

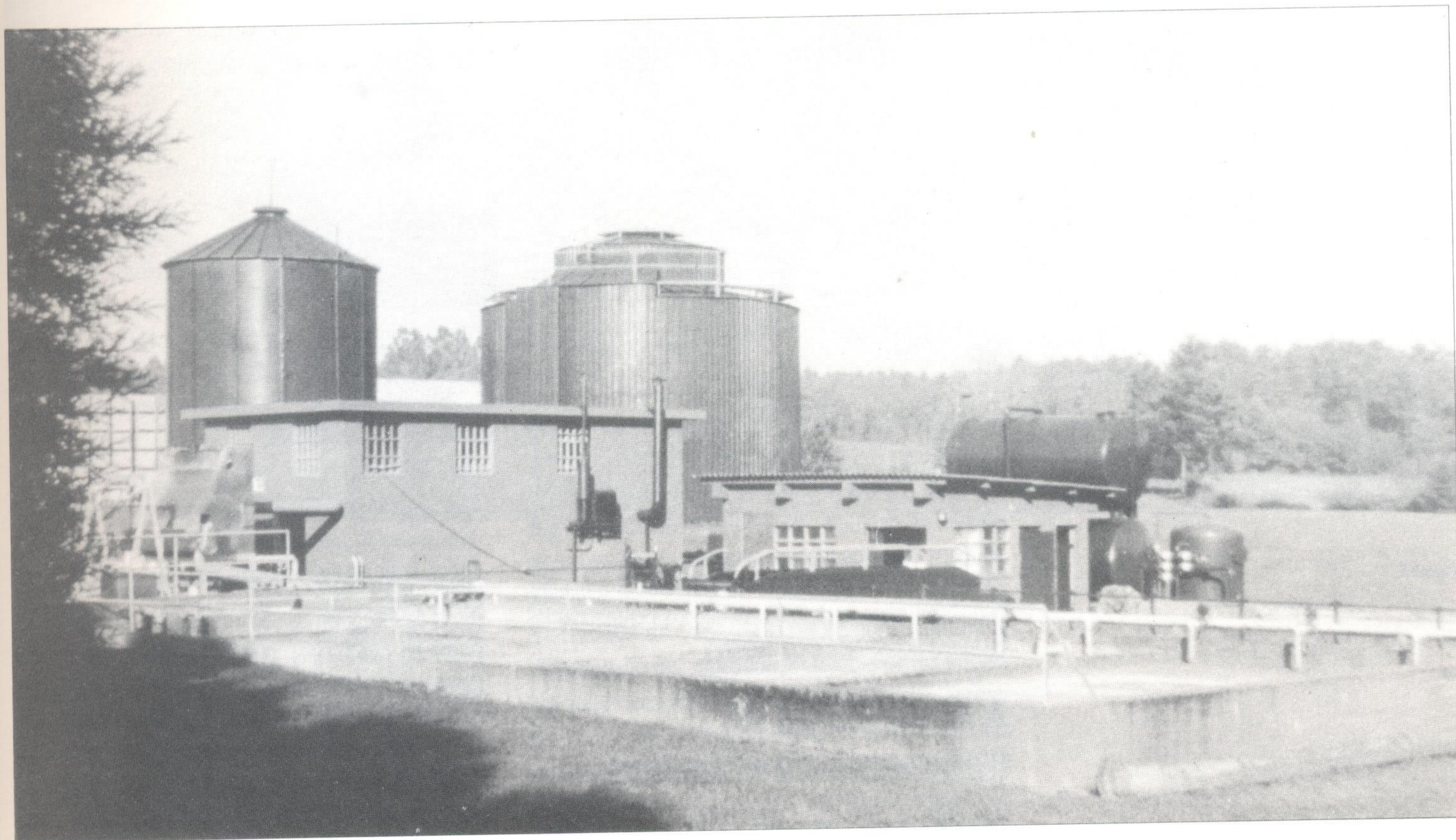
SISTEMA DE TRATAMENTO BIOLÓXICO INTEGRAL DE EFLUENTES RESIDUAIS EN CONSERVAS CALVO

Manuel Soto Castiñeira

Conservas Calvo ten a sua fábrica situada nas aforas de Carballo, na marxe dereita do río Anllóns, dedicada principalmente a conservas de atun, pero tamén de outros produtos, incluíndo con-

custe de mantimento.

No 1986 inicia-se no Departamento de Enxeñería Química da Universidade de Santiago un estudo dirixido a investigar a aplicación da dixestión anaeróbia ao



servas de vexetais. Nesta fábrica orixinan-se grandes cantidades de águas residuais, cuxo contaminante principal é a materia orgánica que conteñen (graxas e proteínas en disolución, e restos sólidos de pescado). Anteriormente, aplicava-se un tratamento químico-físico destes efluentes, baseado na decantación, coagulación-floculación con cal e separación dos lodos orixinalos. Pero este procedemento resultava pouco eficiente, irregular no seu funcionamento e dun elevado

tratamento de efluentes de indústrias conserveiras, chegando-se a un acordo con Calvo para instalar na sua factoría un reactor piloto experimental. Os resultados, recollidos nunha Tese de Doutoramento lida en Santiago en Setembro de 1989 (1), presentan-se prometedores no que se refer a eliminación da materia orgánica, con porcentaxes de redución que se sitúan no rango do 80-90%.

No primeiro término a Piscina Aerobia, despois Sala de Máquinas e Controllo, no fondo, o Dixestor e Gasómetro

Ainda así, no efluente permanecen grandes cantidades de elementos nutrientes (fósforo e nitróxeno) e unha fracción pouco biodegradábel de materia orgánica. O tratamento completo destes efluentes requer portanto a combinación de varios métodos de depura-

de DQO no rango 5-8 g/L. Segun os estudos realizados, as características do efluente, unha vez tratado por dixestión anaerobia, serán de aproximadamente 1 g DQO/L e 0.6 g NH₃/L.

O proceso global consta de cinco unidades de trata-

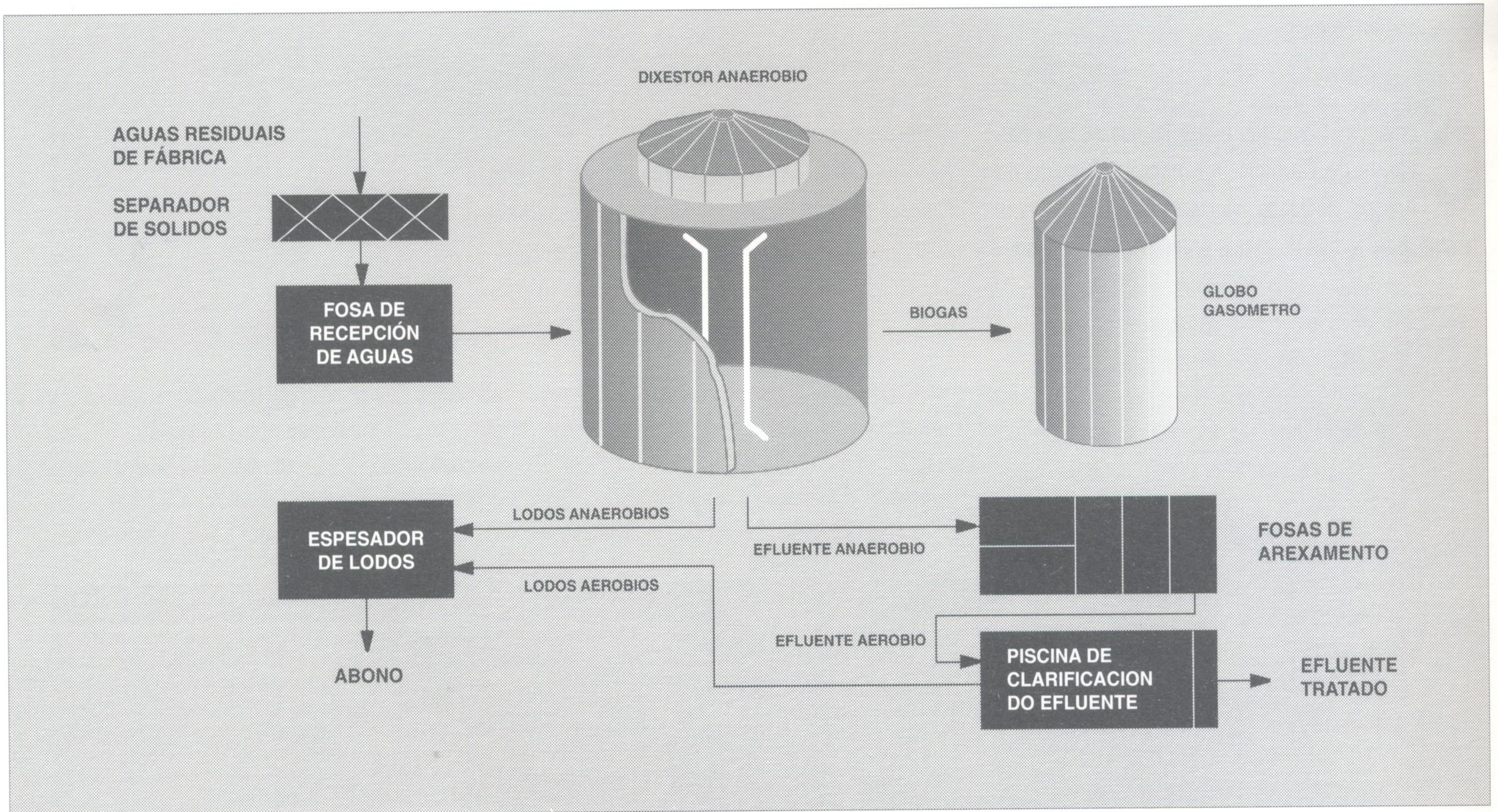


Figura 1

ción, dos que a dixestión anaerobia sería o núcleo, permitindo eliminar a maior parte dos contaminantes de forma económica e competitiva.

A nova planta de tratamento de efluentes.

Con base no anterior, Calvo contratou a instalación dunha depuradora a unha empresa de enxeñería austríaca, que apresentou unha proposta de tratamento biolóxico en dúas etapas: inicialmente unha etapa de dixestión anaerobia, e a continuación un tratamento intensivo en fosas de arexamento. O proceso completa-se cunha separación previa de sólidos "grosos" e unha piscina de decantación e clarificación final, segundo o esquema da Figura 1.

Ao reactor anaeróbio entra un caudal que pode variar entre os 250-450 m³/día, cunha concentración

mento: I) Separador de sólidos, II) Dixestor anaeróbio (Fosa de recepción de 150 m³, dixestor de 950 m³), III) Fosas de arexamento (dixestión aerobia, 675 m³), IV) Clarificador final do efluente (250 m³), e V) Espesador de lodos (325 m³). Este proceso de tratamento non require a adición de substancias químicas. Os únicos gastos de operación son os de calefacción do dixestor anaeróbio, o bombeo dos efluentes e o bombeo de ar ao reactor de arexamento, para o que se prevé suficiente a utilización o biogás producido. O sistema completa-se con un grupo electróxeno (50 Kw/hora), sistema de caldeiras e unha sala de control automatizado.

Outros efluentes de menor carga orgánica, como son as augas pluviais e os condensados de vapor non reciclados envíanse directamente ao tratamento aeróbio, que rebaixarán as concentracións anteriores. No reactor de arexamento preve-se a eliminación da maior parte desta DQO residual (de máis difícil biode-

gradabilidade) e a eliminación do amoníaco. No proceso aeróbio, de arexamento por bombeio de ar, os microorganismos converten a materia orgánica en CO₂ e lodos. Simultaneamente, o amoníaco é transformado en nitrato, que posteriormente debe ser convertido en nitróxeno gaseoso. Esta última etapa, consistente nun proceso biolóxico de desnitrificación, requer unhas condicións de control da concentración de osíxeno disolto, o que se pode conseguir mediante unha recirculación na fosa de arexamento.

O sistema que Calvo ven de pór en marcha (actualmente en fase de arranque) significa a depuración integral por métodos biolóxicos dos efluentes da conserveira, eliminando a maior parte da materia orgánica e os elementos nutrientes (nitróxeno, fósforo, enxofre). Porén, o proceso de nitrificación/desnitrificación previsto presenta algúns problemas para o seu funcionamento coa eficacia requirida, de forma que pode resultar un efluente con elevado contido en nitratos e/ou amoníaco. Segun informacións do responsable da planta, Luciano Calvo, a construción desta planta de tratamento de efluentes residuais ten un custe último de 110 millóns de pesetas, prevendo-se unha elevada rendabilidade en comparación co sistema químico-físico antes utilizado. Isto é posíbel grazas ao aforro en produtos químicos (a actual planta non requir de ningún aditivo, prevendo-se unha autonomía enerxética através da combustión do biogás, fronte a 6 millóns de ptas/ano en leitada de cal e outros reactivos no caso do tratamento químico-físico). Por outro lado, o novo sistema funciona de forma totalmente automatizada, con un máximo de meia xornada laboral para operacións de control e seguimento, fronte as dúas xornadas necesarias para o funcionamento diario do proceso químico-físico.

Outro aspecto sinalado é a utilidade que os lodos teñen como abono agrícola, atinxindo-se unha produción de 300-350 toneladas anuais. A este respecto, os lodos da depuración biolóxica deste tipo de efluentes son dunha elevada fertilidade e calidade, altamente estabilizados e de fácil manexo.

A aplicación da dixestión anaeróbia aos efluentes residuais dunha conserveira.

A dixestión anaeróbia é un método de tratamento biolóxico de efluentes de carácter orgánico, consistente na degradación da materia orgánica por diferentes microorganismos (bactérias) que se realiza en ausencia de osíxeno e nunhas condicións específicas de pH (6.5-8) e temperatura (30-38 °C). Os microorganismos implica-

dos encarregan-se de degradar as diferentes substancias orgánicas, asimilando-as para orixinar un biogás (mistura de metano e dióxido de carbono) e un lodo orgánico formado pola masa de microorganismos. Un 85-90% da materia orgánica dedica-se a produción de

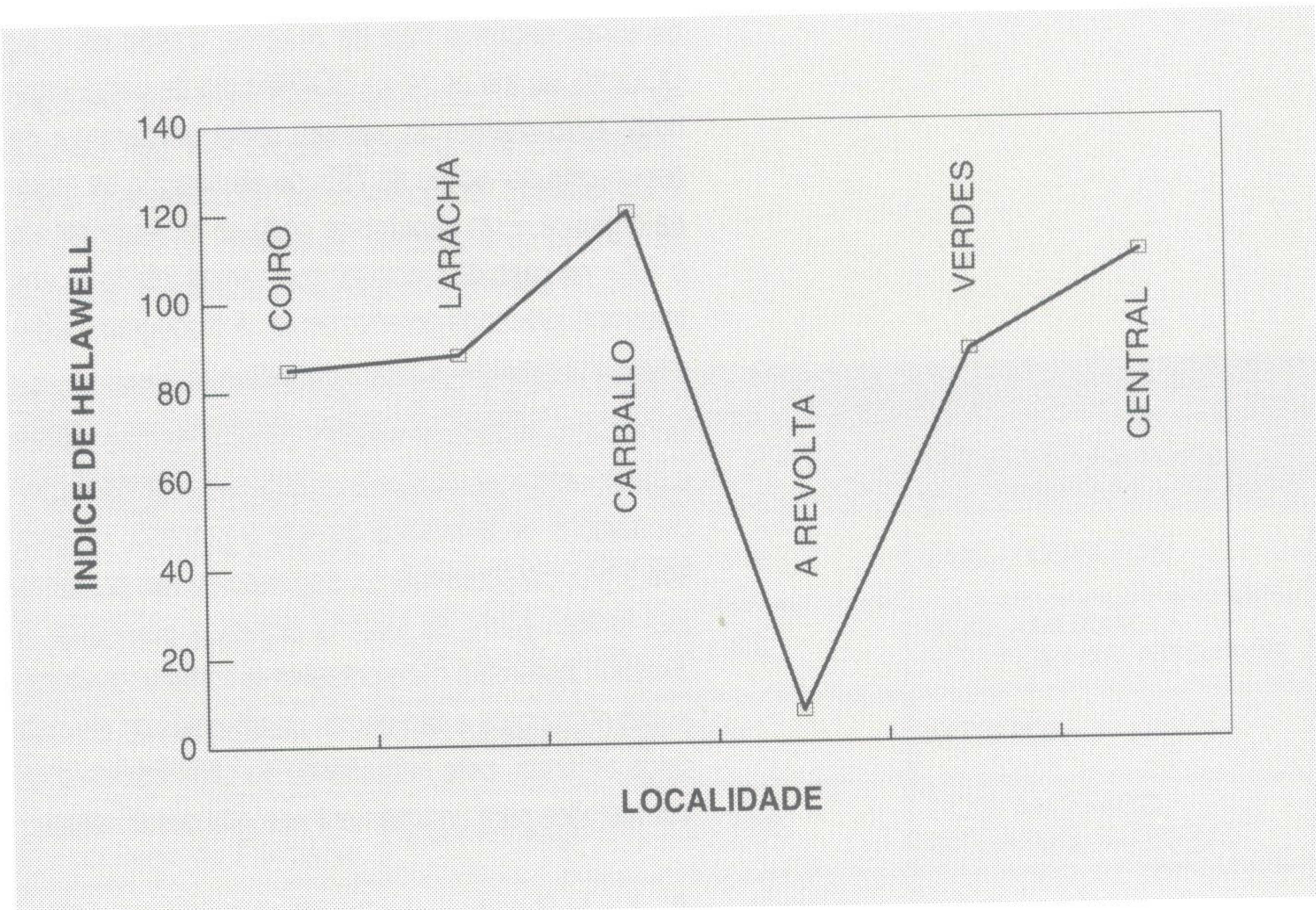


Figura 2

biogás, mentres que ao lodo vai parar o outro 10-15%. O biogás ten unha importante utilización enerxética, xeralmente aplicado a calefacción do reactor), mentres que os lodos anaeróbios, que ademais de materia orgánica, teñen unha alta concentración de minerais, poden ser utilizados como fertilizante.

No traballo de Tese de Doutoramento intitulado "*Tratamiento por digestión anaeróbia de los efluentes del procesado industrial de túnidos*" (1), acomete-se primeiramente unha caracterización dos efluentes xerados na factoría de Calvo (Carballo), atendendo a carga orgánica, composición química e caudais das diferentes correntes residuais. Os resultados indican que se xeran uns 4000 m³ semanalmente, con unha carga orgánica de 10000 kg DQO/semana. A distribución desta carga orgánica non é igual para todas as correntes xeradas, existindo algunhas, como o son as augas de esterilización, que non aportan carga orgánica, mentres que aportan máis do 50% do caudal. Así, fronte a unha DQO media de 2.5 g/L, algunhas correntes superan este valor, atinxindo no caso dos efluentes dos cocedores de atun os 50 g DQO/L.

O mencionado traballo continua coa experimentación en reactores de laboratorio e nunha planta piloto instalada na propia fábrica, acerca do tratamento por dixestión anaerobia da corrente procedente dos cocedores, que supón un 65% da carga orgánica con tan só un 3% do caudal. A capacidade de tratamento obtida varia segun o tipo de reactor, desde os 3 kg DQO/m³.dia até os 12 kg DQO/m³.dia de carga orgánica, pero mantendo sempre unha porcentaxe de depuración por encima do 75% de eliminación de materia orgánica. Esta depuración pode-se incrementar até o 90%, no caso de funcionar con cargas inferiores aos máximos indicados anteriormente. A biodegradabilidade resulta elevada, superior sempre ao 95%.

Un aspecto importante a ter en conta á hora de avaliar o tratamento anaerobio, é a aparición de elevadas concentracións de amoníaco durante o proceso, superior aos 5 g/L, consecuencia da degradación das proteínas que forman parte da materia orgánica eliminada. A dixestión anaerobia cabe presentá-la como un pretratamento eficaz para a depuración de efluentes de elevada carga orgánica, pero necesitando da combinación doutros métodos para un tratamento integral dos efluentes.

A calidade das águas do río Anllóns.

"*Observa-se un forte deterioro da calidade do río debido aos vertidos urbanos e industriais da poboación de Carballo*". Así se resumen os resultados dunha investigación realizada por unha equipa da Universidade de Santiago (2). Os resultados desta investigación, expostos dunha forma máis detallada, son os seguintes:

- 1) Na cabeceira do río, até a zona urbana de Carballo mantén-se unha boa calidade da água.
- 2) A altura da Revolta, águas abaixo de Carballo, todos os parámetros químico-físicos determinados indican que se trata de águas altamente contaminadas. Pode-se afirmar que dita contaminación é producida polos vertidos de águas residuais de Carballo e polos vertidos das indústrias localizadas nas proximidades da Revolta. Trátase de vertidos de alto contido en materia orgánica, fosfatos, cloruros, nitritos, amoníaco e acidez.
- 3) No tramo final (Verdes-Ponteceso), o río mellora encanto a calidade, aínda sen atinxir nunca a do tramo de cabeceira. A mellora é gradual ao alonxar-se de

Carballo, debido en parte a capacidade autodepuradora do río e ao aporte de águas non contaminadas procedentes do río Rosende e outros afluentes de menor importancia.

A seguinte tabela recolle as concentracións medias para algúns contaminantes presentes nas águas do río Anllóns á altura da Revolta, en comparación cos valores indicados na lexislación europea. Vemos que para a maioría destes parámetros se superan os valores máximos que permiten a vida normal dos peixes.

Parámetro	Anllóns (A Revolta)	Legislación (*)
Nitratos	234,4	100
Amoníaco	1,277	0,5
Fosfatos	0,763	2,15
DQO	5,9	5

(*) Directiva do Consello de 16 de xuño, 1975

Nun estudo da influencia biolóxica desta situación de contaminación, determinou-se o índice de Helawel en dous mostreos realizados durante o ano 1988 (3). Este índice (medido en función dun conxunto de microorganismos, organismos clave, neste caso os macroinvertebrados bentónicos) é representativo da calidade e diversidade biolóxica que presenta o meio acuático. Os resultados, recollidos na Figura 2, reflicen a forte contaminación que se dá no Anllóns á altura de Carballo: no punto correspondente á Revolta, a água clasifícase como "**fortemente contaminada (clase V) cunha biocenose totalmente improbecida, e rozando a ausencia total de vida**".

BIBLIOGRAFIA

- (1) "*Tratamiento por digestión anaerobia de efluentes del procesado industrial de tñidos*". Tese de Doutoramento, M.C. Veiga, Universidade de Santiago de Compostela, Setembro de 1989.
- (2) "*Calidad de las aguas del río Anllóns. I. Parámetros Químico-físicos*". J.M. Antelo et al. *Tecnología del Agua*. No 65, pp. 33-42. 1990.
- (3) "*Calidad de las aguas del río Anllóns. III. Índice biológico de calidad*". J.M. Antelo et al. *Tecnología del Agua*. No 69, pp. 57-61. 1990.

ESTUDO DA CONTAMINACION NOS RIOS SAR E SARELA

Manuel Soto, Mercedes Monteagudo e Josefina Fabeiro

Introdución

Hoxe en día non é necesario recorrer a análises químicas para apreciar a contaminación que sofre o río Sar. Resulta suficiente con achegarnos ás marxes do río para perceber toda caste de desperdicios, fortes olores a alcantarilla, falta de claridade nas águas e, en xeral, un deterioro ecolóxico máis que evidente.

Con esta situación, as protestas dos veciños-as repiten-se periodicamente e, xunto aos medios de comunicación, denuncian a contaminación e a pasividade das autoridades unha e outra vez. Porén, a situación non semella tan coñecida de todos, cando os responsábeis municipais se atreven a dicir publicamente que o saneamento do río Sar é xa un feito, afirmando que se existe aínda algun vertido sen depurar ao río, sería o procedente de outros Concellos. A falta de información detallada sobre a situación real do río e a necesidade de investigar e clarear a orixe da contaminación levaron-nos á realización do presente estudo.

Na Tabela 1 presenta-se unha revisión da bibliografía existente acerca da calidade das águas do río Sar. Estes estudos, que forman parte de Teses de Doutoramento realizadas na Universidade de Santiago, indican claramente que se trata dunha contaminación procedente do vertido de águas residuais urbanas sen o debido tratamento. A materia orgánica (DQO), o amoníaco e os fosfatos encontran-se en concentracións que superan case sempre os límites establecidos pola lexislación para diferentes usos.

Santiago contaba xa nos anos 70 cunha depuradora situada en Ponte Pedriña, insuficiente para o tratamento dos vertidos da cidade. A forte contaminación en diferentes puntos tanto do río Sar como do Sarela indica-nos que moitos dos vertidos nen sequer eran recollidos pola rede xeral de alcantarillado. No 1982 construíuse a depuradora nova na Silvouta, a uns 5 km do sul da cidade. O colector xeral prolonga-se até A Silvouta. Como consecuencia da insuficiente capacidade da nova depuradora, desde un comezo parte das águas

residuais se verten directamente ao río á altura da Silvouta, sen nen sequer pasaren pola depuradora. Así, o que realmente se conseguiu foi trasladar parte do problema do entorno de Santiago a un punto máis alonxado, ampliando-se a zona contaminada do río.

CONTAMINACIÓN NOS RIOS SAR E SARELA (1975-1990)		
CENTRO RESPONSAVEL DO ESTUDIO	RIOS/DATA	SITUACION. Parámetros que superan os límites legais
Dpto. Química Analítica Facultade de Química	Sar-Sarela (Santiago) 1976	DQO, FOSFATOS
Dpto. Bromatoloxía Facultade de Farmacia	Sar-Sarela (Santiago) 1978	DQO, AMONIACO, FOS FOSTOS, NITRATOS
Dpto. Bromatoloxía Facultade de Farmacia	Sar (Ponte Pedriña) 1979	NITRITOS
Dpto. Bromatoloxía Facultade de Farmacia	Sar (Santiago-Silvouta) 1983	DQO, AMINIACO, NITRATOS, NITRITOS
Dpto. Química Analítica Facultade de Química	Sar-Sarela (Santiago-Silvouta) 1983	DQO, FOSFATOS
Dpto. Química Analítica Facultade de Química	Sar (Santiago-Padrón) 1984	DQO, FOSFATOS
Dpto. Química Física Facultade de Química	Sar-Sarela (Santiago-Padrón) 1986-1987-1988-1989	DQO, AMONIACO, FOSFATOS

TABELA 1

A permanente contaminación dos ríos Sar e Sarela durante os últimos 15 anos reflexa-se nos estudos analíticos realizados pola Universidade de Santiago.

Pontos e datas dos mostreos realizados

Depois dunha primeira tanda de análises realizada en marzo do 88 antes e depois da Silvouta e tras un mellor coñecimento da situación dos ríos e dos vertidos que van parar a el, decidimos ampliar a análise das águas, abarcando desde o nacemento do río, ao seu paso polos barrios de Santiago, e chegando máis alá da depuradora da Silvouta, até Bertamiráns e Sisalde.

No 1990 realizou-se unha análise máis pormenorizada, de febreiro a outubro, nun total de 11 puntos. Na Tabela 2 mostra-se a localización dos puntos de mostreo e as datas en que se realizaron.

A efectos dunha mellor exposición dos resultados, consideramos tres zonas diferentes do río:

Zona 1: Comprende desde o nacemento do río até a súa entrada nos bairros de Santiago, concretamente até a Ponte de Sar. Esta zona caracteriza-se pola ausencia de contaminación e de vertidos de importancia, se ben tivemos noticias e comprobación de fortes vertidos de carácter ocasional na zona de Fontiñas-Sar, pero que non se rexistan nas análises realizadas.

Zona 2: Comprende o tramo de río que atravesa os diferentes bairros de Santiago e se prolonga até Brandia. Xusto a continuación da Ponte de Sar, a carón da Colexiata, ten lugar o vertido directo dunha alcantarilla. Río abaixo poden-se encontrar outros puntos de vertido directo ao río, procedente xeralmente dos bairros colindantes, pola falta de colectores que conduzan as águas residuas ao colector xeral. Como consecuencia das deficiencias que presenta o colector xeral que transcorre próximo ao río, teñen lugar grandes vertidos periódicos que agravan a situación.

Zona 3: Apartir da Silvouta río abaixo. Se ben se dispoñen de análises que mostran a prolongación da contaminación até muito abaixo, remitiremo-nos a zona A Silvouta - Sisalde, onde se vé claramente o efecto dos vertidos das águas residuais á altura da depuradora da Silvouta.

Tabela 2.

PONTOS DE MOSTREO		
ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
P1: Rúa Muiña P2: Fonte Viso P3: Bairro Sar	P4: Pte. Pedriña P5: Pte. Rocha P6: Pte. Tarandeira P7: Brandia	P8: A Silvouta P9: Lapido P10: Bertamiráns P11: Sisalde
DATAS DE MOSTREO		
D1: 08-03-88, D2: 22-02-90, D3: 22-03-90, D4: 23-03-90, D5: 18-07-90, D6: 30-07-90, D7: 10-09-90, D8: 29-10-90, D9: 08-11-91, D10: 30-11-91		

Parámetros analisados

Os parámetros analisados son aqueles que poñen de manifesto e cuantifican a contaminación orixinada por águas residuais urbanas: pH, Sólidos en Suspensión Totais (SST) e Voláteis (SSV), Demanda Química de Oxíxeno (DQO), Nitróxeno Amoniacal (NH₄⁺-N), Fosfatos (PO₄³⁻-P), Nitratos (NO₃⁻), e Absorbancia no

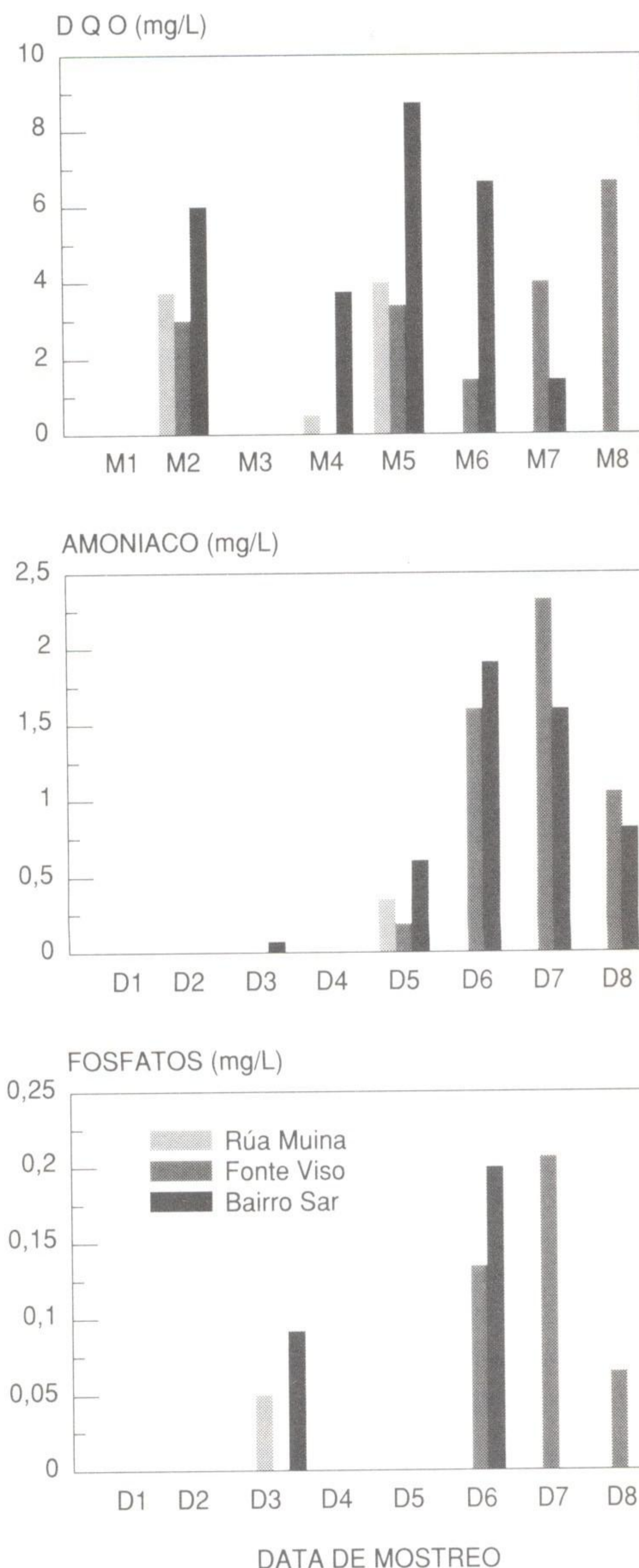


Figura 1. Situación do río Sar no seu tramo anterior ao bairro de Sar: águas de calidade aceptábel durante a maior parte do ano, con indicios de contaminación durante o verán.

Ultravioleta a 275 nm (ABS 275). Nos primeiros mostreos analizaron-se outros parámetros como sulfatos e cloruros, pero que consideramos de pouca incidencia por se acharen dentro dos rangos considerados habituais en águas fluviais.

Resultados: situación do río nas diferentes zonas

As Figuras 1, 2, e 3 mostran os resultados das análises máis significativas, para as zonas 1, 2 e 3, segun

a clasificación que fixemos máis arriba. Omitiremos os valores de pH por cuanto sempre se achavan dentro do rango estipulado como normal.

A situación do río antes de entrar en Santiago (Zona 1, Figura 1) resulta aceptábel, tanto a respecto da concentración de materia orgánica como de amoníaco e fosfatos. Non obstante, aprecia-se un incremento considerable na concentración de amoníaco e fosfatos durante os meses de xullo-setembro. No 90, estes meses foron mui secos, de forma que o caudal do río se viu achicado. O incremento da concentración destes componentes deve-se á existencia de vertidos de casas ailladas e á acumulación de lixo biodegradavel pola falta de limpeza do río.

Cando pasamos a zona 2 (Figura 2), as concentracións de materia orgánica e nutrientes multiplica-se por dez. A DQO supera sempre os 10 mg/L, e atinxe nos meses de verán concentracións que van desde 30 a 80 mg/L. A respecto da concentración de amoníaco e fosfatos, durante a maior parte do anos manteñen-se en torno ao límite indicado para a vida acuática, uns 0.6 mg/L de amoníaco e 0.2-0.3 mg/L de fósforo. Porén, nos meses de verán a situación do río en diferentes bairros de Santiago é de total putrefacción, con concentración de amoníaco no rango de 6-12 mg/L (con valores de até 50 mg/L).

Xeralmente a contaminación nesta zona decrece río abaixo (de Pte. Pedriña a Brandia), mais sen recuperar nunca as condicións adecuadas.

A zona 3 comeza con un punto de mostreo situado 100 m río abaixo da localización da depuradora da Silvouta. Neste punto atinxen-se sempre as cuotas máis altas de contaminantes, tanto se miramos río abaixo (Figura 3) como río arriba (Figura 2). Curiosamente, as concentracións de materia orgánica, amoníaco e fosfatos, están sempre dentro do rango especificado para as águas residuais de Santiago. De forma aproximada poderíamos considerar que neste punto o caudal médio do río resulta mui similar ao caudal de efluente residual. Podemos clasificar, sen lugar a erro, que se trata dunha alcantarilla a ceu aberto. Polo demais, unha simple inspección visual así o confirma.

Os valores médios de DQO, amoníaco, fosfatos e sólidos en suspensión nesta zona do río resultan de 150, 6, 0.9 e 70 mg/L respectivamente. Apartir da Silvouta, o río actua como unha verdadeira depuradora durante un tramo de máis de 10 km (A Silvouta-Bertamiráns),

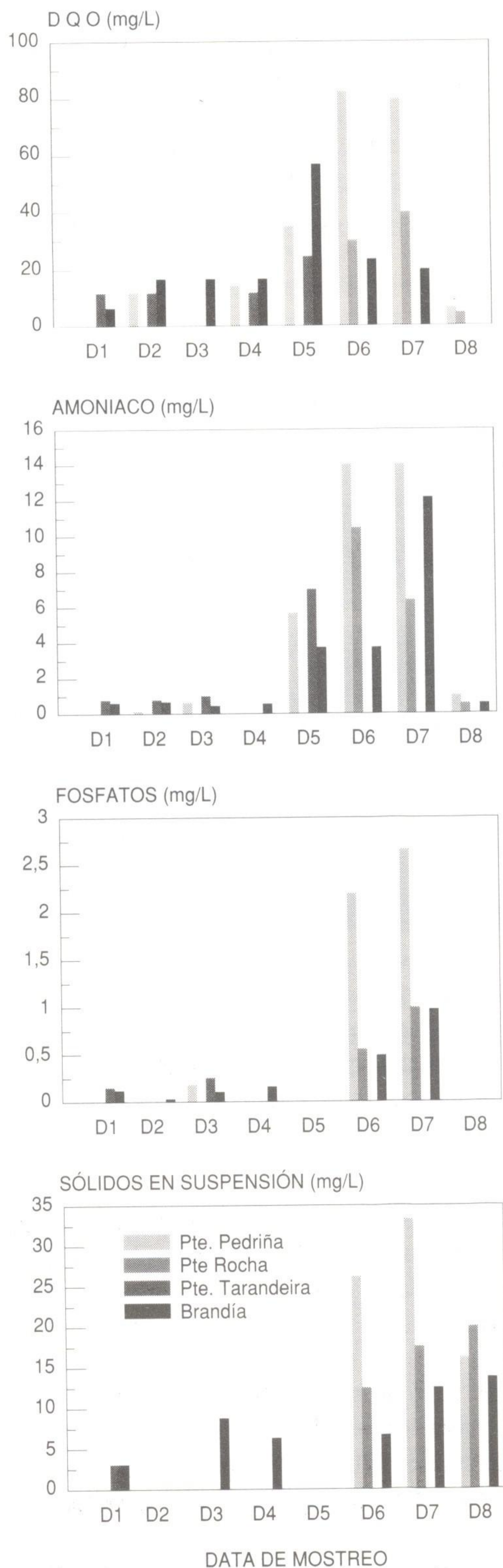


Figura 2. Situación do río Sar na zona 2: Apartir do bairro de Sar existen elevadas concentracións de contaminantes, de forma máis acusada nas datas de verán, consecuencia directa do vertido directo de águas residuais sen depurar ao río.

mais sen chegar ao nivel que resultaría necesario para manter unhas condicións adecuadas para a vida dos peixes. Se a DQO se reduce rapidamente entre A Silvouta e Bertamiráns para situar-se no nivel dos 15-20 mg/L, a concentración de amoníaco mesmo se incrementa, como consecuencia da degradación de substancias protéicas. A concentración de amoníaco



en Bertamiráns-Sisalde supera xeralmente os 5 mg/L, atinxindo mesmo valores de 15 mg/L. Resulta importante resaltar aquí que no tramo A Silvouta-Lapido non se producen vertidos adicionais, por tratar-se dunha zona predominantemente forestal, sen poboacións nen industrias próximas.

Un aspecto importante da situación do río nesta zona é o alto contido de sólidos en suspensión, con valores que van de 50 a máis de 100 mg/L. Este parámetro é o que máis rapidamente decrece río abaixo, debido a súa deposición sobre o leito do río. Isto implica que o leito do río, entre A Silvouta e Lapido, se ache completamente recoberto dunha capa de lodo de varios cm de espesor, en estado de putrefacción, ao tratar-se de sólidos de carácter orgánico (60-80% de voláteis).

A situación actual do río Sar

Na Figura 4 presentamos os perfís do río Sar, ao longo do seu percorrido polas diferentes localidades, en forma de valores médios correspondentes ao inver-

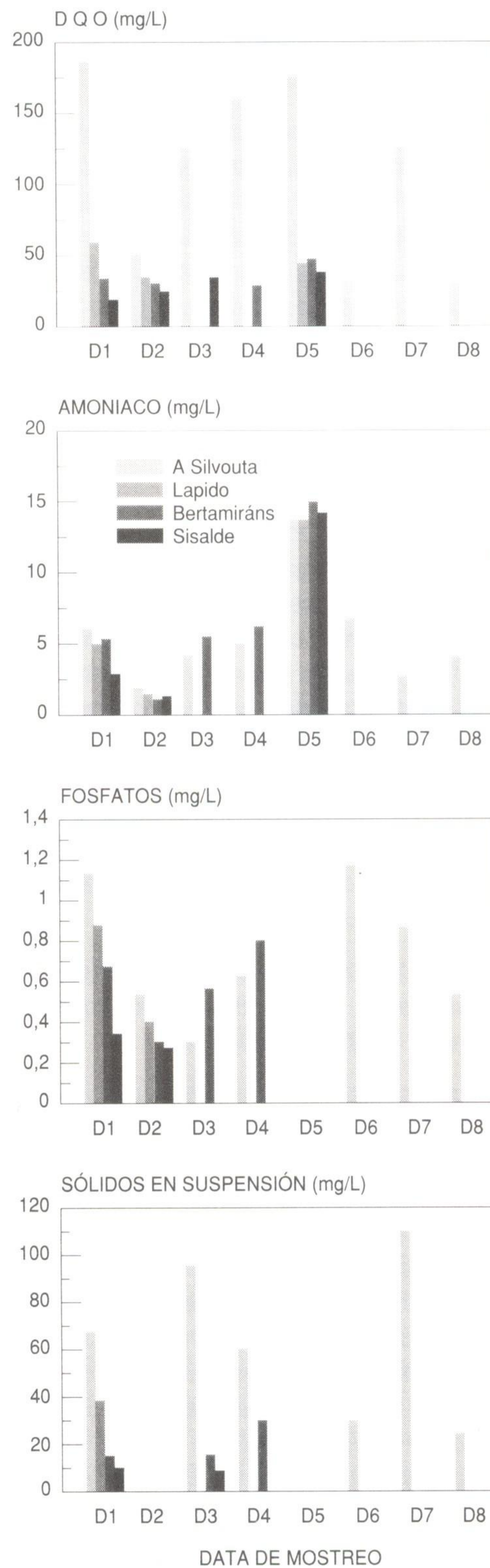


Figura 3. Situación do Sar na zona 3: a elevada contaminación no término da Silvouta foi unha constante durante os últimos anos, sen notar-se grandes variacións estacionais. A polución reduce-se progresivamente río abaixo, pero sen atinxir-se unha total recuperación do río.

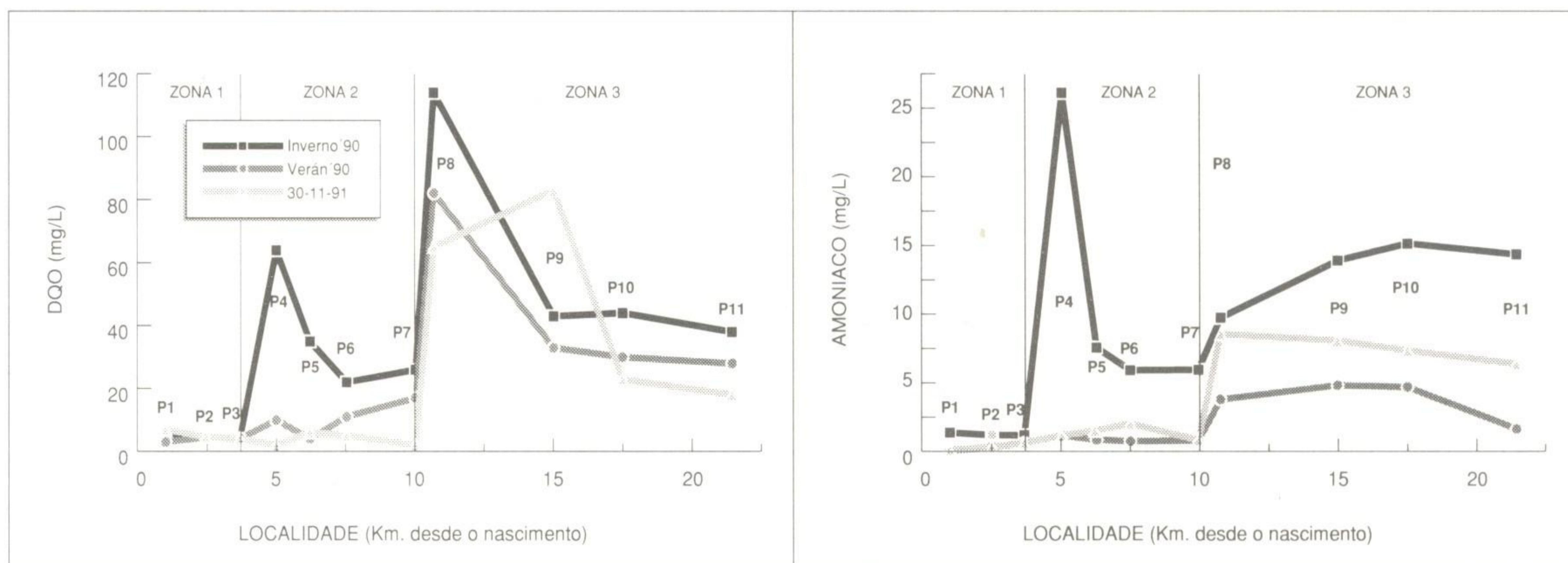
no (datos de mostreo D2, D3, D4 e D8) e verán (D5, D6 e D7) de 1990, conxuntamente con un recente mostreo (inverno de 1991). Podemos apreciar que a situación afinais de 1991 non ten mellorado en nada, senón que mesmo empiorou a respecto dos meses chuvosos do ano anterior.

Os perfís de DQO e amoníaco diferencian claramente as tres zonas afectadas en distinto grao polos vertidos. Pode-se apreciar tamén o contraste existente entre o verán (período de secas, con baixo caudal no río) e o inverno (período de chuvas e elevado caudal, que multiplica varias veces o correspondente ao verán, princi-

tadas día a día polo contínuo incremento da poboación e das novas urbanizacións nos barrios periféricos.

Pero non se trata unicamente dun problema de capacidade da depuradora, senón tamén dunha concepción deficiente da mesma. Isto último está en relación ao tipo de tratamento aplicado na Silvouta. Actualmente realiza-se un tratamento primario (para a eliminación dos materiais en suspensión) e un tratamento secundario (para a eliminación da materia orgánica en disolución). Estes métodos non resultan eficientes na eliminación do amoníaco nen dos fosfatos, presentes en grandes cantidades nos efluentes

Figura 4. Perfís de contaminación no río Sar encanto a materia orgánica (DQO) e a amoníaco. Comparan-se os valores médios dos mostreos de inverno e verán (1990) con un mostreo de inverno (30 de Novembro de 1991) realizado tras a ampliación da depuradora. Pode observar-se que a contaminación non ten descendido no que vai do inverno de 1990 a 1991, polo que a ampliación da depuradora continua resultando insuficiente. A situación agravará-se nos meses de verán, e nas épocas de seca.



palmente nos primeiros tramos do río), encanto a nivel de contaminación. Así, durante o verán dá-se un forte incremento da contaminación na zona dos barrios de Santiago (zona 2), mentres que no tramo A Silvouta-Sisalde (zona 3) o nivel de contaminación resulta non só superior senón permanente durante todo o ano. Nesta última zona, o caudal do río é elevado e máis constante, pero tamén o aporte de augas residuais procedentes da depuradora da Silvouta.

A ampliación da depuradora, insuficiente para un tratamento completo dos vertidos

A ampliación da depuradora realizada durante a primavera e verán de 1991 consistiu na construción dun reactor adicional, similar ao xá existente, pero que unha vez máis ten resultado insuficiente para o tratamento dos efluentes residuais de Santiago.

As razóns desta insuficiencia claramente posta de manifesto polas últimas análises realizadas, están, en boa medida, na deficiente programación por parte do Concello. As actuacións do Concello van claramente por atrás das necesidades de depuración, incremen-

residuais urbanos. Tampouco supoñen unha desinfección das augas, de forma que a contaminación bacteriana entra e sai da depuradora sen ver-se afectada.

Consideramos, portanto, que é necesario completar o tratamento que se realiza na Silvouta, introducindo o denominado tratamento terciario, imprescindible cando se requere unha profunda depuración dos vertidos. Este é o caso que nos ocupa, no que o caudal de augas residuais vertido supera durante unha boa parte do ano ao propio caudal do medio receptor. Nestas condicións, non decidir-se a un tratamento integral das augas residuais urbanas supón condenar ao río Sar a unha situación de contaminación permanente.

A contaminación do río Sar e a lexislación actual

Xuntamente con algúns parámetros indicadores da calidade da auga do río Sar, na Tabela 3 recolleemos

asimesmo os correspondentes valores máximos contemplados na Lei de Aguas de 1985 (R.D. 927/1988, do 29 de xullo).

Tabela 3.

A) PARÁMETROS DE CALIDADE DO RIO SAR (Média de dúas análises en novembro de 1991)*			
ZONA I	I	II	III
Sólidos en suspensión	4	6	27
DQO	5	7	39
Amoniaco	0,33	1,02	5,65
Fosfatos	0,12	0,44	1,18

* A situación é moito peor durante o verán

B) LEXISLACIÓN ACTUAL. Lei de Augas de 1985 (R.D. 927/1988 do 29 de xullo)			
	Potabilización	Vida Acuática	
	A1-A3	SALMONIDOS	CIPRINIDOS
Sólidos en suspensión	25 (A1)	25	25
DBO *	3-7	3	6
DQO **	30 (A3)	-	-
Amoniaco	0,5-4	0,2	0,4
Fosfatos	0,17-0,31	0,78	0,78

* DBO: Demanda Biolóxica de Oxixeno. ** DQO: Demanda Química de Oxixeno.

Apartir destes datos podemos facer-nos unha idea da calidade das augas do río Sar, por comparación dos parámetros que describen a situación actual do río (Tabela A) cos valores máximos permitidos para diferentes usos (Tabela B). Os valores correspondentes a potabilización indican as condicións requiridas para que a auga se poda tornar potábel mediante un tratamento simple (A1) ou mediante un tratamento moi intenso (A3). Vemos que na zona entre A Silvouta e Sisalde non se pode potabilizar, nen no caso de aplicar o tratamento máis intenso. A respecto das condicións de vida para os peixes, as concentracións de amoníaco e fosfatos superan os valores lexislados, tanto para salmónidos (salmón, truita) como para ciprínidos. Na zona III todos os indicadores están por encima dos valores lexislados para os diferentes usos, incluíndo ademais baño e rego. Os parámetros de DQO e DBO son indicativos de contaminación orgánica.

Na referida Lei contempla-se a penalización das accións que, como o vertido de efluentes residuais, afecten ao equilibrio ecolóxico, a calidade ambiental, e aos intereses de posteriores usuarios do recurso hídrico, obrigando no seu cumprimento por igual a particulares e á administración pública. O infractor debe responder non só dunha posíbel sanción, senón tamén dos custos asociados aos danos orixinados.

O posíbel delito ecolóxico do Concello de Santiago atinxe, tanto aos danos ocasionados no medio ambiente, na situación sanitaria do río e do seu ecosistema,

como aos perxuízos causados a terceiros usuarios potenciais ou reais das augas do Sar, desde os dereitos de particulares que utilizan as augas para o rego até o dereito doutras comunidades a disfrutar dun elemento de primeira necesidade como o é a auga potábel.

Metodoloxía utilizada

Toma de mostra. A pé de río determinou-se a temperatura, mentres que o pH se determinou ben a pé de río nuns casos, ou nas mostras recollidas inmediatamente despois do seu traslado ao laboratorio noutros casos.

Para a determinación dos restantes parámetros recollíase unha mostra de 5 litros de auga do río, e apartir desta, unha mostra de 500 ml. Traslada ao laboratorio, eran realizadas as análises, de ser posíbel de forma inmediata, conxelando as mostras a -18 °C até a realización das análises en caso contrario.

Métodos analíticos. A determinación dos SS, SSV, DQO e fosfatos realizouse segun os procedimentos dados en Standard Methods. O amoníaco determinouse mediante un electrodo selectivo de amónio, calibrado cunha solución de cloruro amónico. Para a medida do pH utilizouse un pH-metro portátil CRISON 506 e un electrodo de vidro.

BIBLIOGRAFÍA

ADEGA-Santiago: «A contaminación dos ríos Sar e Sarela». Informe no Día Mundial de Meio Ambiente. 1990.

APHA-AWWA-WPCF: **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 16th ed. 1985.

Ciisa: «Avance de estudio integral y planificación de los ríos Ulla, Sar y Umia». Informe para a Axencia de Calidade Ambiental de Galiza. COTOP-Xunta de Galicia, 1989.

RODIER, J.: **Análisis de las aguas**. Ed. Omega. Barcelona. 1981.

VV.AA.: «Parámetros generales de las aguas de las cuencas del Tambre y del Ulla». Informes do Dpto. de Química Física nos anos 1986, 1988 e 1989. Universidade de Santiago de Compostela.