

LA CONTAMINACIÓ SUPERFICIALS

per R. Rubio i G. Rauret

32 (728/Volum 2/desembre 1982)

ciència 22

La contaminació dels rius és una de les qüestions fonamentals que afecten el nostre medi ambient, tan agredit des d'origens diversos. El treball que presentem és el resultat d'una col·laboració entre l'Ajuntament de Parets del Vallès i el departament de Química Analítica de la Universitat de Barcelona. En ell es fa un estudi experimental de mesura de la contaminació del riu Tenes.

Roser Rubio i Rovira (Barcelona, 1938) és doctora en ciències químiques i professora de química analítica de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona. Ha treballat com a reactius analítics. Ha coordinat un grup de treball dedicat a l'estudi de la contaminació dels rius Tenes i Congost. Actualment treballa en la determinació analítica de cianurs en aigües.

Gemma Rauret i Dalmau (Barcelona, 1942) és doctora en ciències químiques. Des del 1976 és professora agregada de química analítica de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona. Ha publicat nombrosos treballs sobre l'aplicació de reactius orgànics a l'anàlisi inorgànica i en especial sobre mètodes espectrofotomètrics. Actualment es dedica a la recerca de nous reactius aplicats a l'extracció de ions metàl·lics i a la seva determinació en aigües superficials.

A principi de l'any 1980 el municipi de Parets del Vallès va posar-se en contacte amb alguns membres del departament de química analítica de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona per tal d'iniciar una col·laboració entre l'Ajuntament i la Universitat, de cara a l'estudi del grau de contaminació del riu Tenes des que entra fins que surt del terme municipal i, en cas necessari, a la proposta de solucions viables.

El riu Tenes es caracteritza per ser un riu de caràcter torrencial i per tant amb un cabal extremament variable segons el règim de pluges. En èpoques seques el riu

és molt sensible als abocaments, ja que volums no massa grans d'aigües residuals moderadament concentrades afecten de manera important els paràmetres del riu, els quals superen fàcilment els nivells desitjables en un curs fluvial.

Segons la legislació vigent (D.O.L. de 30-7-1960), la classificació dels cursos d'aigua públics de la conca del Pirineu Oriental és la següent:

Grup primer

Cursos d'aigua protegits:

Ter. Aigües amunt del Pasteral I

Tordera

Besòs

Llobregat, aigües amunt de Sant Boi

Foix, aigües amunt del pantà de Foix

Riudecanyes, aigües amunt del pantà de Riudecanyes

Grup segon

Cursos d'aigua vigilats:

Muga

Fluvià

Ter, des del Pasteral I

Llobregat, des de Sant Boi

Gaià

Francolí

Tots els afluents d'aquests cursos

Grup tercer

Cursos d'aigua normals:

Els que no estan compresos en la relació anterior

Per altra banda, la direcció general d'Obres Hidràuliques en una circular del 21-6-1960 estableix una valoració de les diverses característiques de l'aigua per a cada grup, tals com propietats organolèptiques, físico-químiques, químiques i biològiques. Altres organismes, com el codi alimentari espanyol de 1967, l'OMS el 1971 i 1972, i la Comunitat

Europea el 1975, han publicat normes referents als límits tolerats o acceptats dels diferents paràmetres que es mesuren a l'aigua, de manera que és possible avaluar el grau de contaminació d'un riu segons que els valors obtinguts en les mesures siguin o no superiors als establerts pels diferents organismes. Les dades obtingudes sobre el tipus i el grau de contaminació permeten estudiar les mesures a prendre per millorar la qualitat de l'aigua.

Per poder tenir una idea clara de l'evolució de la contaminació en el riu Tenes es va planejar un estudi sistemàtic que va consistir en una sèrie de preses de mostra de l'aigua del riu i la realització de les corresponents determinacions analítiques químiques i físico-químiques dels paràmetres que més comunament es mesuren en aquests tipus d'aigües. La durada d'aquest estudi es va preveure d'uns dos anys: des del març de 1980 fins al desembre de 1981. En primer lloc es varen triar quatre punts de presa de mostra. El primer, A, correspon a l'entrada del riu en el terme municipal; el segon, B, correspon a un punt on ja s'han abocat les aigües domèstiques procedents del col·lector municipal; el tercer, C, correspon a un punt on ja s'han barrejat les aigües procedents d'un col·lector que recull els abocaments d'una zona altament industrialitzada i l'últim punt, D, correspon a la sortida del terme municipal. En el gràfic 1 s'observen els punts de presa de mostra. L'estudi es va completar, a petició de l'Ajuntament, amb l'anàlisi d'una sèrie d'abocaments per tal de detectar l'origen de la contaminació i poder trobar solució al problema.

Els paràmetres que es varen mesurar són els següents:

DE LES AIGÜES DEL RIU TENES

TAULA 1

ALGUNES CARACTERÍSTIQUES FÍSiques I QUÍMIQUES DEL RIU TENES EN EL TERME MUNICIPAL DE PARETS DEL VALLÈS EN EL PERÍODE DE 1980-1981

DATA	CABAL	Crom (mg/ punt D)		Cianurs (mg/l CNl) punt C punt D		Temperatura (°C) punt A punt D		Nitrogen total (mg/l N) punt A punt D	
		Cr (VI)							
Març 1980	750	0,210	0,134	0,506	15	17	2,00	14,80	
Abril 1980	400	negatiu	0,06	0,065	18	20	3,40	44,00	
Maig 1980	600	negatiu	0,170	0,820	18	20,5	1,32	6,75	
Juny 1980	400	negatiu	0,023	0,028	22,5	23	4,20	17,00	
Juliol 1980	50	0,60	0,120	2,080	22	24	17,40	47,00	
Juliol 1980	250	negatiu	0,010	0,400	20	21	2,43	10,85	
Setembre 1980	40	negatiu	0,006	0,022	27	27,5	15,20	79,40	
Octubre 1980	60	0,17	0,145	0,038	24	26	8,40	42,78	
Novembre 1980	350	negatiu	0,008	0,309	16	18	4,20	22,90	
Desembre 1980	250	negatiu	0,033	0,479	5	9,5	3,94	13,63	
Gener 1981	542	negatiu	0,003	0,312	9	11	17,50	19,50	
Març 1981	580	negatiu	0,224	0,363	11	13	8,50	15,55	
Març 1981	128	negatiu	0,051	0,088	21	21,5	4,00	18,50	
Abril 1981	478	negatiu	negatiu	negatiu	16	17	2,50	5,50	
Maig 1981	50	negatiu	2,060	0,980	17	20,5	4,92	19,50	
Juny 1981	57	negatiu	0,740	0,120	28	27	3,10	15,50	
Juliol 1981	35	negatiu	4,560	3,280	24	25	6,63	160	
Setembre 1981	28	negatiu	0,030	1,600	21	24,5	240,00	76,00	
Octubre 1981	92	negatiu	0,850	0,450	20	22	15,00	60,50	
Novembre 1981	34	1,88	0,544	0,084	11,5	15	54,00	96,00	
Desembre 1981	79	negatiu	4,500	3,300	10	14	88,00	90,00	

- cabal
- conductivitat
- pH
- temperatura
- alcalinitat (TAC)
- DQO
- clorurs
- nitrogen total
- fosfats
- cianurs
- crom hexavalent

A partir del març de 1981 es va determinar també el residu total no filtrable (103-105°C), volàtils (500°C) i el residu fix (500°C) i a partir del maig la DBO₅ en els punts A i D.

La presa de mostra es va fer una vegada al mes en dies feiners a diverses hores del dia. En cada un dels quatre punts del riu es va fer barrejant en un recipient de plàstic un nombre fix de mostres preses a diferents nivells de profunditat i a diferents distàncies de les vores i abocant aquesta barreja a diverses ampolles de plàstic que contenien, en els casos en què era necessari, els reactius adequats per aconseguir una conservació perfecta de la mostra d'acord amb el paràmetre que posteriorment s'hi determinava. Les ampolles es van col·locar en una nevera portàtil per transportar-les evitant qualsevol alteració en la composició de les mostres.

Els dies que es va fer la presa de mostra varen ser els següents:

1980	1981
6 febrer	20 gener
5 març	3 març
26 març	24 març
28 abril	27 abril
21 maig	26 maig
11 juny	16 juny
2 juliol	14 juliol
16 juliol	15 setembre
3 setembre	13 octubre
30 setembre	10 novembre
12 novembre	8 desembre
17 desembre	

Per dur a terme les mesures es varen seguir els mètodes descrits en els *Standard Methods for examination of Water*

TAULA 2

RESULTATS DE LES DETERMINACIONS DE DBO₅, RESIDU SÒLID NO FILTRABLE (103-105°), FRACCIÓ VOLÀTIL (500°C) I RESIDU FIX (500°C) A LES AIGÜES DEL RIU TENES EN EL TERME MUNICIPAL DE PARETS DEL VALLÈS

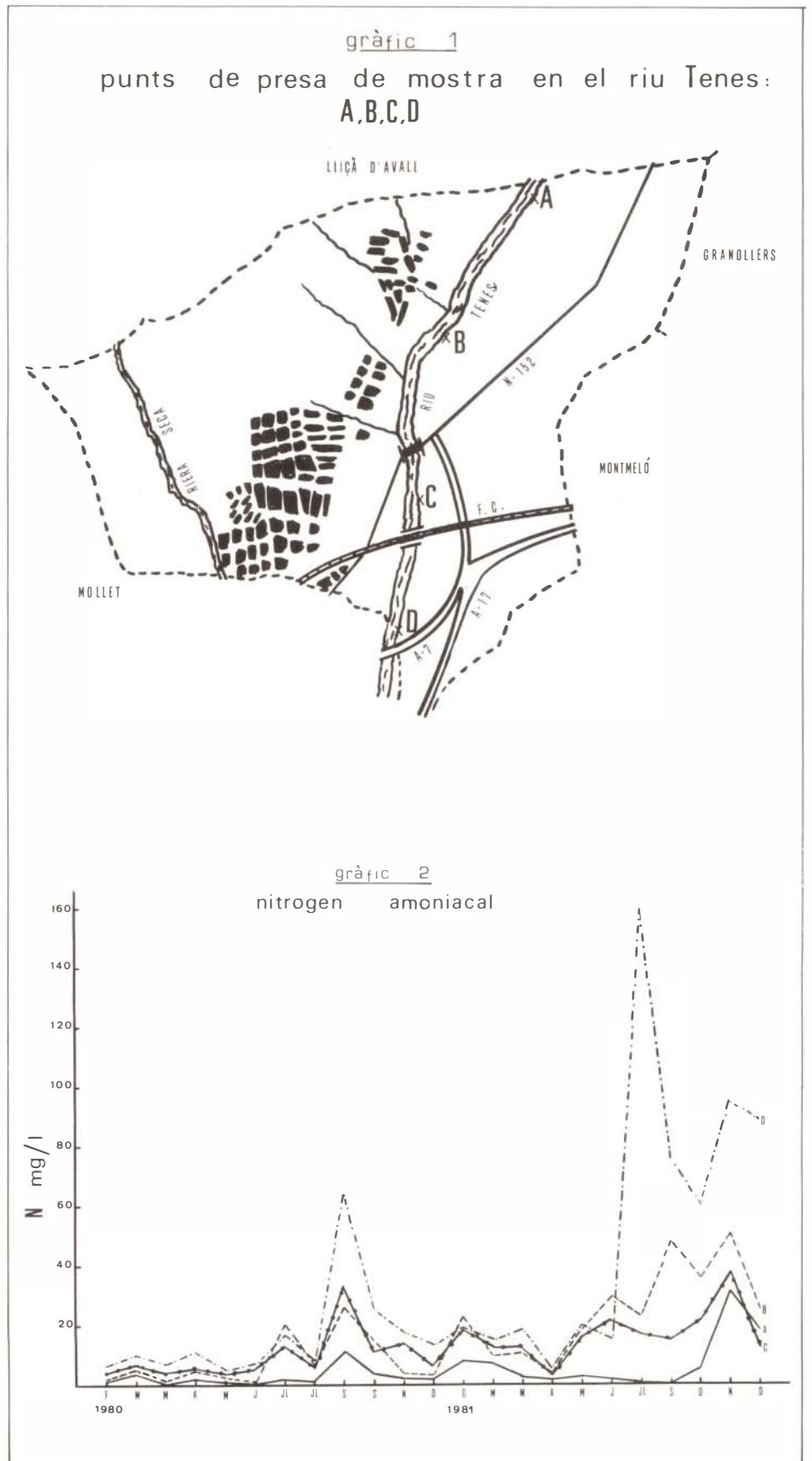
DATA	DBO ₅ mg/l		Residu total no filtr. (103-105°C) mg/l		Fracció volàtil (500°C) mg/l		Residu fix (500°C) mg/l	
	punt A	punt D	punt A	punt D	punt A	punt D	punt A	punt D
Març 1981			80	200	40	136	40	64
Abril 1981			59	34	43	9	16	25
Maig 1981	56	350	52	168	25	129	27	39
Juny 1981	280	641	583	402	188	318	395	84
Juliol 1981	132	1.517	32	1.190	21	820	11	290
Setembre 1981	134	1.488	26	450	10	335	16	115
Octubre 1981	298	405	136	320	53	245	83	75
Novembre 1981	468	-	206	435	152	240	54	195
Desembre 1981	368	197	7.540	580	1.970	370	5.570	210

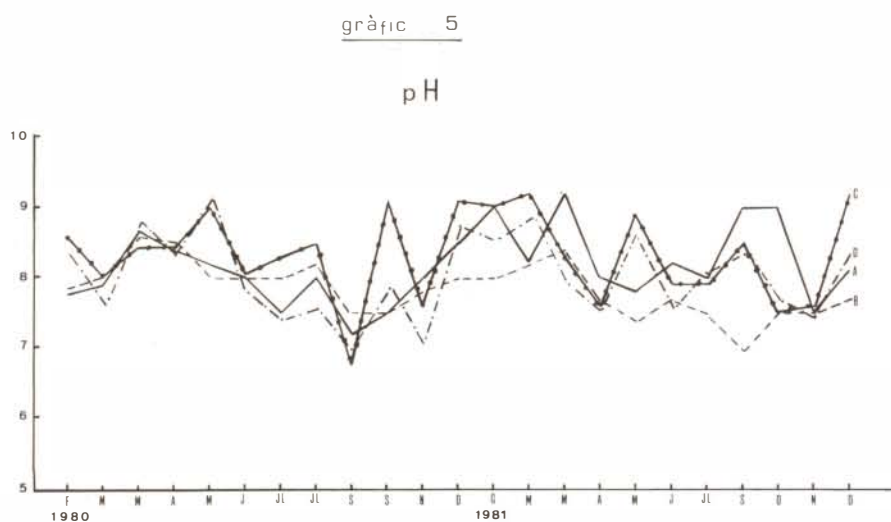
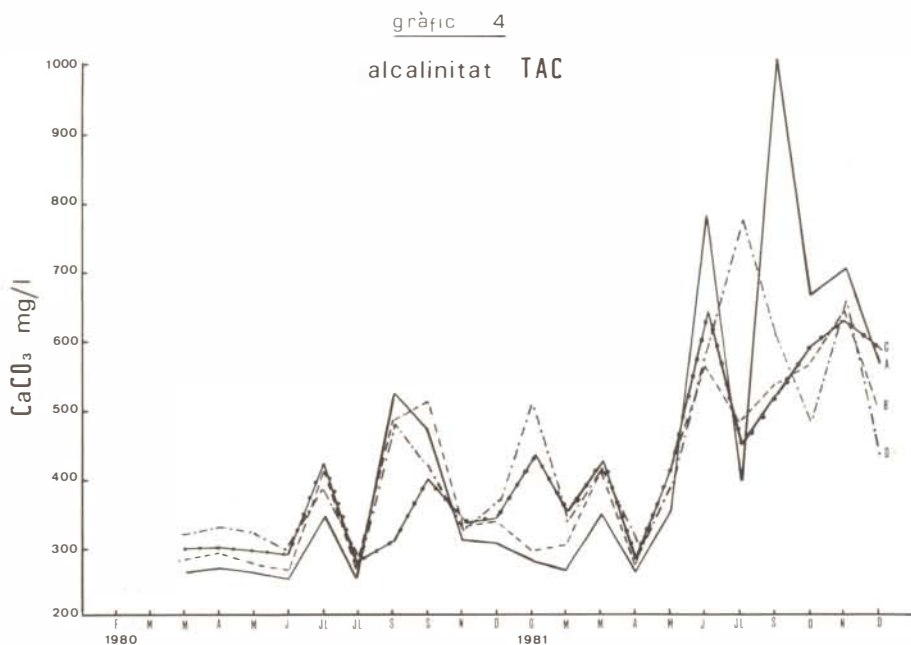
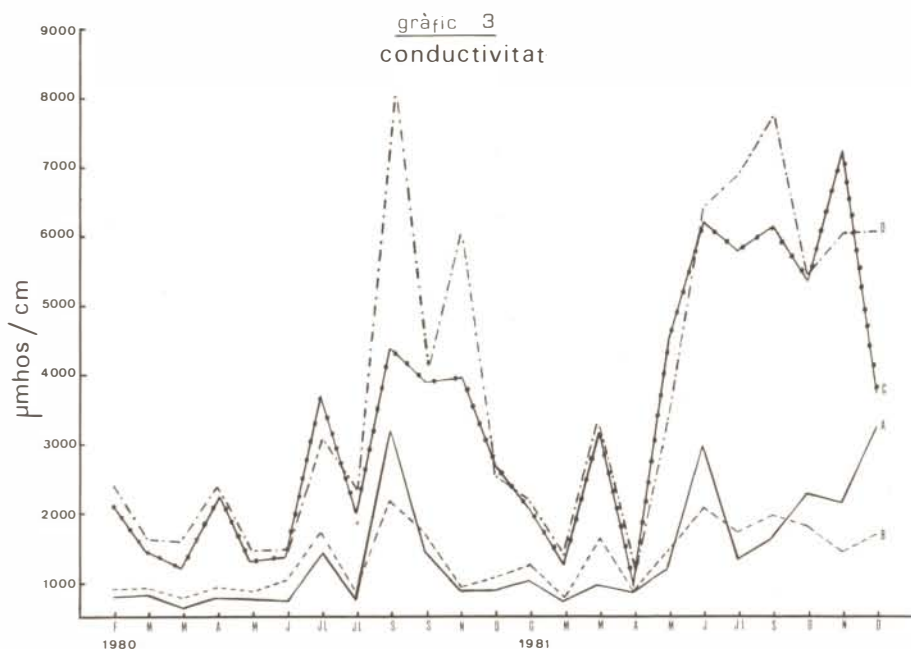
and Waste-Water, recomanats per l'American Public Health Association (Associació Americana per a la Salut Pública). Els resultats obtinguts s'expressen en les taules 1 i 2 i en els gràfics 2, 3, 4, 5, 6 i 7.

A la primera columna de la taula 1 es donen els valors del cabal del riu al llarg de l'any 1980 i 1981. Pot observar-se una disminució molt acusada en els mesos d'estiu i que els valors del cabal per a l'any 1981 han estat inferiors als observats durant l'any 1980 a causa de la forta sequera. Aquest baix cabal fa que els paràmetres mesurats assolixin fàcilment valors molt per sobre dels permesos fins i tot durant la tardor i l'hivern.

A la segona columna de la taula 1 es donen els resultats de les concentracions de crom hexavalent en el punt D del riu. En els tres primers punts mai no s'han observat concentracions de crom (VI) per sobre del límit de detecció. El crom (VI) és una espècie molt tòxica que té característiques cancerígenes. El límit màxim tolerat a les aigües per a aquest ió és de 0,05 mg/l. Moltes indústries, especialment les de cromat electrolític, les blanqueries, químiques, de tints i de colorants, utilitzen derivats de crom, per la qual cosa cal controlar d'una manera especial les aigües residuals industrials. L'eliminació de crom (VI) de les aigües industrials no presenta cap dificultat mitjançant tractaments químics.^{2,3} En el riu Tenes s'observa en general concentracions de crom (VI) per sobre de les permeses, especialment al final del terme municipal on hi ha una gran concentració d'indústries, entre les quals hi ha algunes blanqueries.

A la tercera i quarta columna de la taula 1 es donen els resultats de les concentracions de cianur total en els punts C i D del riu. En els punts A i B la concentració de cianur total mesurada està per sota del límit màxim tolerat: 0,01 mg/l. Com pot observar-se en el punt C i d'una manera encara més acusada en el punt D, la concentració de cianur arriba a assolir uns límits molt superiors al tolerat. El cianur és un compost que es troba a les





aigües com a conseqüència de l'activitat industrial, en especial procedent d'indústries de galvanoplàstia, metal·lúrgia de metalls preciosos, tractament d'acers especials, forns de coke, fabricació de certes pintures fungicides i de plàstics. La molècula responsable de l'extrema toxicitat és l'àcid cianhídric. Els cianurs juguen, a més, un paper inhibitor en el procés d'autodepuració natural dels rius, 0,3 mg/l de cianurs són suficients per destruir els microorganismes de l'autodepuració. La destrucció d'aquest compost no és complicada ni costosa si s'aplica un tractament amb clor a pH elevats als abocaments que contenen cianurs, aquests s'oxiden totalment i deixen de ser tòxics.⁴¹

De les columnes cinquena a la vuitena de la taula 1 es donen els valors de la temperatura i del nitrogen tant a l'entrada com a la sortida del riu del terme municipal.

Una dada important en la qualitat d'una aigua de riu és la temperatura, que s'ha de mantenir per sota de la de l'aire a l'estiu i per sobre de la temperatura de l'aire a l'hivern. Una temperatura superior als 15°C afavoreix el desenvolupament dels microorganismes en les conduccions i d'altra banda pot intensificar les olors i els gustos. A més, les temperatures altes acceleren les reaccions que consumeixen oxigen, amb la qual cosa pot aparèixer sulfhídric, metà, etc. La reglamentació sobre pol·lució tèrmica és molt diversa en els diferents països.

En el riu Tenes la temperatura augmenta al llarg del terme municipal entre 0,5 i 4,5°C a causa dels abocaments calents que es fan directes al riu. La temperatura arriba a ser de 27,5°C, la qual cosa accentua la mala qualitat de l'aigua.

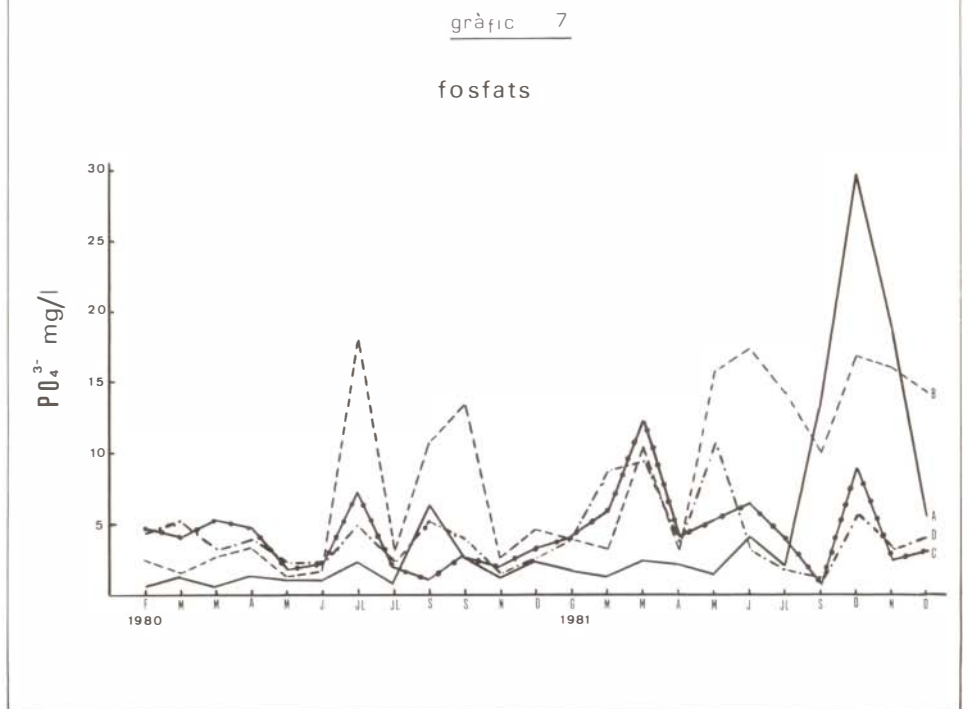
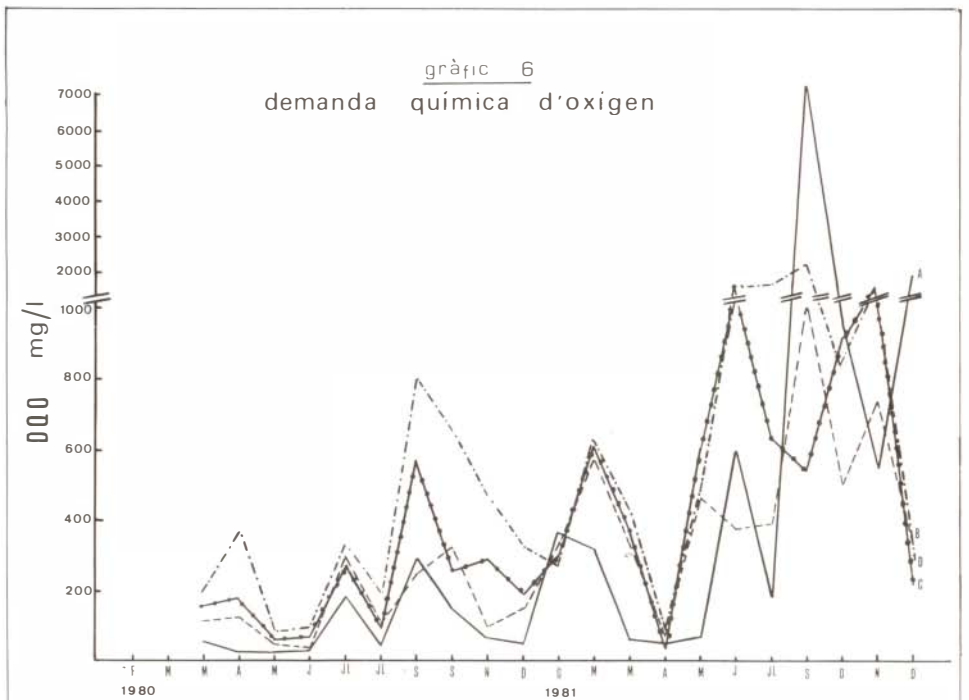
El contingut en nitrogen expressat a la taula 1 representa tant el nitrogen amoniacal com el nitrogen orgànic i és la suma de tots dos (s'anomena també nitrogen Kjeldahl). L'amoníac a les aigües de riu prové de la degradació incompleta de la matèria orgànica i indica per tant la presència d'aquesta matèria, animal o vegetal, en un cert grau de descomposició.

La presència d'amoniac a l'aigua pot afavorir el desenvolupament de certs gèrmens que poden proporcionar olors i gustos desagradables; el límit màxim d'amoniac a les aigües tolerat per l'OMS és de 0,5 mg/l. El nitrogen orgànic inclou substàncies tals com proteïnes, pèptids i nombrosos materials orgànics sintètics. A les columnes setena i vuitena de la taula es donen els valors a l'entrada i a la sortida del riu al municipi de Parets. Tenint en compte que les concentracions de nitrogen orgànic a les aigües residuals són superiors a 10 mg/l, i veient els valors que aquest paràmetre arriba a assolir en el riu, sobretot en els mesos d'estiu en el punt A i en gairebé totes les mesures fetes en el punt C el 1980 i l'increment que s'observa en els darrers mesos del 1981 tant en el punt A com en el D, és evident que es pot considerar el riu talment com una aigua residual.

La mesura de la conductivitat elèctrica de l'aigua permet donar una idea aproximada del contingut en sals minerals. Una aigua amb una conductivitat superior a 1.500 umhos/cm no es pot utilitzar per regar els cultius. En el gràfic 2 es representa la variació de la conductivitat de l'aigua al llarg del període en què s'han fet les mesures pels quatre punts A, B, C i D. Tal com s'observa en el gràfic, els punts A i B del riu es mantenen en general per sota de 1.500 umhos/cm durant l'any 1980, els punts C i D presenten valors força elevats sobretot a l'estiu. Els valors de la conductivitat mesurats durant l'any 1981 presenten límits força més elevats, sobretot en els punts C i D del riu.

Un dels ions que es troba en proporció més elevada en les aigües naturals residuals és el clorur, en general la representació gràfica dels resultats per aquest ió és molt semblant a la corresponent dels valors de la conductivitat. Les aigües que en contenen més de 400 mg/l tenen un gust lleugerament salat.

Es va analitzar el contingut en clorur en el riu Tenes, i es va observar que en els punts C i D els valors obtinguts són superiors a 400 mg/l tant l'any 1980



com el 1981.

Són també paràmetres d'interès en la caracterització de les aigües l'alcalinitat i el pH. L'alcalinitat, també expressada per TAC, és funció en la major part de les aigües del contingut en carbonats, bicarbonats i hidròxid i constitueix un índex per mesurar la concentració d'aquests components.

El pH representa l'acidesa o bé l'alcalinitat de l'aigua on el factor més important és habitualment la concentració de diòxid de carboni. El pH de les aigües naturals varia entre 7,2 i 7,6. Les aigües molt calcàries tenen un pH elevat i les aigües que travessen sols poc calcaris presenten un pH aproximat de 7 o de vegades inferior. El valor de pH compatible amb la vida dels peixos està comprès entre 5 i 9.

En el riu Tenes els valors es mantenen dins els límits tolerats, en alguns casos

superen el límit superior de 8,7 establert per la direcció general d'Obres Hidràuliques. En els gràfics 3 i 4 es representen els valors, per als quatre punts del riu, de l'alcalinitat i del pH respectivament.

En el gràfic 5 es representa la variació, en els quatre punts del riu, de la demanda química d'oxigen, DQO. Aquest paràmetre és un índex del contingut del total de matèries orgàniques que tenen caràcter biodegradable o no. Tal com era d'esperar, els valors obtinguts en els quatre punts del riu es troben per sobre dels permessos; segons les normes de l'OMS el límit admissible en aigües de captació destinades a la beguda és de 10 mg/l i per a les aigües residuals urbanes el límit ha de ser inferior a 750 mg/l.

La presència de fosfats a les aigües naturals ve condicionada per la naturalesa dels sols travessats i per la descomposició de la matèria orgànica. De vegades la



Fent mesures in situ en el riu Tenes, davant el pavelló d'esports

presència de fosfats és deguda a l'amplius, tant industrial com agrícola, d'aquestes sals. En les regions que s'abasten amb aigües d'elevada duresa, la proporció de fosfats que han de dur els detergents per ser efectius és elevada, encara que s'eliminen aproximadament en un 94% per mitjà dels processos habituals de depuració. Els fosfats, però, no presenten efectes tòxics. En el gràfic 6 s'han representat, per als quatre punts del riu, els valors de la concentració de fosfats, ja que en tots els punts de les concentracions superen àmpliament el límit establert per les normes de la Comunitat Europea (2 mg/l).

A la primera columna de la taula 2 es donen els valors de la demanda bioquímica d'oxigen (DBO₅), obtinguts des del maig de 1981, que s'han determinat a l'entrada del riu al municipi i a la sortida.

Aquest paràmetre es determina normalment en aigües contaminades i és un índex aproximat de la quantitat de matèria orgànica biodegradable existent a l'aigua ja que respon, en les condicions establertes per la metodologia, a la quantitat d'oxigen que consumeixen els microorganismes per dur a terme les reaccions energètiques d'oxidació aeròbica de la matèria orgànica. Segons les normes de l'OMS, les aigües de superfície destinades al consum no han d'ultrapassar el límit de 4 mg/l, excepte si se sotmeten a tractaments particulars, mentre que per a les aigües residuals urbanes el límit és de 300 mg/l. Veient els valors de la taula 2 es pot comprovar que en molts casos el riu presenta un grau de contaminació per matèria orgànica biodegradable força elevat.

A la segona, tercera i quarta columna de la taula 2 es donen els valors corresponents al residu sòlid no filtrable (103-105°C), la fracció volàtil (500°C) i residu fix (500°), respectivament. El primer d'aquests tres paràmetres és una mesura de la quantitat de matèria sòlida total suspesa en l'aigua i és un paràmetre que cal determinar en les aigües contaminades. Segons les normes de la direcció

general d'Obres Hidràuliques, les matèries en suspensió que es poden trobar en els cursos d'aigua protegits no han d'ultrapassar el límit de 30 mg/l.

La fracció volàtil correspon a la quantitat de matèria orgànica que es troba en el residu sòlid no filtrable. La diferència entre els sòlids totals no filtrats i la fracció volàtil correspon al residu fix a 500°C.

De tot aquest treball, es poden deduir les conclusions següents:

1) En el tros final del riu (punts C i D), aquest rep uns abocaments que contenen productes altament tòxics, tals com crom hexavalent i cianur, procedents d'indústries. Aquests compostos podrien eliminar-se si les indústries implicades fessin un tractament químic adequat.

2) El riu rep una quantitat tal de matèria orgànica que és incapaç per si sol d'auto-depurar-se, essent molt elevada la quantitat de substàncies parcialment degradades com es fa palès en l'alt contingut en amoníac. Aquest problema pot solucionar-se instal·lant depuradores.

3) L'elevada conductivitat de les aigües del riu, en especial en el tros final, posa en evidència un alt contingut salí que no fa aptes les aigües per regar. La solució d'aquest problema és més cara i difícil que la dels anteriors, però es podria intentar amb procediments de dessalinització dels abocaments que més contribueixen a incrementar el contingut de sals.

4) Caldria evitar abocar directament al riu aigües a temperatura superior a l'ambiental, d'aquesta manera les reaccions que consumeixen oxigen i eviten que es destrueixi la matèria orgànica serien molt més lentes i es milloraria la qualitat de l'aigua.

Totes les dades que apareixen en aquest treball fan evident una gran degradació del riu Tenes, la qual augmenta al llarg del terme municipal i d'una manera especial en l'últim tros.

Convé destacar que la mostra presa el dia 27 d'abril de 1981, festiu en el terme de Parets, presenta uns valors dels paràmetres mesurats molt per sota del que és

usual en dies feiners. En els quatre darrers mesos de 1981 s'ha observat un augment del grau de contaminació del riu en el punt A, és a dir, a l'entrada del municipi, si es compara amb els primers mesos del mateix any i els del 1980.

L'Ajuntament està molt interessat a millorar la qualitat de l'aigua. Caldrà, per aconseguir-ho, un gran esforç per part del municipi i de les indústries de tot tipus situades en el terme de Parets del Vallès, per tal de sotmetre l'aigua als tractaments idonis i aconseguir lliurar el riu de l'estat de degradació en què es troba actualment.

(R. Rubio i G. Rauret)

Agraïments: Volem agrair la col·laboració del departament de química analítica de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona en la realització d'aquest treball i molt especialment al Dr. E. Casassas, cap del departament, i als Drs. E. Bosch, M.D. Prat, Ll. Garcia, J. Barbosa, Srs. R. Compañó, M. Filella, M. Ribas, C. Marin, X. Huguet, M.J. Domingo i G. Aguilera per haver-hi contribuït amb el seu treball. També volem agrair el suport rebut per part de l'Ajuntament de Parets del Vallès.

Materials de lectura

- 1 *Standard Methods for the Examination of Water and Waste-water*. APHA-AWWA-WPCF 14 th. Ed. 1975.
- 2 A. Mayer: "La Technique de l'eau" n° 336, déc. 1974, pàg. 41.
- 3 M.J. Reidt: "La Tribune du CEBE-DEAU", n° 323, oct. 1970, pàg. 410.
- 4 M.J. Reidt: *Ibid.* pàg. 412.
- 5 *Handbook of Chlorination*. Geo. Clif-ford White. Van Nostrand Reinhold Co. p. 399.
- 6 J. Rodier: *L'analyse de l'eau*. Ed. Dunod. 5^{ena} Ed. 1974.
- 7 *Water and water pollution. Handbook*. L. Ciaccio vols. 1, 2, 3, 4. Ed. L. Ciaccio. 1970