

L'IMPACTE AMBIENTAL DELS ABOCADORS DE RESIDUS ASSIMILABLES ALS URBANS. MÈTODES DE DETECCIÓ I CORRECCIÓ

per

J. FELIUBADALÓ

Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus

RESUM

Després d'una introducció dedicada a centrar l'exposició en l'impacte ambiental dels abocadors de residus industrials assimilables als urbans, es descriuen diversos mètodes de detecció, control, prevenció i correcció dels diversos tipus d'impacte sobre el paisatge, l'atmosfera i les aigües, i també dels impactes deguts a incidents (incendis).

Es descriu també un mètode poc conegut de seguiment de l'activitat interna dels abocadors.

MOTS CLAU

Impacte ambiental, residu industrial, gasos, contaminants, aigües superficials i subterrànies, emissió, immissió, captació, anàlisi.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. *Definició d'impacte ambiental. Classificació dels impactes*

A causa probablement de la relativa inconcreció del tema, no existeix una definició acceptada generalment de l'impacte ambiental; tanmateix, i només a l'efecte de centrar el tema de la ponència, es pot proposar com a definició de l'impacte ambiental d'una matèria o d'una activitat la del "conjunt

d'alteracions, positives i negatives, que sofreixen els diversos factors que configuren el medi ambient a conseqüència de la presència de la matèria o el desenvolupament de l'activitat”.

Els impactes ambientals (o els diversos aspectes de l'impacte ambiental) poden classificar-se, entre d'altres criteris, d'acord amb els que segueixen:

– D'acord amb el factor afectat: sobre el paisatge, el microclima, la gea, l'atmosfera, les aigües, la vida, etc.

– D'acord amb llur durada, en permanents i transitoris.

– D'acord amb llur qualitat, en positius i negatius.

– D'acord amb llur possibilitat de correcció, en reversibles i irreversibles.

Òbviament, en el cas dels dos darrers criteris caldria parlar d'una gradació contínua de la característica enunciada, més aviat que de dos extrems.

1.2. *Definició de residu industrial assimilable als urbans. Denominacions alternatives*

La definició de R.I. assimilable als urbans, sobre la qual es fa la mateixa observació que sobre la d'impacte ambiental, pot ser una definició “residual” (en el sentit *legal*) o per exclusió: així, són residus industrials assimilables als urbans els que, no essent especials segons la definició que en doni la normativa aplicable en cada cas, no són tampoc inerts en el sentit *tècnic* del terme. Dit altrament, seran assimilables als urbans els residus industrials que, no arribant als nivells de toxicitat, reactivitat, explosivitat, combustibilitat o susceptibilitat de despreniment de substàncies tòxiques i/o perilloses que fixa la normativa vigent per considerar-los especials, són susceptibles d'interactuar entre ells, amb el terreny si hi han estat incorporats, o amb substàncies d'aportació externa, donant lloc a impactes ambientals negatius.

Bons exemples d'aquest tipus de residus són els papers, cartrons, restes de fusta, tèxtils, cautxú, plàstics, etc. Els papers i altres restes de cel·lulòsiques, si es mullen, fermenten i desprenen gasos i lixiviats; tots els residus esmentats són combustibles, i alguns d'ells produeixen per combustió gasos tòxics. Veiem, per tant, que, si bé a ningú no se li acudiria de qualificar-los d'especials, són allò que hom podria anomenar inerts *ma non tanto*.

D'altra banda, i com es pot veure, el mateix nom d'“assimilables als urbans” no és gaire afortunat: aquest tipus de residus és, segons el parer de l'autor, netament diferenciat tant dels residus especials, com dels inerts *strictu sensu*, com dels pròpiament urbans. L'única justificació d'“assimilables als urbans” és que, de tots els tipus de residus industrials, aquests són els únics susceptibles en alguna mesura de tractament conjunt amb aquells.

Aquesta qüestió, aparentment banal i d'importància només acadèmica o terminològica, resulta no ésser-ho tant: en efecte, no és el mateix quant a impacte ambiental negatiu, i per consegüent quant a acceptabilitat per la po-

blació afectada (i la que no ho és!), un abocador de residus urbans que un d'“assimilables als urbans” (i, és clar, que un d'especials i que un d'inerts-inerts).

Seria bo, per tant, segons el parer de l'autor, anar pensant a buscar-los un nom més adient, i, per aportar alguna cosa a aquesta recerca, l'autor proposa aquí el de “residus *semiinerts*”.

1.3. *Altres consideracions generals. Objecte i abast de la ponència*

Després d'aquest preàmbul, aparentment llarg però necessari per tal d'aclarir conceptes sovint confusos, ha arribat el moment de centrar el tema de la ponència: l'impacte ambiental dels *abocadors* de residus *semiinerts* o *assimilables als urbans*, i els mètodes de prevenció, detecció, avaluació i correcció d'aquest impacte.

Tota la resta de la ponència es dedicarà als impactes ambientals negatius; però és just que, abans d'entrar-hi, es deixi clar que també n'hi ha de positius: deixant de banda el fet que qualsevol mètode d'eliminació suposa automàticament un impacte ambiental positiu indirecte (la dràstica disminució de l'abocament incontrolat), l'abocament controlat permet de restaurar a la seva configuració original (o a una altra més adient) molts dels llocs on habitualment té lloc, en especial buits topogràfics d'extracció d'argiles.

2. EL CICLE DELS RESIDUS ASSIMILABLES ALS URBANS. IMPACTE AMBIENTAL DE LLUR ABOCAMENT CONTROLAT. MÈTODES I TÈCNiques DE CORRECCIÓ

2.1. *Definició de cicle. Definició d'eliminació. Eliminació correcta i incorrecta. Mètodes generals d'eliminació correcta: deposició, destrucció i valoració. Exemples*

Malgrat que tampoc no és aquesta una denominació gaire afortunada, perquè *cicle* vol dir recorregut que retorna a l'origen, es dóna aquest nom al recorregut –gairebé sempre obert– dels residus des de llur producció fins a llur eliminació. Aquest “cicle” comprendrà, doncs, en el cas general, la recollida, el transport, la selecció i l'eliminació del residu.

I abans de seguir endavant cal també definir (o almenys intentar-ho) l'*eliminació*. Etimològicament, eliminar ve dels mots llatins “e”, enfora i “limes”, llindar. I, literalment, eliminar és això: “treure's del davant, treure fora del llindar”, els residus.

Però aquest treure's del davant pot fer-se, com tot, de dues maneres: bé i malament. Ho farem bé sempre que amb el procediment d'eliminació no creem un problema més greu que el que preteníem resoldre, i malament en cas contrari.

Per fer-ho bé es presenten tres grans alternatives, amb tots el casos intermedis, híbrids i fronterers que es vulgui: la deposició, la destrucció i la valoració.

Un residu es *diposita* quan, alterant o no les seves característiques físiques però no les químiques, s'emmagatzema en un lloc adient, incorporant-lo al terreny o confinant-lo en estructures subterrànies o d'altres, sense propòsit de destinar-lo a cap ús en un futur previsible.

Un residu es *destrueix* quan, mitjançant una alteració dràstica de les seves característiques químiques, es transforma en una altra substància residual però no nociva o menys nociva que el residu de partida.

Un residu es *valora* quan, amb modificació o sense de llurs característiques físiques i/o químiques, esdevé utilitzable com a matèria primera o producte intermedi de qualsevol procés industrial.

Bons exemples de cadascun són:

- De la deposició, l'abocament controlat.
- De la destrucció, la incineració.
- De la valoració, el reciclatge del vidre usat.

2.2. *Impacter de la deposició o abocament controlat. Introducció. Mètodes de prevenció i correcció*

Centrat, doncs, el tema i definits el conceptes que hi intervenen, tot seguit es passa a l'estudi, més o menys aprofundit segons llur importància, dels diversos impactes ambientals de l'abocament controlat dels residus assimilables als urbans, així com dels mètodes de prevenció i correcció dels mateixos.

2.2.1. *Impacte sobre el paisatge i els factors que hi són associats*

És evident que un gran abocador produeix alteracions de la topografia de notable importància, així com la destrucció d'extensions considerables de vegetació i l'alteració de l'hàbitat de les espècies animals que les poblaven.

2.2.1.1. *Impacte visual*

D'altra banda, cal fer esment especial de l'impacte visual. La visió dels residus no és agradable (potser perquè ens recorda que la nostra *way of life* té servituds com són la mateixa existència dels residus, els cementiris, els es-corxadors, les presons, etc.)

La *prevenció* d'aquests impactes s'ha de fer en la fase d'*elecció del lloc* i de *projecte*. El lloc elegit hauria de complir aquestes condicions:

- Allunyament de nuclis habitats.
- Topografia que n'amagui la visió des d'aquests nuclis i des de les vies importants de comunicació.

– Absència o escassetat de vegetació i poc valor d'aquesta (tant en el sentit *ecològic* com en l'*econòmic*).

La *correcció* es fa sobretot en la fase de *gestió*, prenent entre d'altres aquestes mesures:

– Establiment (i manteniment!) d'una cortina arbòria si la topografia no permet l'ocultació de la visió.

– Cobriment *diari* dels residus amb terra.

– Evitació de la formació de talussos de residus. Els talussos vistos s'han de formar o recobrir amb terra.

Cal fer notar, a més, que si la configuració final es projecta adequadament i es replanta, l'impacte paisatgístic de l'abocador esdevindrà positiu.

2.2.1.2. *Dispersió de residus lleugers*

Els residus assimilables als urbans contenen proporcions importants de residus lleugers: paper, film de plàstic i retalls tèxtils, bàsicament. L'arrossegament pel vent d'aquests residus dóna lloc a un impacte visual de poca importància intrínseca, però molest i, sobretot, escandalós i d'un gran efecte negatiu sobre la *imatge* de l'abocador.

La *prevenció* és fàcil: recobrir els residus amb terra i, si no s'hi ha prou amb això, instal·lar pantalles perimetrals de xarxa plàstica.

La *correcció*, si l'impacte s'ha produït, és conceptualment fàcil, però laboriosa: recollir els residus dispersats un per un.

2.2.2. *Impacte sobre l'atmosfera. Pols, gasos. Components majoritaris i components traça*

Els impactes sobre l'atmosfera i sobre les aigües presenten una característica que els diferencia de tots els altres, perquè suposen, a diferència d'aquests, transferència de contaminació a un medi receptor i vehiculant, que la transporta i l'estén a punts de fora de l'abocador, transport i extensió que són sovint de control i correcció difícils.

Els factors que cal considerar en l'impacte sobre l'atmosfera són la pols i els gasos. D'aquests darrers, són molt diferents quant a importància, efectes, i mètodes de detecció, prevenció i correcció els referents als components majoritaris dels gasos emesos i els que es refereixen als components minoritaris o "traça".

2.2.2.1. *Dispersió de pols*

Els residus assimilables als urbans contenen proporcions de fins minerals que poden arribar al 30%. A més, llur composició és d'allò més variada: fins de sorres, de calç, de margues, d'argiles, de terres de fosa ... i també pols d'amiant.

L'altra font de dispersió de pols és el trànsit de vehicles per l'abocador. El de la dispersió de pols és un problema d'importància no pas negligible. Vegem-ne les possibles conseqüències:

- Malalties "professionals" dels treballadors i de la població veïna.
- Afectació del rendiment i de la vida útil de la maquinària de l'abocador.
- Greus molèsties per a la població veïna.
- Dany a la imatge de l'abocador (i, per extensió, al mateix concepte d'abocament).

Òbviament, la dispersió de pols no admet mesures *correctives*; sí que n'admet, però, de *preventives*:

- Elecció per a la instal·lació de l'abocador de llocs arrecerats, si això és possible, i en els quals els vents dominants es dirigeixin a zones despoblades.
- Recobriment dels camins de l'abocador amb mescla asfàltica, grava, runa o cendra d'incineradora; si tot això no és possible, reg dels camins.
- Exigència que els residus polsosos vinguin embalat en material resistent. Per a la pols d'amiant, aquesta és una exigència legal.
- Exigència d'un cert grau d'humitat per als residus polsosos.

2.2.2.2. *Components majoritaris dels gasos. Efectes de llur migració i acumulació. Dispositius de recollida i evacuació*

Com ja hem dit a 2.2.2., els problemes dels components majoritaris del gasos són uns, i els dels minoritaris, uns altres. Per això, i malgrat que pugui no agradar als puristes de la Ciència, hom creu convenient de fer una distinció entre ells.

I, començant pels majoritaris, cal dir d'antuvi que són els mateixos que els despresos pels residus urbans, però en cabals i proporcions molt més baixos, i en proporcions relatives molt variables.

Així, doncs, els majoritaris seran N_2 , CO_2 i CH_4 i, molt per sota, el CO.

Com podem veure, ens trobem en presència de dos gasos d'una gran inèrcia química i no respirables –però *no tòxics*–, el N_2 i el CO_2 ; d'un altre de tòxic, el CO, i, per fi, d'un de no respirable però combustible –i per tant explosiu–, el CH_4 .

El CO_2 i el N_2 no presenten altres problemes sinó els derivats de llur qualitat de no respirables o asfixiants; el CO, sortosament, si bé no es pot incloure entre els components traça, es desprèn en proporcions inferiors a les que emet normalment el tub d'escapament d'un cotxe; i resta com a objecte d'atenció el metà, que és explosiu si la seva proporció en l'aire és compresa entre el 5 i el 15% en volum, i, a més, és menys pesant que l'aire i, com el CO_2 i el N_2 , irrespirable.

Deixant, doncs, de banda, els problemes puntuals que pot originar

l'acumulació de CO_2 en llocs molt determinats (clots profunds no ventilats, fons de pous i anàlegs), cal parar atenció en el fet que el metà, gas més lleuger que l'aire, tendirà a migrar de l'abocador en direcció ascendent, i ho farà per les escletxes i discontinuïtats de la massa abocada, tal i com es veu a la fig. 1. Si el vas de l'abocador és permeable i hi ha a les proximitats construccions amb cavitats sota el terreny (soterranis, cellers, etc.), pot succeir, i de fet ha succeït, que el metà s'hi acumuli i, si s'hi introdueix alguna font iniciadora (guspira d'encenedor, elèctrica, etc.), exploti amb els efectes devastadors que tots coneixem.

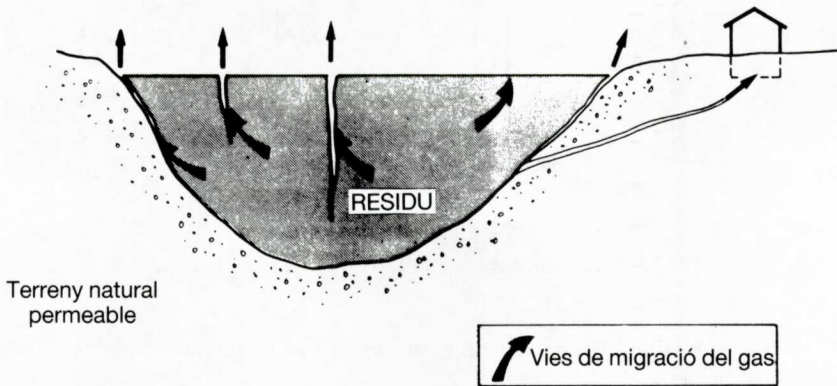


Fig. 1. Possibles vies de migració del gas.

No hi ha, tampoc aquí, mesura correctora que valgui; però n'hi ha de preventives, que són d'una eficàcia gairebé total. N'hi ha una d'activa, és a dir que tendeix a impedir la formació dels gasos, i és tan senzilla conceptualment com segellar amb terres impermeables (argiles, marga) els residus. En efecte, tractant-se de residus "secs", és a dir, gairebé sense humitat pròpia, impedir la percolació d'aigua de pluja equival a limitar extraordinàriament la producció de gasos, pel fet de dificultar la fermentació.

Unes altres dues són passives, és a dir, tendeixen a pal·liar els efectes dels gasos si s'han arribat a formar. Són:

- Dur a terme una campanya de prospecció dels punts de sortida del gas i, un cop detectats, donar-li una sortida preferencial controlada mitjançant la construcció de rases o pantalles drenants reblertes de grava, o bé d'una bateria de pous també reblerta de grava. Uns i altres poden equipar-se (Fig. 2) amb dispositius de conducció, desodorització i escapament.

- L'anterior és una mesura *semiactiva*, és a dir, que tendeix a impedir la migració incontrolada fora de l'abocador. Si el gas ja s'ha fet els seus canals de migració, i es tem o bé es detecta la seva presència en les cavitats esmentades abans, hom pot recórrer a una mesura, aquesta sí, totalment *passiva*,

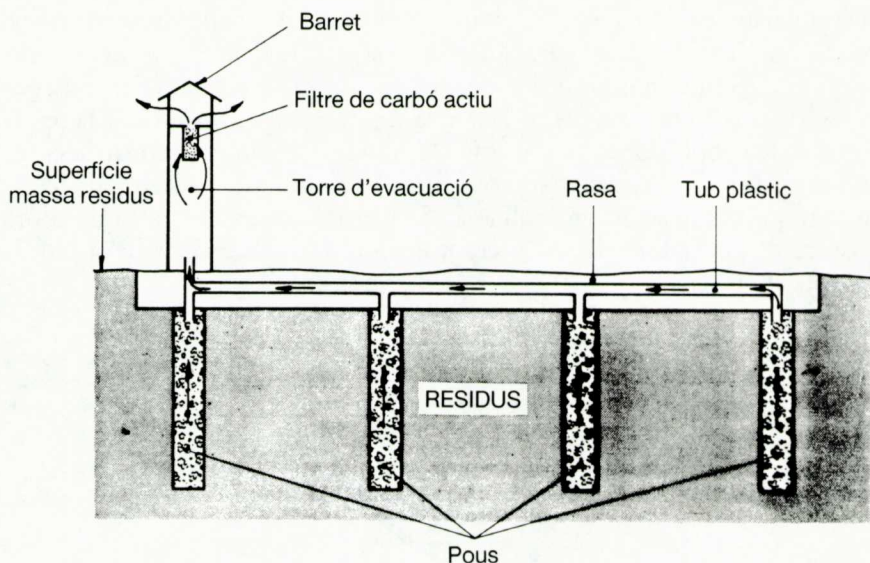


Fig. 2. Esquemà d'un dispositiu de recollida, desodorització i evacuació de gasos.

de gran eficàcia: obrir-hi orificis de ventilació. El tiratge natural serà gairebé sempre suficient.

2.2.2.3. Components traça. Dispositius d'eliminació

El gasos d'un abocador de residus assimilables als urbans contenen un ampli espectre de components minoritaris o "traça". Alguns, els més importants qualitativament i quantitativament, procedeixen de la descomposició de la matèria orgànica (paper, fusta, restes de poda, tèxtils, etc.) que hi és present. Són normalment substàncies reduïdes: hidrocarburs alifàtics de baix pes molecular, terpens, amines, mercaptans i anàlegs, i d'altres.

Els altres procedeixen de fonts un xic més exòtiques, però igualment "prosaïques": plastificants dels plàstics, clorofluorocarbons dels draps impregnats amb dissolvents que els contenen, benzè, toluè, xilens i altres benzens substituïts procedents de la mateixa font, i també tota la rastellera de productes intermedis de la degradació de la matèria orgànica.

De totes les substàncies que hem esmentat, n'hi ha d'olor desagradable (mercaptans, fenols, alguns heterocíclics), i n'hi ha de toxicitat reconeguda (benzè i derivats). Però no ens espantem: els habitants de carrers de gran trànsit automòbil respiren concentracions de benzè i derivats comparables, si no superiors, a les que respiren els veïns d'un abocador.

Quant a aquestes substàncies i a les d'olor desagradable, val a dir que és impossible en la pràctica d'eliminar-les totalment, perquè sempre hi hau-

rà una certa proporció de gasos procedents de l'emissió intersticial de la massa abocada que no podran ésser recollits i tractats.

Els gasos recollits mitjançant els dispositius esmentats al punt anterior es poden fer passar per un filtre absorbent (generalment de carbó actiu, però també n'hi ha de compost o de resines sintètiques), que reté amb eficiències variables, però normalment molt altes, els components d'olor desagradable, i també molts dels tòxics.

2.2.3. *Generació de soroll*

No és aquest un impacte de massa importància ni intrínseca ni d'imatge: el soroll que general un abocador és el mateix que el d'una obra de moviment de terres; i, generalment, la distància de centres habitats a la qual normalment s'estableixen els abocadors és suficient perquè l'impacte entre el públic en general sigui negligible.

2.2.4. *Impacte sobre les aigües*

Anàlogament al cas de l'atmosfera, en el cas de les aigües també es dona una transferència de contaminació a un medi vehiculant. Si en el cas de l'aire es pot recórrer a mètodes que pal·lien els efectes dels gasos un cop han sortit de l'abocador, fer això mateix en el cas de l'impacte sobre les aigües és extraordinàriament difícil i insegur, com tot problema d'hidrologia subterrània.

En canvi, els mètodes preventius són senzills i efectius, tal i com veurem tot seguit.

2.2.4.1. *Aigües superficials*

L'aigua superficial resultarà contaminada pels components solubles dels residus si hi entra en contacte. Es tractarà, per tant, d'impedir o minimitzar aquest contacte i d'impedir l'evacuació incontrolada de les aigües eventualment contaminades.

Els dispositius emprats en la pràctica (fig. 3) són:

- Cunetes perimetrals exteriors al contorn de l'abocador, que recullen i condueixin les aigües pluvials fora del vas, a llera pública, tota vegada que, no havent estat en contacte amb els residus, no s'han contaminat.

- Cunetes perimetrals interiors al contorn que recullen les aigües caigudes sobre la plataforma i els talussos de l'abocador. Aquestes aigües s'han d'emmagatzemar en una bassa i analitzar-les per decidir-ne la possible evacuació a llera pública o a depuradora, o bé la realització d'un pretractament *in situ*.

Hi ha, a més, una mesura complementària: el cobriment amb terres,

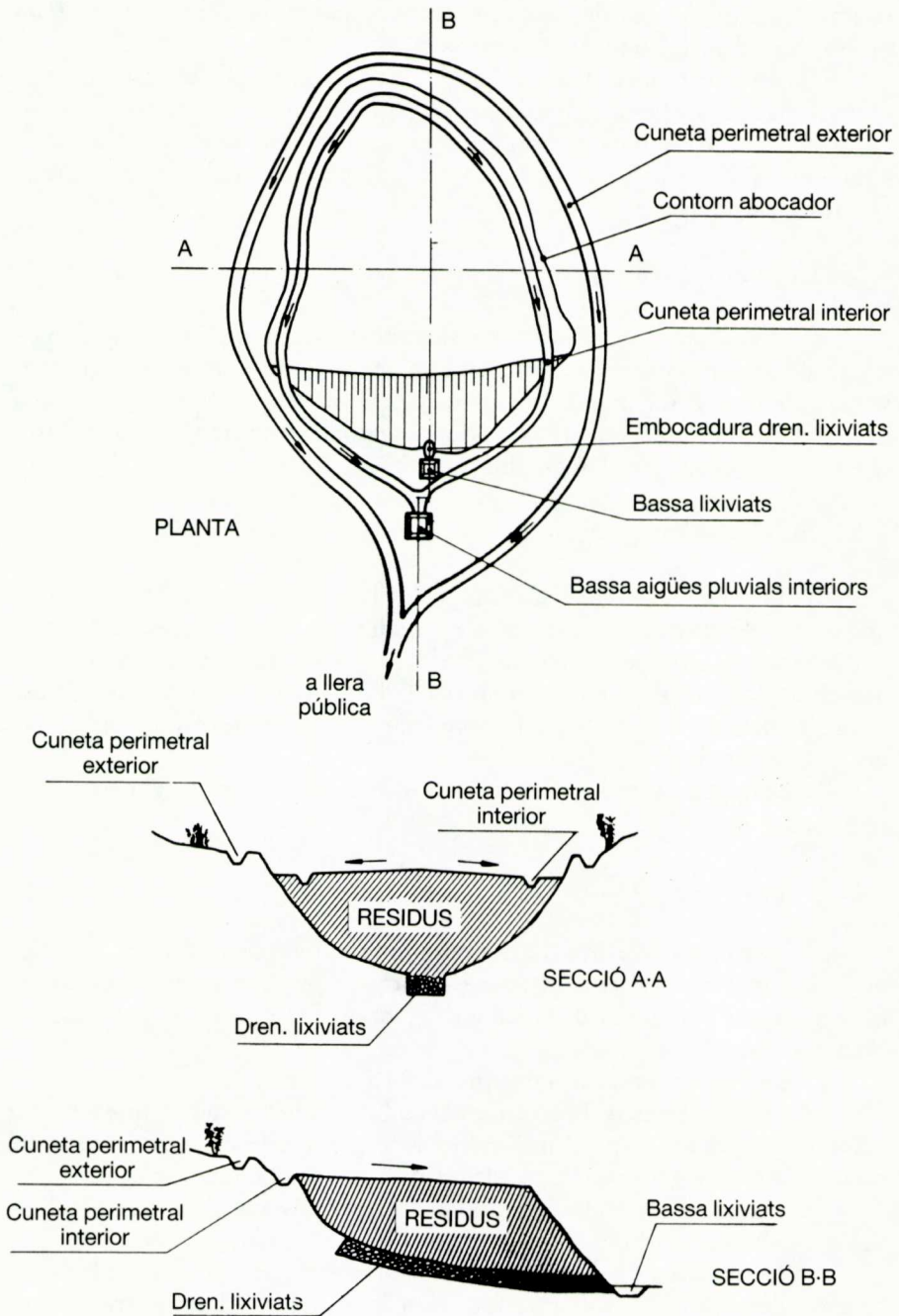


Fig. 3. Esquema del drenatge d'aigües superficials i lixiviats d'un abocador.

que constitueixen una barrera física al contacte entre l'aigua de pluja i els residus, disminuint així la magnitud del problema.

2.2.4.2. Aigües subterrànies

La contaminació de les aigües subterrànies pot donar-se per dues vies: la infiltració a aquífers de les aigües superficials contaminades, i la infiltració a aquests aquífers dels lixiviats produïts a l'abocador per la percolació d'aigua de pluja o de surgències del vas a través de la massa de residus.

Com ja hem dit abans, determinar l'extensió i magnitud de la contaminació d'un aquífer és difícil, i restaurar-lo encara ho és més. Si hi ha, doncs, un cas en què sigui especialment cert allò de "més val prevenir que curar", és aquest.

Les mesures preventives són, com en altres casos, *actives i passives*.

Les actives tendeixen a minimitzar la producció de lixiviats, i són, entre d'altres:

- No admissió de residus humits o pastosos.
- Construcció dels dispositius descrits a l'apartat anterior.

Les passives tendeixen a impedir l'escapament dels lixiviats si s'han arribat a produir, i són:

- Assentament de l'abocador en terrenys impermeables o impermeabilitzats.

- Construcció (fig. 3) de dispositius de recollida i evacuació dels lixiviats, i tractament adequat d'aquests.

2.2.5. Incendis. Impacte dels incendis

En l'apartat 1.3. ha quedat clar que una gran part dels residus assimilables als urbans són combustibles. Un abocador d'aquest tipus de residus, si no es prenen precaucions, és allò que hom podria anomenar un magatzem de matèria combustible a l'aire lliure.

D'altra banda, l'impacte dels incendis d'abocador, per bé que és esporàdic i catastròfic (en el sentit de brusc i dràstic), és especialment nefast. Vegem-ho:

- Els fums de la combustió, que és òbviament allunyada de les condicions ideals, contenen productes tòxics procedents de la piròlisi dels residus.

- A més, els productes de combustió i piròlisi són d'una gran opacitat, i causen importants pèrdues de visibilitat a les vies de comunicació properes a l'abocador, si n'hi ha.

- Cal comptar amb el risc de propagació de l'incendi als voltants de l'abocador. Només cal recordar el gran nombre d'incendis forestals que s'inicien en un abocador.

– I d'altra banda, els incendis causen un dany importantíssim a la *imatge* de l'abocador i al mateix concepte d'abocament controlat. En efecte, el públic associa normalment combustió amb abocament *incontrolat*, i això per raons històriques que són al record de tothom.

Les mesures preventives consisteixen bàsicament en el cobriment acurat diari amb terres de les plataformes i dels talussos de l'abocador, en el control de la no admissió de residus incandescents i autoignicis, i en la prohibició absoluta d'encendre foc al recinte de l'abocador.

També cal fer esment d'una mesura passiva: l'obertura i *manteniment* de tallafocs perimetrals si l'abocador és en zona forestal.

Quant a les mesures correctives, és a dir, a l'extinció, cal en primer lloc desfer un equívoc molt estès: que els incendis d'abocador s'apaguen abocant terra sobre els residus.

Si hom fa això, l'única cosa que aconseguix és enterrar brases, que romandran en combustió lenta mesos, i fins i tot anys, perquè la terra actua com a aïllant tèrmic i impedeix l'evacuació de la calor de combustió, mantenint així les condicions perquè persisteixi fins a l'exhauriment del combustible, i afegint als gasos produïts per fermentació els deguts a la piròlisi i combustió, tant o més contaminants que aquells.

Allò que cal fer és desagregar els residus incandescents amb maquinària adequada (pala de cadenes, retroexcavadora, bulldozer), estenent-los a la superfície i deixant-los apagar-se espontàniament, barrejant-los amb terres. Generalment és suficient l'acció de la maquinària (si hom compta, és clar, amb maquinistes experts); però, en incendis de gran magnitud, cal la intervenció dels bombers, el paper dels quals s'ha de limitar, en bona lògica, al suport de l'acció de les màquines, apagant flames i refredant amb aigua els munts de residu que les màquines han d'estendre posteriorment.

Finalment, quan s'esta segur d'haver apagat les brases, és el moment d'acabar de refredar-les barrejant-les amb terra i tornant a estendre-les.

3. MÈTODES DE DETECCIÓ I AVALUACIÓ DELS IMPACTES AMBIENTALS

3.1. *Detecció i avaluació de l'impacte sobre l'atmosfera. Emissió i immissió*

La detecció i l'avaluació de l'impacte sobre l'atmosfera es realitzen, òbviament, mitjançant la presa de mostres de l'aire afectat i llurs anàlisis posteriors, si bé en alguns casos (qualitativament molt importants) l'anàlisi pot ésser dut a terme *in situ*.

Com és sabut, el terme *emissió* es refereix a l'afectació del medi receptor (l'aire en aquest cas) en la mateixa font de la contaminació, mentre que el terme *immissió* es refereix a la mateixa afectació però en un punt receptor allunyat de la font.

Les tècniques de mostreig i anàlisi són anàlogues per a immissió i per a emissió, amb la lògica adaptació als diversos ordres de magnitud que s'enregistren en un cas i l'altre.

3.1.1. *Components majoritaris. Mètodes. Aparellatge*

Dels components majoritaris que han estat esmentats, els que s'investiguen amb més freqüència són el CO₂, el CO i el CH₄.

Tots tres poden ésser investigats *in situ* o al laboratori. Els aparells analitzadors *in situ* operen basant-se en una gran varietat de principis:

- Espectrometria IR (CO₂, CO i CH₄).
- Ionització de flama (CH₄ - "FID").
- Variació de resistència elèctrica segons l'atmosfera (CH₄ - "Explosímetre").
- Variació de la velocitat del so segons la densitat del medi (CO₂, CH₄ - "Gasophon").

Cadascun presenta avantatges i inconvenients que el fan més o menys adaptat a cada cas concret. Però, posats a escollir, l'autor s'inclina per la precisió dels mètodes d'espectrometria IR i per la rapidesa, robustesa, autonomia i lleugeresa dels aparells sònics.

Tanmateix, quan es requereix contrastar aquest mètodes, el que cal fer és una presa de mostra per confinament en bossa especial de polietilè mitjançant bomba de cabal adequat, seguida d'anàlisi química per mètodes clàssics o instrumentals.

3.1.2. *Components minoritaris. Mètodes. Aparellatge*

Per als components minoritaris no són útils els mateixos mètodes que per als majoritaris, per dues raons principals: l'ordre de magnitud molt més baix de llurs concentracions i llur varietat química.

El mètode general de mostreig es basa a fer passar una quantitat relativament elevada d'aire (d'1 m³ en amunt) per un medi absorbent (amb o sense reacció química), generalment aigua o solucions aquoses, o adsorbent (carbó actiu o resines sintètiques adients). Així s'aconsegueix de captar el o els components minoritaris més o menys quantitativament, mitjançant aparells captadors d'alt o baix volum.

Posteriorment es passa a l'anàlisi química de la solució de contaminant, o de la substància que s'ha format en l'absorció amb reacció química, o bé a la desorció de les substàncies adsorbides.

Les substàncies *absorbides*, amb o sense reacció química, són generalment inorgàniques: SH₂, CNH, etc., i en tot cas, quan hom dissenya el mètode de mostreig, ho fa amb vista a captar un o uns contaminants determinats.

No és aquest el cas de les substàncies *adsorbides*. En una captació o adsorció resta retintut al medi adsorbent tot un espectre de substàncies, *a priori* desconegudes, que després cal separar i identificar (si això darrer és possible). La tècnica de separació emprada és la cromatografia de gasos, i la d'identificació és generalment l'espectrometria de masses, sola o complementada amb d'altres (detecció per ionització de flama, per captura d'electrons, etc.).

3.2. Detecció i avaluació de l'impacte sobre les aigües

Si les tècniques i aparells emprats en la detecció i avaluació de l'impacte sobre l'aire són relativament sofisticats i d'una fiabilitat encara millorable, els i les referents a les aigües són molt més "pedestres" i, a causa sens dubte del fet que l'anàlisi d'aigües té ja una llarga història al seu darrera, també més fiables i més posats a punt. Això val, sobretot, per a les anàlisis *inorgàniques*. Per a les *orgàniques* cal recórrer de nou a la cromatografia/espectrometria, no totalment posada a punt.

3.2.1. Detecció i avaluació de l'emissió. Piezòmetres

Deixant clar d'antuvi que les tècniques d'avaluació, és a dir, l'anàlisi química, són les mateixes per a l'emissió que per a l'immissió, cal dir tot seguit que l'emissió es refereix aquí a les aigües contaminades *abans de sortir de l'abocador*. Serà, doncs, control d'emissió el que es realitzi sobre les aigües d'una bassa de recollida d'aigües d'escorrentia superficial o d'una de lixiviats, o sobre les recollides als *piezòmetres* que la normativa obliga a instal·lar a l'interior del recinte de l'abocador.

Un piezòmetre es podria definir com un pou de petit diàmetre, no destinat a l'extracció d'aigua per a aprofitar-la en qualsevol ús, sinó únicament a l'extracció de mostres i a la determinació del nivell de les aigües, aplicació a la qual deu el nom.

3.2.2. Detecció i avaluació de la immissió. Pous, surgències, corrents superficials

Anàlogament, el terme immissió es refereix a l'eventual contaminació de les aigües que poden resultar afectades per l'abocador però es capten a fora d'ell.

Per bé que és obvi que, si cal, aquesta captació es pot fer mitjançant piezòmetres, és generalment de més interès estudiar les aigües captades en pous en explotació, surgències (fonts) o corrents superficials, i això per la senzilla raó que aquestes són les aigües que normalment s'aprofiten, i per això interessa conèixer-ne la qualitat.

3.2.3. Paràmetres d'anàlisi més freqüent

Els paràmetres que més correntment es determinen, perquè són els més relacionats amb la contaminació ocasionada pels residus assimilables als urbans, són:

a) *Anions.*

SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , Cl^- , CN^- i fosfats (en P205).

b) *Cations.*

– Alcalins i alcalinoterris: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} i Mg^{2+}

– Pesants: Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Zn^{2+} , Sn^{2+} , B^{3+} , As^{3+} , Cr^{6+} i Cr total.

c) *Altres paràmetres.*

pH, conductivitat, DBO, DQO i "escombrat" d'orgànics.

La interpretació de les dades d'aquestes anàlisis és tota una branca especialitzada de la hidrogeoquímica; diguem aquí només que són indicis de contaminació orgànica (pel fet d'indicar ambient reductor) les altes proporcions relatives de NO_2^- i NH_4^+ i la $\text{Mn}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$; i que són indicatiu de contaminació industrial tots els metalls pesants, dels quals cal vigilar especialment, a causa de llur toxicitat, Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , As^{3+} i Cr^{6+} .

3.3. Mètodes de control i seguiment de l'activitat interna de l'abocador

Algú ha comparat, amb gran encert, un abocador amb un reactor químic gegantí. En efecte, en un abocador com els que ens ocupen, tenen lloc tot un conjunt de reaccions, afectades per les condicions ambientals, temperatura i humitat en particular, que condueixen finalment a la mineralització dels residus.

El control de l'estat d'aquest procés pot fer-se prenent mostres de la matèria abocada a diversos llocs i diverses profunditats i en diversos moments. L'evolució de paràmetres indicadors del grau d'"organicitat"/mineralització, com el Carboni Orgànic Total o la DQO, constituirà una mesura objectiva de l'estat del procés. Aquest procediment té l'avantatge d'ésser molt directe, i l'inconvenient d'ésser molt laboriós i oneros.

Hi ha, però, un mètode indirecte, basat en el fet que la temperatura és una mesura indirecta de la velocitat d'una reacció. En efecte, la velocitat de reacció augmenta exponencialment amb la temperatura Kelvin: un augment de 10 °K suposa la duplicació de la velocitat de reacció.

Per a dur a la pràctica aquest mètode, sobre el qual encara es posseeix poca experiència, cal disposar, d'una forma regular i preestablerta, un cert nombre de captadors termomètrics (termoresistors) a diversos punts i profunditats de l'abocador, centralitzant eventualment llur lectura en un punt determinat i estudiant l'evolució de la temperatura amb el temps i les condicions ambientals. Aquest mètode de mesurament de la temperatura, basat

en la variació de la resistència elèctrica amb aquesta, és relativament robust i fiable, i l'experiència acumulada fins ara sembla indicar que és un bon procediment de seguiment de l'evolució de l'abocador, ja que l'observació confirma la teoria: en un abocador ja clausurat, la tendència secular és el descens lent de la temperatura, descens interromput ocasionalment per "punxes" degudes a aportacions puntuals d'aigua a la massa abocada a causa de la pluja, que reaviven transitòriament la fermentació.