la industria y en las centrales productoras de energía eléctrica de origen térmico a partir de la combustión de carbones de baja calidad y alto contenido en azufre.

A medida que ha ido avanzando la tecnología, en los automóviles se ha mejorado el rendimiento, potencia, consumo, e incluso se ha reducido las emisiones de monóxido de carbono (CO), gas tóxico; pero un grave problema ha aparecido, y es que han aumentado los porcentajes de óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), uno de los principales causantes de la lluvia ácida (debido a que al intentar un mayor ahorro energético, se utiliza mayor proporción de aire en la mezcla de combustión).

Con el desarrollo de los motores más potentes, por la industria automovilística, se tuvo que introducir el plomo en el combustible utilizado, pues el plomo evita el autoencendido de estos motores sometidos a una elevada compresión, es decir, se elevó el poder antidetonante del combustible (aumento del octanaje de la gasolina). Se utilizó el plomo por su eficacia y economía, y a su vez, si se combinaba con cloruros y bromuros, se evitaba la formación de depósitos de plomo en bujías y cilindros, y también se utiliza como lubricante de las válvulas de escape, expuestas a temperaturas de 1 100°C, disminuyendo la fricción entre bástago y cilindro. Como consecuencia, los motores viejos sólo funcionan con gasolina que contenga plomo.

La presencia de plomo en el combustible (limitada a 0,40 g/l en la CEE) es uno de los principales motivos de contaminación.

Se calcula que las tres cuartas partes del plomo presente en la gasolina se incorpora a la atmósfera. El tubo de escape de un coche, expulsa una media de 10 mg de este metal por km recorrido; por él salen también residuos de hidrocarburos y óxido nítrico, así como sustancias sólidas en forma de hollín. Sin embargo, los contenidos de azufre, (otro causante de lluvia ácida), son relativamente pequeños comparados con los de plomo.

El plomo en la atmósfera produce, activado por los rayos ultravioleta, plomo tri-etilo, sal soluble en agua, que daña las raíces y las pinochas de coníferas, así como a los seres vivos.

Otro factor importante en la contaminación es la deficiente combustión del combustible, favoreciendo la salida de gases y partículas nocivas al exterior. La combustión óptima se consigue mezclando la gasolina con una cantidad de aire determinada en los cilindros; la proporción es de 14,7 partes de aire por cada una de combustible, pero esta proporción difícilmente se consigue debido a las condiciones de frenado y aceleración en las que el motor trabaja (ver tabla nº1).

Para evitar todo esto, se han estado, y se están buscando posibles soluciones: utilizar combustibles refinados y gasolinas sin plomo; aumentar el transporte ferroviario y disminuir el tráfico de camiones; moderar la velocidad de los autocares, que no podrán superar los 80 km/h en las carreteras y los 100 km/h en las autopistas. También, en algunas ciudades de Alemania, se obliga a parar el motor de los vehículos cuando éstos están parados

TABLA 1

Emisiones según la velocidad.

	<u>140 km/h</u>	<u>100 km/h</u>	<u>catalizador</u>
CO	12,5	7	-
CH	0,95	0,75	-
NO <sub>x</sub>	7	3,5	-

durante periodos superiores a 20 segundos.

Entre todas estas medidas destaca la incorporación de un catalizador junto al silenciador del tubo de escape del automóvil.

El catalizador tiene el objeto de limpiar los gases expulsados, transformando el monóxido de carbono (CO) en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) en nitrógeno (N) y oxígeno (O), siendo estos productos totalmente inofensivos.

El catalizador se compone normalmente de una capa alveolar de metal noble, generalmente platino con una aleación de rodio (figura nº 1).

El platino provoca reacciones químicas de reducción y oxigenación en tres campos diferentes, por lo que recibe el nombre de catalizador de tres funciones. Gracias a él, los hidrocarburos sin quemar no traspasan el tubo de escape, pues quedan convertidos en anhídrico carbónico y simple agua. El monóxido de carbono también sufre una transformación parecida y sale en forma de inofensivo dióxido de carbono. La tercera función se encarga de que los óxidos de nitrógeno se conviertan en una parte más del aire que respiramos en forma de nitrógeno puro, también inofensivo (figura 2).

El catalizador entra en funcionamiento al alcanzar el motor 300°C, para lo cual, se necesitan unos 80 s, ayudando a que llegue a esta temperatura los propios gases. Durante este tiempo, a pesar de tener los gases reducidos al mínimo gracias al ordenador, el proceso contaminante es similar al de cualquier otro automóvil.

El catalizador tiene la ventaja de que no se consume con las reacciones químicas, pero su efectividad puede reducirse, o incluso anularse, por pequeñas partículas de compuestos que destruyen la capa de platino. Esto ocurre cuando, por ejemplo, la gasolina contiene restos de plomo o cuando los residuos de algunos gases quedan en el tubo de escape. Para evitar esto, se ha de añadir una sonda lambda, aparato especial que controla la salida de estos gases. Esta sonda sólo es aplicable a vehículos con ordenador de mando, ya que ésta le pasa los datos, y éste, considerando las informaciones recibidas de otros sensores (medidor de aire, temperatura del agua de refrigeración, etc.), calcula la cantidad de gasolina a inyectar, con lo que la relación aire-carburante es siempre óptima, y el catalizador deja escapar solamente CO<sub>2</sub>, N y vapor de agua.

Otro inconveniente del catalizador es que el platino funde a temperaturas superiores a 800°C, por lo que se ha de instalar al



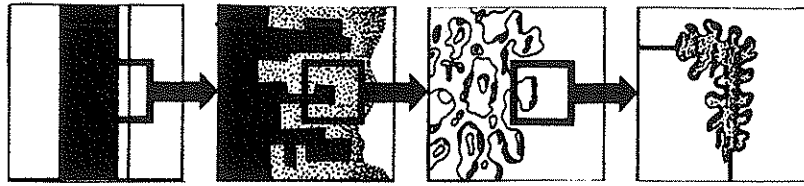


Fig. 1: Al someter las paredes del catalizador a ampliaciones sucesivas, la capa de platino aparece cada vez más rugosa. Los pliegues aumentan la eficacia del metal noble, ofreciendo mayor superficie de acción para la transformación de los gases.

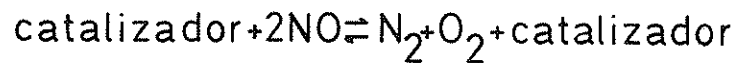
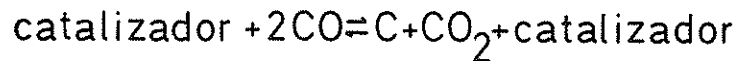


Fig. 2 Reacciones del platino.

final del tubo de escape.

#### CONCLUSION

Apartir de todos estos datos, y teniendo en cuenta los inconvenientes que se presentan, defectos comprensibles en un aparato de nueva concepción, tenemos que:

- Los catalizadores permitirán, en un futuro muy próximo, la eliminación de sustancias contaminantes en las expulsiones de gases tras la combustión en vehículos de gasolina.

Para ello:

- Se habrá de eliminar el plomo presente en los combustibles.
- Se habrá de instalar ordenadores de mando en todos los vehículos que se fabriquen.

Con esto la eficacia de dichos catalizadores será total.

Tras todo esto, nos queda una última cuestión: con esto habremos eliminado el 15 % de la contaminación mundial, la debida a vehículos de gasolina, pero hay que buscar otros métodos, por medio de la tecnología, para combatir el 85 % de la contaminación restan

te, debida a otras fuentes: centrales energéticas, industrias, etc.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Fuigdevall, Frederic y Bru Rovira (1987). La lluvia ácida en el esquema Europa. Dominical La Vanguardia, pág. 94-104.

Bahón, Félix P. (1985). Como bajarle los humos al coche. Muy Interesante, nº 48, pág. 86-90.

AMBIENT, 8ª Edición, 1988

EMPLEO DE AVES RAPACES COMO METODO DE  
EVITAR LA PRESENCIA DE AVES EN AEROPUERTOS

Francisco José Macias Amat  
Manuel Garbayo Maqua

RESUMEN

Uno de los problemas de seguridad de los aeropuertos es el de las bandadas de aves. Si éstas existen, hay grave peligro en el despegue y aterrizaje de los aviones, pues algunas de estas aves pueden ser absorbidas por las turbinas de los reactores y ocasionar graves accidentes.

El empleo de aves rapaces, se ha mostrado como el método más eficaz para paliar el problema.

Un dels problemes de seguretat dels aeroports són les bandades d'ocells. Si aquestes existeixen hi ha un greu perill per a l'enlairament i l'aterratge dels avions, ja que algunes d'aquestes aus poden ser absorvides per les turbines dels reactors i ocasionar greus accidents.

L'ús d'aus rapinyaires s'ha mostrat com el mètode més eficaç per a paliar aquest problema.

## INTRODUCCIÓN

En los aeropuertos, por una u otra causa, pueden existir aves que entrañan riesgo para los aviones en las maniobras de aterrizaje y despegue.

Estas aves pueden diferir mucho en tamaño y número, por lo cual también diferirá el peligro que representen. En principio hay dos grandes grupos en cuanto a riesgo: aves de pequeño tamaño pero que forman bandadas, y aves que no forman bandadas pero que por su tamaño, hasta cinco o seis kilogramos, por sí solas pueden ocasionar daños en el avión.

El origen de las aves también puede ser diverso. Se puede tratar de aves indígenas, es decir, que viven y se reproducen en las inmediaciones del aeropuerto, o de aves pasajeras que por una u otra razón se encuentran en la zona. La presencia de estas últimas se debe en general a procesos migratorios.

El problema y estudio de esta comunicación, consiste en como evitar la presencia de estas aves, existiendo en líneas generales dos vías de solución: eliminarlas y ahuyentarlas. Evidentemente la eliminación es ecológicamente inadmisibile, sobre todo en determinados casos. La segunda es prácticamente la única viable.

De los métodos empleados para espantar el que ha resultado más eficaz es el empleo de aves rapaces. La razón principal se debe a que por ser un enemigo biológico, el temor que las rapaces ejercen sobre el resto de la aves es instintivo y con su sola presencia, volando sobre el aeropuerto, basta para ahuyentarlas de las zonas de peligro.

## OBJETIVOS

Los objetivos de esta comunicación son hacer un breve estudio de la técnica cetrera (empleo por parte del hombre de aves rapaces para la caza) en los aeropuertos, así como su comparación con otros métodos de igual finalidad.

También por su proximidad nos referiremos particularmente al aeropuerto del Prat, en el que por diversas causas no se ha llegado a introducir este método.

## RAPACES

Las rapaces son un orden de aves, carnívoras, de pico fuerte y encorvado, patas robustas con uñas curvas y aceradas. Se dividen en nocturnas y diurnas, dependiendo de sus hábitos.

De entre las diurnas, que son las que nos interesan, los halcones son los más utilizados y en particular el halcón peregrino.

## HALCÓN PEREGRINO

Es el ser vivo más veloz, pues supera los 350 km/h en el vuelo en picado. Posee unos poderosos músculos en el pecho, cuello corto, forma de proyectil y unas plumas escamosas deslizables que le permiten propulsarse y penetrar en el aire a gran velocidad.

Toda su fisonomía es digna de mención pero destacan sus plumas duras, simétricas e impermeables. El plumaje es de distinta coloración según la edad. Así mismo el tamaño varía con el sexo. Las hembras son más grandes y corpulentas que los machos (hasta un 33% más).

## MÉTODO

El control de aves se realiza diariamente. La torre de control avisa a un jeep de la presencia de aves en una zona determinada, y éste acude con uno o varios halcones.

La misión de los halcones consiste en controlar, espantar y en ocasiones capturar a estas aves.

En el aeropuerto se encuentra la halconera, donde están los halcones en reposo y donde son objeto de un cuidadoso seguimiento de su forma física (peso, salud, dieta, entrenamiento...). En ella se encuentran los bancos o soportes de los halcones (postes bajos y verticales) sobre los que reposan las rapaces sujetas a ellos.

Cada día son sacados al jardín de la halconera, durante todas las horas de luz solar, y se les deja de tal forma (en su banco) que si el ave quiere, puede bañarse en una pequeña piscina. El cuidado del plumaje, actividad a la que el halcón dedica gran parte de su tiempo, incluye sobre el baño (un mínimo de tres veces por semana) mediante el cual se regeneran las plumas en mal estado. Tras el baño toman el sol y se secan agitando las alas a la vez que se impregnan el plumaje de una grasa que segregan gracias a una glándula.

Pasan el día en el jardín de la halconera, sobre los bancos, al sol o a la sombra según sea verano o invierno.

A los halcones se les pone una caperuza en la cabeza cuando se encuentran en ambientes que les podrían asustar, como es el

caso de su transporte. También llevan unos cascabeles en las patas que permiten al halconero oírlos mientras cazan o mientras se hallan en el jardín.

A los halcones hay que entrenarlos constantemente, para que no pierdan el interés por la caza. Para ello hay que desplazarse con ellos a zonas de caza más o menos alejadas, y contar con la colaboración de perros de caza igualmente adiestrados. Sólo se les da de comer sobre las presas que capturan en los entrenamientos, manteniendo así su estímulo y estando siempre dispuestos para actuar con rapidez cuando sean necesarios en el aeropuerto.

#### EQUIPO DEL HALCÓN

Aparte de la caperuza y de los cascabeles citados anteriormente, se emplean una serie de elementos imprescindibles para manejar a estas aves. Estos utensilios, totalmente artesanales, son contruidos generalmente por el propio cetrero.

Principalmente cabe destacar: la lonja, correa larga y resistente de cuero de buey. El tornillo, un doble anillo metálico quitavuelas, para evitar que el halcón ligado mediante la lonja, tenga problemas por la torsión de ésta. Las pihuelas, dos cortas y ligeras correas de cuero de perro sujetas a los tarsos del ave permanentemente pero que no le causan ninguna molestia y sirven para atar el ave a través del tornillo a la lonja, y mantenerlo así fijo al guante del cetrero o al banco.

#### AEROPUERTO DEL PRAT DEL LLOBREGAT

Para ilustrar la problemática de la mayoría de los aeropuertos del mundo, utilizaremos el ejemplo del aeropuerto del Prat del Llobregat.

En este caso, el problema se agudiza por su ubicación. Este aeropuerto está situado en el delta del Llobregat, rodeado por una serie de lagunas y charcas, así como muy próximo al mar. Esta situación, junto con que es la única área de descanso entre la zona húmeda del Empordà y el delta del Ebro, lo hace más apetecible aún, para las aves migratorias que desciende de Europa.

Tres son los grandes grupos de aves problemáticas para el aeropuerto: gaviotas, estorninos y acuáticas del tipo patos y pollas de agua.

Las gaviotas en el aeropuerto del Prat, están representando actualmente una auténtica plaga. En primer lugar, son aves muy resistentes y con una gran facilidad de adaptación. Cuando no encuentran alimento en la zona marítimo-costera, se internan tierra adentro en busca de rastrojos, basureros, etc. Los días de temporal también entran en tierra y actualmente debido a la mayor limpieza de las playas y zonas costeras se ven obligadas a adentrarse cada vez

más en tierra en grandes bandos, con el consiguiente riesgo para los reactores. Además, al no contar con apenas enemigos y ser la zona del delta del Llobregat protegida como reserva natural (zona de caza prohibida), se están convirtiendo en una auténtica plaga y son el mayor peligro del aeropuerto.

Las aves acuáticas, pese a haber una población autóctona en la zona, llegan principalmente por procesos migratorios. En sí, no representan gran peligro ya que una vez en la zona no realizan apenas vuelos, y se limitan a desplazarse por las lagunas nadando o mediante pequeños vuelos rasantes. El riesgo que entrañan se debe casi exclusivamente a su tamaño, ya que algunos ejemplares pueden llegar a pesar varios kilogramos, que pueden ocasionar graves daños en los reactores.

Los estorninos son pequeños pájaros cuyo mayor riesgo radica en que se desplazan en grandes grupos de cientos de ejemplares. Se han llegado a censar, aproximadamente, 15 000 de estas aves en el delta del Llobregat. Los estorninos se desplazan principalmente, a primeras horas de la mañana, cuando salen de sus dormitorios colectivos en busca de alimento, y a últimas horas de la tarde cuando vuelven a ellos.

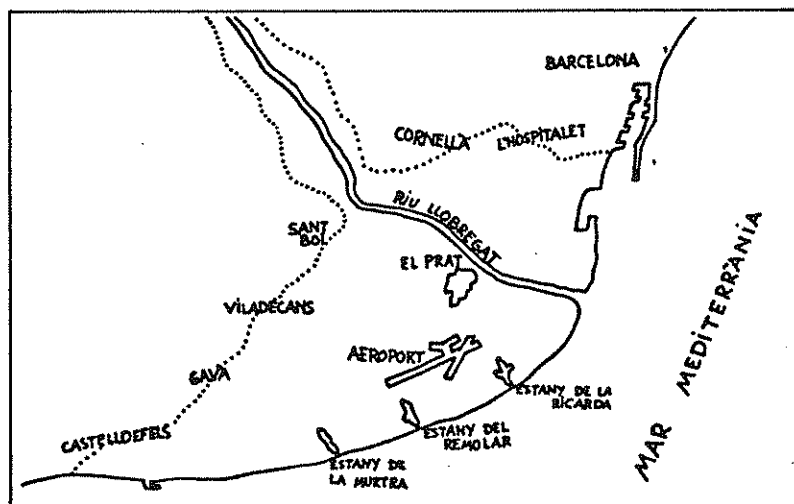


Fig. 1 Ubicación del aeropuerto del Prat

#### OTROS MÉTODOS

En ocasiones, como la del aeropuerto del Prat, no se utilizan aves rapaces para solucionar el problema. Este método además de ser caro, implica la contratación de uno o varios cetreros y la consecución de varios halcones (en el aeropuerto de Madrid se utilizan unos doce actualmente). Todo esto no resulta fácil, puesto que las aves rapaces están rigurosamente protegidas y quedan ya, pocos cetreros.

Es entonces cuando se pone en práctica otros métodos que pasamos

a citar, y que son los utilizados en el aeropuerto del Prat.

El más empleado de todos ellos, es el de los cañones de gas. Utilizan como gas el carburo, y provocan unas detonaciones encaminadas a espantar las aves presentes. Actualmente estos cañones son transportados mediante vehículos en el momento que han de ser disparados pero está previsto fijarlos en distintos puntos del aeropuerto, y que puedan ser accionados por control remoto desde la torre de control. Su eficacia es dudosa, pues está comprobado que las aves se acostumbran, e incluso llegan a posarse sobre ellos.

También se realizan con idéntico propósito, disparos con escopeta de caza y disparos de ruido (pólvora sin carga).

Otro de los métodos utilizado es el de gritos de alarma. Consiste en cintas magnetofónicas que reproducen gritos de aves asustadas o agonizantes. Estas grabaciones también son transportadas en vehículo al lugar apropiado.

También podemos citar las medidas preventivas, llevadas a cabo en las inmediaciones del aeropuerto, tales como la eliminación de basureros y vertederos, a los que las aves acuden en busca de alimento. Así mismo, es muy importante la desecación de charcas y zonas lacustres junto al aeropuerto. Problema éste, muy difícil de solucionar en el caso del aeropuerto, pues como muestra la fig. 1 está enclavado entre zonas lacustres que están protegidas por su interés ecológico.

Hemos de señalar, que estos métodos son generalmente ineficaces.

#### CONCLUSIONES

La presente comunicación, hace un breve estudio sobre la problemática en los aeropuertos de la presencia de aves, indicando los métodos habituales de resolución.

Las aves siguen acudiendo a las charcas y zonas húmedas próximas a los aeropuertos y no pueden evitar ser absorbidas por los motores, ocasionando accidentes, en ocasiones muy graves.

A la vista de lo expuesto, podemos concluir:

- 1) El problema existe, y es necesario resolverlo o cuando menos paliarlo.
- 2) La soluciones empleadas van dirigidas a evitar o reducir el problema, sin afectar a la fauna.
- 3) De todos los métodos reseñados, se ha revelado como el único realmente eficaz, pero también de mayor coste en empleo de aves rapaces.



## REFERENCIAS

Gutierrez, R., Pau Esteban y Ferran Rodríguez (1985). Fauna vertebrada del delta del Llobregat. Revista Ciència, vol.5, Diciembre.

Rodríguez de la Fuente, F. Video Altanería I-II, Serie El hombre y la Tierra, RTVE.

## ENTIDADES CONSULTADAS

Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.

Generalitat de Catalunya. Direcció General de Política Forestal. Servei de Protecció de la Natura, Sr. Alex de Juan, Cap de Secció de Gestió de la Fauna.

Aeropuerto del Prat del Llobregat. Sr. Pardo, Sección Explotación.