

# ANNEX NÚM. 1 ANTECEDENTS



## ÍNDEX

1. DICTAMEN HIDROGEOLÒGIC, D'EMISSIÓ DE GASOS I ANÀLISI QUANTITATIVA DE RISC DE CAN PLANAS. DOCUMENT DE SÍNTESI. AMPHOS 21 – DOCTORS J. CARRERA I J. DE PABLO (OCTUBRE DE 2012)
2. DICTAMEN CONJUNT HIDROGEOLÒGIC, D'EMISSIÓ DE GASOS I ANÀLISI QUANTITATIVA DE RISC DE CAN PLANAS. AMPHOS 21 – DOCTORS J. CARRERA I J. DE PABLO (DESEMBRE DE 2012)
3. DEFINICIÓ CARACTERÍSTIQUES FÍSiques DEL SEGELLAT DE L'ABOCADOR DE CAN PLANES (CERDANYOLA DEL VALLÈS). ENVIROENGINEERING (NOVEMBRE DE 2014)
4. DICTAMEN CONJUNT HIDROGEOLÒGIC, D'EMISSIÓ DE GASOS I ANÀLISI QUANTITATIVA DE RISC DE CAN PLANAS. RESPOSTA A L'AMB SOBRE LA SEVA "PROPOSTA PER A LA MILLORS DE SEGELLAT DEL DIPÒSIT CONTROLAT DE CAN PLANAS". DOCTORS J. CARRERA I J. DE PABLO (JULIOL DE 2015)
5. INFORME TÈCNIC PLA DE VIGILÀNCIA AMBIENTAL D.C. CAN PLANAS ANY 2016. ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA (2016)
6. SITUACIÓ DELS LIXIVIATS DE LA SURGÈNCIA DE CAN PLANAS (CERDANYOLA DEL VALLÈS). ENVIROENGINEERING (DESEMBRE 2017)



**1. DICTAMEN HIDROGEOLÒGIC, D'EMISSIÓ DE GASOS I ANÀLISI  
QUANTITATIVA DE RISC DE CAN PLANAS. DOCUMENT DE SÍNTESI. AMPHOS  
21 – DOCTORS J. CARRERA I J. DE PABLO (OCTUBRE DE 2012)**





## DICTAMEN HIDROGEOLÒGIC, D'EMISSIÓ DE GASOS I ANÀLISI QUANTITATIVA DE RISC DE CAN PLANAS.

DOCUMENT DE SÍNTESI

Josus Carrera  
Dr. ECCP  
Professor Investigador I DAE-CSIC

Joan de Pablo  
Dr. Ciències Químiques  
Catedratic Enginyeria Química UPC



Octubre 2012



## DICTAMEN HIDROGEOLÒGIC, D'EMISSIÓ DE GASOS I ANÀLISI QUANTITATIVA DE RISC DE CAN PLANAS

DOCUMENT DE SÍNTESI

### 1.- INTRODUCCIÓ

Part dels terrenys del Centre Direccional de Cerdanyola del Vallès a la zona de Can Planas es troben ocupats per un antic dipòsit legalitzat de residus industrials i residus inerts que ocupa una superfície de 182.500 m<sup>2</sup>. L'origen d'aquest dipòsit rau en una antiga explotació d'argiles que va donar lloc a la formació de tres cubetes de fondària de fins a 40 m. Aquestes cubetes, van ser posteriorment utilitzades com a dipòsit de residus de construcció, demolició i residus industrials diversos per l'Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus en el període 1982-1995.

A partir de la clausura del dipòsit al 1995, s'han realitzat nombrosos treballs encarregats a diferents empreses i entitats per tal de caracteritzar els residus, el flux de l'aigua subterrània, la composició dels gasos i el risc que pot suposar per la salut humana. Entre aquests destaca l'estudi d'IDOM, en el que es recomana una solució de recuperació ambiental a nivell d'avantprojecte.

A 5 d'octubre de 2010 el Consorci aprova l'expedient de contractació per a la redacció del projecte executiu per a aquesta alternativa. A 24 de gener de 2011 l'Ajuntament de Cerdanyola del Vallès demana una segona opinió tècnica a partir de la diagnosi realitzada per IDOM.

El present document correspon a la síntesi d'aquesta segona opinió, que se centra en la hidrogeologia de l'emplaçament, l'emissió de gasos i l'anàlisi quantitativa de risc per a la salut humana.



## 2.- ESTUDI HIDROGEOLÒGIC

### 2.1.- Treballs realitzats

En el marc del coneixement hidrogeològic del dipòsit de Can Planas i el seu entorn s'han realitzat nombrosos estudis d'índole i abast ben diferent els 10 últims anys. La primera tasca duta a terme ha estat la revisió a fons de la informació disponible relativa a la geologia del subsòl i al funcionament hidrogeològic de l'entorn de Can Planas.

Pel que fa a la geologia, s'ha sintetitzat la informació procedent dels diversos estudis, incloent-hi els sondejos geotècnics, de qualitat del sòl, els piezòmetres antics, els sondejos i piezòmetres recents de dins i fora del dipòsit i altra informació. Sobre el funcionament hidrogeològic, la informació emprada ha estat la dels piezòmetres instal·lats des de 2003 fins al 2009, uns 30 en total, així com dels pous del voltant. S'ha valorat tant la distribució espacial del nivell freàtic com la seva evolució temporal. També s'ha estudiat la qualitat de l'aigua en tots els punts, dins i fora del dipòsit.

La revisió d'aquesta informació, juntament amb la lectura crítica dels informes previs van conduir a l'elaboració d'un model conceptual de funcionament hidrogeològic de l'entorn de Can Planas. Aquest model pretenia explicar el comportament observat en els piezòmetres i en la surgència de lixiviats al NE del dipòsit, vora el torrent de Can Magrans. També però, va posar de manifest que el coneixement hidrogeològic es recolzava sobre algunes hipòtesis que caldria confirmar o desmentir, i que podrien fer variar substancialment el model de funcionament, i per tant, les mesures i implicacions de la presència del dipòsit de residus.

Això va conduir a la planificació i execució d'una àmplia campanya d'adquisició de dades del subsòl per poder minimitzar les hipòtesis i actualitzar l'estat d'afecció del dipòsit i del seu entorn. Els treballs de caracterització addicional s'han realitzat entre juny i juliol de 2012 i han consistit en:

- 12 sondejos nous equipats com a piezòmetres, tots fora dels límits del dipòsit per a millorar el coneixement de la hidrogeologia, i el grau de connexió del dipòsit amb el terreny natural.
- Campanya de topografia de tots els punts
- 16 perfils de testificació geofísica en sondejos nous i vells, fora del dipòsit per a determinar la posició i continuïtat del nivells més sorrencs
- 30 perfils verticals de temperatura i salinitat en els piezòmetres de dins i fora del dipòsit per a veure variacions en profunditat.
- 25 assajos hidràulics (bombament, recuperació, observació en pou o en piezòmetre) per a valorar la permeabilitat del terreny.
- Seguiment en continu de l'evolució del nivell freàtic mitjançant 10 equips automàtics durant 2 mesos.
- Cartografia de rieres i torrents.

- Mesures manuals de nivells en tots els punts d'aigua (piezòmetres, pous, dipòsit de lixiviats, etc) i elaboració de piezometries, al juny i al setembre.
- 4 assaigs de capacitat d'infiltració del terreny.
- Presa de 46 mostres d'aigua per a l'anàlisi química completa.

Totes les dades han estat revisades i processades amb mètodes establerts per a estudis hidrogeològics. També s'ha realitzat un processament estadístic de les dades de química de l'aigua subterrània i s'ha construït un model numèric de flux d'aigua subterrània, per tal d'integrar totes aquestes dades de forma quantitativa.

### 2.2.- Resultats

#### Resultats pel que fa a la geologia i nivell freàtic

Els registres geològics històrics i recents al voltant del dipòsit confirmen la predominança de terrenys llimosos i argilosos amb nivells més sorrencs primis i no gaire continus. Els nivells de sorra són més abundants i, per tant, el terreny més permeable al nord i nord est, al llarg del torrent de Can Magrans. En canvi, a l'oest, sud i sud-est, les sorres són més escasses.

En general, es poden individualitzar dos nivells més sorrencs, que aquí direm aquífers, separats per un nivell predominantment argilós i força continu que els separa. L'inferior es troba per sota dels 80 metres sobre el nivell del mar (msnm) i el superior per sobre dels 95 msnm, aproximadament.

El resultat net és que tots els assajos hidràulics mostren valors de transmissivitat gairebé sempre molt inferiors a 1 m<sup>2</sup>/d, és a dir per sota del que s'anomenaria aquífer. L'única excepció són els punts més productius a prop del torrent i a l'aquífer profund. De fet, els assajos han permès corroborar la connexió entre dos piezòmetres de l'aquífer profund. No s'ha arribat a detectar, però, cap connexió directa entre els piezòmetres del superficial ni amb els del vas, ni amb el bombament al pou de la masia Can Planas de 4,5 dies de durada a 3 l/s (ubicat a l'altre costat del torrent).

Pel que fa als nivells d'aigua, els de l'aquífer inferior varien de manera suau, la qual cosa confirma el seu caràcter regional i captiu, confinat per les argiles. D'altra banda, l'aquífer superior funciona com si fos lliure, amb nivells condicionats en bona part per la topografia, denotant un comportament més local, amb pendents força més importants (Figura R.1). El fons del dipòsit arriba a la cota 70 msnm. Això implica que a la fase extractiva de les argiles es va excavar la capa que separava els dos aquífers i els va posar en contacte.

El monitoreig de l'evolució temporal dels nivells mostra canvis poc significatius entre juny i Setembre. S'observa un descens generalitzat dels nivells d'alguns decímetres, més acusat aigües avall de l'aquífer superior i poc important aigües amunt i a tot l'aquífer inferior. Això reflexa que l'estiu ha estat molt sec. Fóra bo



continuar el monitoreig per tal de verificar el esquema conceptual que es presenta en aquest document.

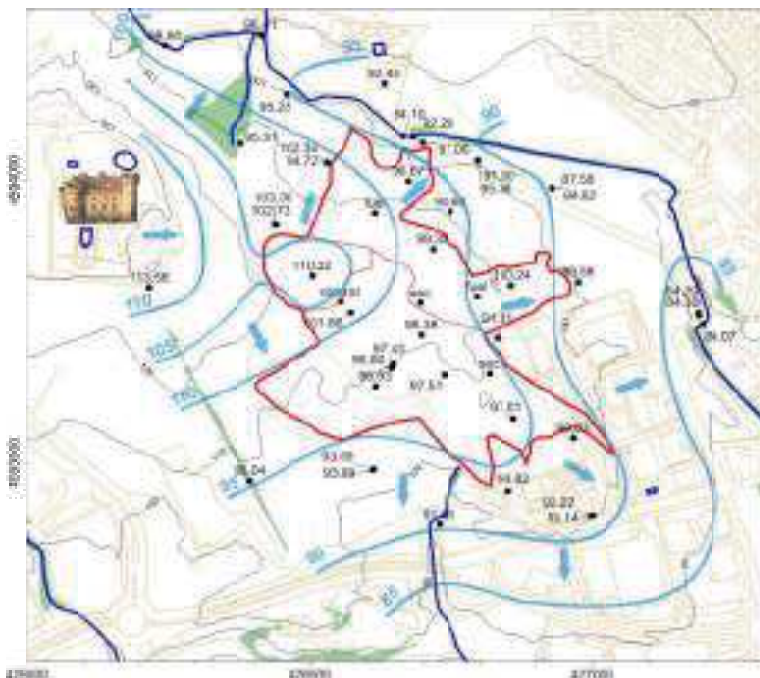


Figura R.1.- Mapa piezomètric de l'aqüífer superior a juny de 2012 (valors en metres sobre el nivell del mar: msnm). Els punts amb dos valors mesuren el nivell en els dos aqüífers (dalt, superior; baix, inferior).

### Resultats pel que fa a la qualitat de l'aigua

La campanya exhaustiva de mostreig de tots els punts d'aigua i l'anàlisi de components majoritaris, minoritaris, metalls i orgànics condueixen a les següents observacions:

- Elevats continguts en sals i orgànics a l'aigua de dins del dipòsit, encara que amb composicions molt heterogènies i predominança de sals a la cubeta sud.
- Composicions pràcticament naturals en els punts de fora del dipòsit. Els punts situats aigües avall (NE i SE), a poca distància del vas, mostren salinitat lleugerament més alta que la dels punts situats més lluny, la qual cosa implica barreja de l'aigua natural amb aigua procedent del dipòsit

(Figura R.2). Tot i això, les concentracions de contaminants orgànics i metalls estan gairebé sempre per sota del límit de detecció, la qual cosa és coherent amb la degradació dels contaminats orgànics i amb la baixa mobilitat de metalls en aquest tipus de terrenys.

- Cap afecció a les aigües superficials.

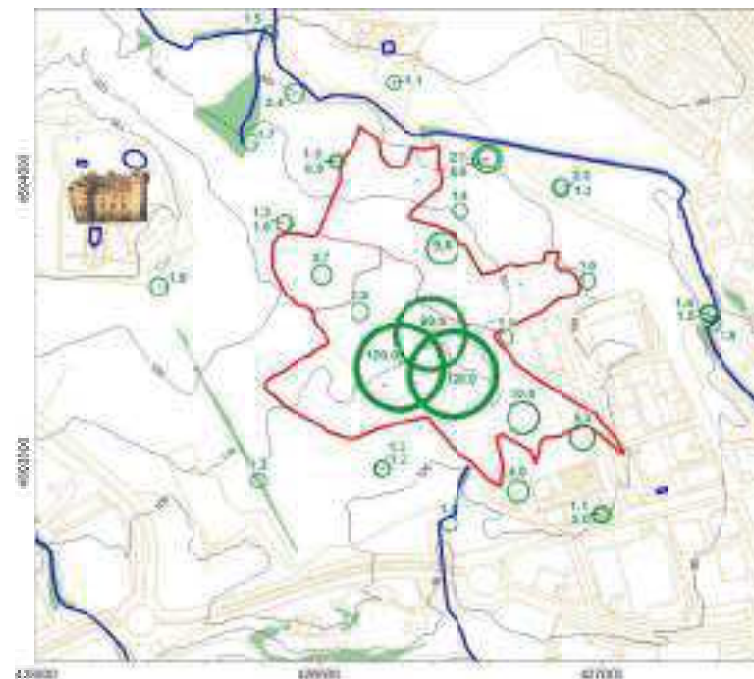


Figura R.2.- Distribució de la salinitat (conductivitat elèctrica en mS/cm) a totes les mostres d'aigua el juny de 2012. Els punts amb dos valors és la mesura en els dos aqüífers (dalt, superior; baix, inferior).

Una anàlisi estadística multivariable de les dades de química, mostra que no hi ha una pauta general d'evolució en la qualitat de l'aigua. El contrast entre les aigües de dins i de fora del dipòsit és molt gran i les aigües de dins són molt heterogènies per determinar els termes extrems de barreja. Utilitzant 7 espècies químiques són necessàries 4 aigües extrem per a ajustar el 93 % de la variabilitat. Es conclou que la majoria de les aigües de fora tenen un percentatge nul de les aigües de dins i algunes, només una petita porció, qualitativament comparable a la que es dedueix de la distribució de salinitat de la Figura R.2.



## Model conceptual de funcionament

Les principals conclusions de les observacions són (Figura R.3):

- La litologia predominant al voltant del vas són les argiles però amb nivells de sorres que fan que la circulació d'aigua subterrània sigui petita però no negligible.
- El dipòsit té tres vasos, el "nord" és petit i molt elevat, només tindria connexió amb l'aquífer superior. El fet de que tingui sempre el nivell freàtic tant elevat indica que és poc permeable i que majorment només rep aigua des de dalt, provinent de la infiltració d'aigua de pluja.
- Els vasos "W" i "sud" són prou profunds per estar en contacte amb els dos aquífers. El seu nivell freàtic està entre 95 i 97 msnm, això indica que probablement estan connectats entre sí.
- Aquesta cota és aproximadament la cota del nivell piezomètric de l'aquífer profund (molt constant en el temps) i també la cota aproximada del drenatge.
- La sortida d'aigua dels vasos "sud" i "W" té lloc pel bombament dels pous de lixiviats (negligible), pel drenatge al cantó del torrent de Can Magrans (amb un cabal variable entre 3 i 10 m<sup>3</sup>/d en els últims anys), cap al mateix torrent de forma difusa (freatòfites) i cap als dos aquífers aigües avall (molt poc i molt lentament, vista la curta distància de l'afecció, però no negligible).
- Les entrades serien per infiltració d'aigua de pluja (probablement la infiltració és baixa, de l'ordre de 15 mm/any, però l'extensió és gran, 15 ha, el que comporta un cabal mig de 6 m<sup>3</sup>/d), subterrànies des de l'aquífer superficial (poc important en comparació amb les altres entrades, donada la piezometria aigües amunt) i subterrànies des de l'aquífer profund (de l'ordre d'1,5 m<sup>3</sup>/d).
- Les entrades i sortides subterrànies són febles i força constants en el temps.
- El dren actua com un sobreeixidor i fa que el freàtic no pugi gaire per sobre d'aquesta cota, que a la vegada és similar al nivell piezomètric del profund ja que estan connectats pel mateix vas. El cabal del dren respon, de forma retardada i esmorteïda, a les condicions de pluja. Es podria dir que el cabal de base correspon a les entrades subterrànies al vas.

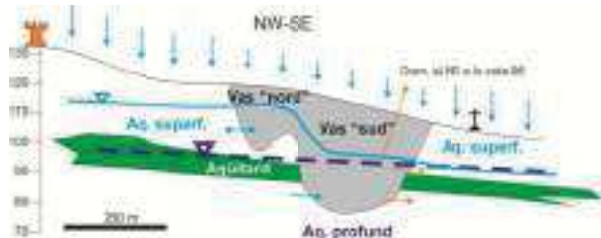


Figura R.3.- Secció esquemàtica del funcionament hidrodinàmic dels vasos "nord" i "sud". La trama verda representa un paquet més argilós entre els 85 i 95 msnm, que separaria l'aquífer superior de l'inferior.

## 3.- ESTUDI DE GASOS I AQR

### 3.1.- Treballs realitzats

#### Avaluació de treballs anteriors

S'ha realitzat la diagnosi del vector aire (composició del sòl-gas, estudis dispersió i qualitat d'aire atmosfèric) en diversos estudis anteriors, principalment en l'estudi realitzat per IDOM. En aquest estudi es van realitzar anàlisis de qualitat i exhaustives de sòls, residus, aigües subterrànies i lixiviats que han permès identificar els volàtils lligats a aquestes fases i que permeten un bon disseny del mostreig de volàtils respecte als punts potencialment més contaminats.

Considerant els resultats d'aquest i altres antecedents, s'ha constatat, a més, que:

- Calia millorar la sensibilitat de les mesures de contaminants en alguns punts de l'entorn del dipòsit, ja que és un aspecte que no s'inclou en anteriors treballs tot i que se cita com important. A tal efecte s'han realitzat noves perforacions per mesurar els contaminants en el sòl-gas (volàtils, amoníac i àcid sulfhídric) a l'entorn del dipòsit.
- Les mesures d'immissió fora del dipòsit permeten avaluar la qualitat de l'aire a l'entorn del dipòsit en escenaris urbans i industrials i comprovar si la modelització de dispersió és prou conservativa.
- Calia realitzar mesures d'emissió dins del dipòsit que permetessin el càlcul de concentracions dins del dipòsit per avaluar el risc actual i la simulació de dispersió de contaminants en l'aire per a receptors a l'entorn de l'emplaçament.

Respecte la valoració de l'anàlisi de risc:

- Calia millorar l'avaluació pels receptors esporàdics sobre el dipòsit i per als receptors habituals al voltant del dipòsit.
- Per a la valoració del pla urbanístic, dins del dipòsit es detectà risc inadmissible de forma quantificada per la inhalació de vapors (en ambients interiors i exteriors) provinents del material de reblliment i sòl-gas en sectors situats totalment sobre el vas del dipòsit.

Per poder donar resposta als aspectes comentats es van dur a terme els següents mostresjos (Figura R.4):

- 14 mostres per a determinar els contaminants en el sòl superficial sobre el dipòsit (codi SS) per a poder quantificar convenientment el risc de la situació actual.
- Instal·lació de 4 punts de mesura per a mostreig de volàtils i gasos per determinar les concentracions d'immissió a l'entorn del dipòsit (codi PI), determinació de fluxos d'emissió en 5 punts sobre el dipòsit (codi FG),





determinació de volàtils i gasos en el sòl-gas en 2 punts existents i 5 punts nous a l'entorn del dipòsit (codi SG) i mesura del cabal de la xemeneia S-4.

- Mostreig d'aigua subterrània (Pz) a l'entorn del dipòsit, ja descrit a l'anterior apartat.
- Totes les anàlisis es van dimensionar per tal de poder assolir uns nivells que permetessin avaluar el risc per la salut humana i/o tenir dades de partida prou sensibles per la modelització de concentracions en medi receptor.

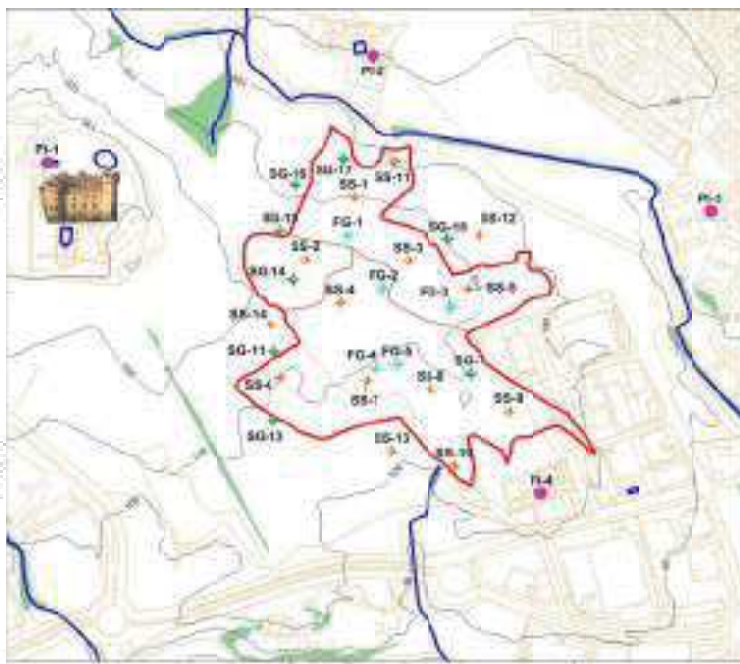


Figura R.4.- Localització al voltant del dipòsit dels punts de mostreig duts a terme per l'avaluació de gasos i AQR (FG- flux de gas; SG- sòl-gas; SS- sòl superficials; PI- punts mesura immissió).

Per altra banda, en la nova avaluació de risc es considera un ús recreatiu en escenari exterior com a escenari plausible de partida sobre del dipòsit.

### 3.2.- Resultats

#### Resultats de les noves analítiques i mesures plantejades

Els estudis de sòls superficials han demostrat que a la majoria de mostres s'ha detectat la presència de substàncies contaminants en un concentració inferior a l'establerta per als nivells genèrics de referència (NGR) d'altres usos del Reial Decret 9/2005 i, pel cas d'elements, aquests estan per sota dels valors del marc tècnic de l'Agència de Residus de Catalunya fet que indica una bona qualitat dels sòls amb molt poca afectació superficial.

En el cas dels contaminants en aire atmosfèric (immissió), a nivell quantitatiu s'observa una bona qualitat de l'aire en tots els punts mostrejats, ja que els nivells de contaminants són baixos en comparació amb els marcs tècnics i legals (cas del benzè).

Una zona urbana-industrial com la de Cerdanyola del Vallès té múltiples focus de contaminants, no solament el dipòsit. Per tant, tot i que alguns volàtils detectats concorden amb els contaminants presents en el sòl-gas, sòl i aigües subterrànies trobades al dipòsit, la seva presència no implica necessàriament un impacte degut al mateix. Això està suportat per l'estudi realitzat pel Laboratori del Centre de Medi Ambient (LCMA-UPC) que no ha trobat una correlació entre els contaminants de les immissions amb els contaminants del dipòsit en base a l'estudi dels vents. Tot i això, s'han considerat tots els contaminants mesurats com a dades per dur a terme una exhaustiva avaluació de risc.

En el cas de contaminants en sòl-gas s'han trobat valors totals de volàtils de  $7190 \pm 2100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dins del perímetre del dipòsit i  $1830 \pm 390 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fora.

En el cas dels gasos  $\text{H}_2\text{S}$  i  $\text{NH}_3$  s'han trobat valors per sota de 1 ppm ( $1390 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i 3 ppm ( $2080 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) respectivament en totes les mostres de pous SG.

En el cas de les aigües subterrànies s'han considerat les mostres que tenien presència de volàtils entre totes les analitzades en la campanya de juny de 2012 i que podien afectar als escenaris per efecte dels vapors i així poder-los modelitzar.

La mesura del velocitat de sortida de gasos de la xemeneia va donar un valor d'uns 3 cm/s, dada que s'ha utilitzat per combinar amb les dades de mesures de volàtils existents procedents dels controls periòdics.

#### Resultats AQR escenaris actuals

S'ha elaborat un escenari recreatiu actual (RH1) que considera l'exposició al sòl superficial analitzat (ingestió, inhalació partícules i contacte dèrmic), les emissions sobre el dipòsit i l'efecte de la xemeneia S-4, tant per a infants com per a adults.



En calcular les concentracions de volàtils a sobre del dipòsit a partir de les emissions, es constata que els nivells calculats són inferiors als mesurats fora del dipòsit (valors PI), fet que recolza l'efecte negligible que tenen els volàtils del dipòsit sobre els valors d'immissió.

S'han elaborat dos escenaris actuals fora del dipòsit, un que considera l'ús urbà a Cerdanyola (RH2) i un altre que considera l'activitat al Parc Tecnològic del Vallès (RH3). En RH2 i RH3 s'han considerat totes les concentracions de contaminants detectades en les mesures d'immissió i en RH3 s'ha afegit, a més, l'efecte de la possible presència de contaminants a l'aigua subterrània més propera.

El càlcul dels indicadors de risc sistèmic i cancerigen s'ha realitzat mitjançant la metodologia estàndard d'avaluació de risc, mostra uns indicadors de risc admissibles per tots els escenaris actuals (RH1, RH2 i RH3).

#### 4.- CONCLUSIONS I RECOMANACIONS SEGONS L'ESTAT ACTUAL

##### 4.1.- Valoració estat actual

El dipòsit de residus de Can Planas conté en el seu interior un ampli ventall de contaminants orgànics i inorgànics. Tanmateix, de l'estudi d'aigües subterrànies i aire es dedueix que els fluxos de sortida de contaminants són petits i les concentracions mesurades són inferiors als límits permessos.

Pel que fa a les aigües subterrànies, a la cubeta alta o "nord", la permeabilitat dels residus és més petita que la dels sediments que els envolten, de manera que els nivells formen un domus piezomètric, malgrat que la infiltració d'aigua a sobre del dipòsit sigui menor que al terreny natural. Els residus dels vasos "sud" i "W" estan connectats hidràulicament amb el terreny natural, però en conjunt, tampoc són gaire permeables. Això minimitza el flux d'aigua cap al subsòl, l'aigua queda retinguda als vasos i sobreix pel drenatge, al cantó del torrent de Can Magrans. D'aquesta manera les sortides subterrànies es dilueixen amb la recàrrega natural. Aquesta dilució amb aigües aeròbiques afavoreix la degradació dels contaminants orgànics. A més, les condicions geoquímiques asseguren una baixa mobilitat dels metalls. El resultat net és que, tot i que s'han detectat aigües que surten del dipòsit en els piezòmetres adjacents, la concentració de contaminants és notablement inferior als límits establerts per l'administració.

Pel que fa a l'aire, els fluxos de contaminants detectats són baixos. Això indica una significativa degradació dels contaminants orgànics que estaven originalment al dipòsit i/o un funcionament raonable del sistema d'impermeabilització. Els valors d'immissió mesurats al voltant del dipòsit (PI) indiquen novament una influència negligible de les emissions mesurades a sobre del dipòsit.

L'avaluació de risc químic per a la salut humana per a la situació actual tant per a receptors situats sobre el dipòsit com als voltants d'aquest ha generat uns valors de risc admissible en tots els escenaris considerats.

Cal concloure, doncs, que la situació actual del dipòsit confinat de residus és acceptable des del punt de vista del risc per a les persones tant en la seva situació actual com en els escenaris futurs de planejament que s'han considerat. Tot i això, el present informe proposa una sèrie d'actuacions de millora sobre dos aspectes concrets. Per una banda, la barrera impermeable actual es troba massa exposada i podria esquarterar-se, bé per assecament i retracció en un estiu molt sec o bé per assentament quan avanci la digestió dels residus o per erosió. Això afavoriria l'augment tant de l'entrada d'aigua de pluja (i, per tant, la sortida d'aigua contaminada) com de la sortida de gasos. Per altra banda, el vessament d'aigua del dipòsit, que ara es recull en el drenatge, és una font de risc que convé minimitzar. Amb aquestes consideracions, l'opció que garanteix un menor risc és la de millorar el sistema de confinament dels residus.



#### 4.2.- Recomanacions per dur a terme la millora

El sistema d'impermeabilització ha d'ésser objecte de projecte. Aquí, s'esmenten algunes consideracions mínimes sobre aquesta actuació:

1. Es recomana un sistema de triple capa. La capa inferior seria pròpiament "impermeable" (molt baixa permeabilitat i alta capil·laritat). Reduïria la infiltració d'aigua cap a baix i la difusió de gasos cap amunt. Seria similar a l'actual, que podria ser parcialment reutilitzada. La capa intermèdia constaria d'un nivell de grava de riu netes entre capes de sorra, que actuarien com a filtres. Aquesta capa tindria tres funcions: assegurar que la capa inferior es mantingui saturada (per impedir la retracció i la difusió de gasos), drenar lateralment l'aigua que arribés des de la capa superior i actuar com a barrera contra la biointrusió (arrels de plantes i caus de rosegadors). La capa superior seria de sòl i serviria per reduir (però no eliminar) la infiltració i allotjaria les arrels de plantes. Les capes superposades també disminuirien el risc degut a ingestió, inhalació de partícules i contacte dèrmic, que són les que més contribueixen a l'indicador de risc en l'escenari exterior.
2. Es recomana accelerar la consolidació mecànica dels residus. La seva digestió provoca una important pèrdua de volum de sòlid que afavoreix l'assentament del terreny. A mig termini, això pot comportar danys a la capa impermeable. Per tal d'evitar-ho, es pot consolidar el terreny, bé per extracció d'aigua dels vasos del dipòsit, bé per pre-càrrega, o bé per un sistema mixt.
3. Sota el sistema d'impermeabilització s'hauria de posar un sistema d'extracció de gasos que garanteixi que el dipòsit es trobi permanentment a una pressió lleugerament per sota de l'atmosfèrica.
4. Aigües amunt del dipòsit caldria instal·lar pous de bombeig per minimitzar les entrades d'aigua des dels aquífers superficial i profund.
5. El dipòsit de residus hauria de tenir un sistema de monitoreig semblant a l'actual pel que fa a les aigües subterrànies (cal optimitzar la xarxa de control, incloent punts de mesura de nivells, mostreig d'aigua i paràmetres a analitzar i freqüència) i millorat pel que fa al control del sòl-gas.

#### 5.- RECOMANACIONS I IMPLICACIONS AL PLA URBANÍSTIC

En principi, la presència del dipòsit de residus no té gaires implicacions pel que fa a les previsions del pla urbanístic. S'ha dut a terme una AQR amb tres escenaris interiors fora del recinte del dipòsit que consideren escenaris residencials (RH4), llar d'infants (RH5) i industrial/comercial (RH6). Els escenaris plantejats per a la situació futura segons el plantejament urbanístic previst (Figura R.5) presenten un risc calculat a partir de les mesures realitzades que és admissible.



Figura R.5.- Escenaris considerats (emmarcats amb línies de colors) i pla urbanístic previst (zones de color) dins i al voltant del dipòsit.

Aquests escenaris consideren una edificació tipificada que està a sobre dels punts SG i es modelitzen els vapors a l'interior de l'edificació per la base. Aquest enfocament d'escenari és més conservatiu que el real, ja que es planteja que no hi

haurà pàrquings subterranis i proposa unes pautes d'exposició molt superiors al possible ús real d'un pàrquing subterrani.

S'ha elaborat també un escenari recreatiu futur (RH7) totalment exterior, que considera l'exposició al sòl superficial analitzat (ingestió, inhalació partícules i contacte dèrmic), les emissions sobre el dipòsit i l'efecte de la xemeneia, tant per infants com d'adults, amb unes pautes més estrictes que RH1.

L'avaluació dels indicadors de risc sistèmic i cancerigen aplicant la metodologia AQR descrita en la memòria final mostra uns indicadors de risc admissibles per tots els escenaris futurs (RH4, RH5, RH6 i RH7).

Aquests resultats venen lligats a la distribució d'escenaris de la Figura R.5, on l'escenari RH7 és totalment exterior (no es plantegen habitatges ni edificis que puguin acumular vapors) i permetria només equipaments exteriors. Els escenaris amb espais interiors es plantegen només a les zones fora del dipòsit. La Figura R.5 mostra els diversos usos potencials del terreny i els escenaris admissibles.

Amb el conjunt de dades existents, que mostren uns indicadors de risc admissible, tant en els usos actuals com en els escenaris futurs plantejats, es pot assegurar que la presència dels residus dins del dipòsit suposa uns nivells de risc admissibles tant pels usos actuals com per als possibles usos futurs considerats. Mentre que el fet d'extreure i transportar els residus que actualment es troben dins del dipòsit implicaria una major exposició al contaminants per part dels receptors.

Per tant, no és necessari efectuar accions correctives especials fora del dipòsit, tals com pantalles que limitin el transport lateral de vapors.

L'escenari RH7 és el que dona els indicadors admissibles més alts, tot i que clarament per sota del límit màxim acceptat. Tot i així, l'aplicació d'un tractament multicapa del dipòsit proposat disminuiria més els indicadors de risc, ja que reduiria encara més les possibilitats de transmissió de contaminants per via oral, inhalació i dèrmica.

L'adequació del dipòsit implicaria la instal·lació d'unes vies controlades d'evacuació de gasos i vapors, que suposaria també un menor impacte sobre les emissions a sobre del dipòsit i també lateralment.

Es recomana el mostreig de gasos dels punts de sòl-gas (SG) al voltant del dipòsit abans i després de l'actuació per constatar que els valors mesurats en l'exterior es mantenen dins de nivells d'ordre de magnitud similar.

A partir de l'AQR dels escenaris futurs vinculats o no al pla urbanístic, les recomanacions a tenir en compte són les següents:

1. Cap edificació sobre del dipòsit. Això està també motivat per no provocar danys a la nova capa impermeable que s'instal·laria a sobre del dipòsit.

2. Garantir l'estanqueïtat de les xarxes soterrades (abastament, clavegueram, pluvials, rec, ...). Normalment aquestes conduccions són poc estanques, la qual cosa no és gaire important en ambients urbans normals, però sí que ho és aquí.
3. Caldrà evitar la construcció soterranis a les zones on el nivell freàtic es troba molt proper (< 5 m) a la superfície del terreny per evitar possibles filtracions d'aigua en els mateixos (est, sud-est i sud).

Cerdanyola del Vallès, 1 d'octubre de 2012.

Dr. Enginyer de Camins C i P  
Professor investigador IDAEA-CSIC

Dr. Ciències Químiques  
Catedràtic Enginyeria Química UPC

**2. DICTAMEN CONJUNT HIDROGEOLÒGIC, D'EMISSIÓ DE GASOS I ANÀLISI  
QUANTITATIVA DE RISC DE CAN PLANAS. AMPHOS 21 – DOCTORS J.  
CARRERA I J. DE PABLO (DESEMBRE DE 2012)**



## DICTAMEN CONJUNT HIDROGEOLÒGIC, D'EMISSIÓ DE GASOS I ANÀLISI QUANTITATIVA DE RISC DE CAN PLANAS

### 1.- INTRODUCCIÓ

Part dels terrenys del Centre Direccional de Cerdanyola del Vallès a la zona de Can Planas es troben ocupats per un antic dipòsit legalitzat de residus industrials i residus inerts que ocupa una superfície de 182.500 m<sup>2</sup>. L'origen d'aquest dipòsit rau en una antiga explotació d'argiles que va donar lloc a la formació de tres cubetes de fondària de fins a 40 m.

Al 1979 ja es feia reblliment incontrolat a l'extrem nord de la cubeta Nord – Est. A la vista de la situació de contaminació creada, l'any 1981, l'Ajuntament de Cerdanyola va sol·licitar a la llavors Corporació Metropolitana de Barcelona (CMB) que es fes càrrec de la remediació de la zona.

Mitjançant el projecte “Proyecto de acondicionamiento de unos terrenos situados en Cerdanyola para su posterior relleno mediante vertido controlado”, aquestes cubetes, van ser posteriorment utilitzades com a dipòsit de residus de construcció, demolició i residus industrials diversos per l'Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus en el període 1982-1995.

A partir de la clausura del dipòsit al 1995, s'han realitzat nombrosos treballs encarregats a diferents empreses i entitats per tal de caracteritzar els residus, el flux de l'aigua subterrània, la composició dels gasos i el risc que pot suposar per la salut humana. Entre aquests destaca l'estudi d'IDOM, en el que es recomana una solució de recuperació ambiental a nivell d'avantprojecte.

A 5 d'octubre de 2010 el Consorci aprova l'expedient de contractació per a la redacció del projecte executiu per a aquesta alternativa. A 24 de gener de 2011 l'Ajuntament de Cerdanyola del Vallès demana una segona opinió tècnica a partir de la diagnosi realitzada per IDOM.

El present document correspon al dictamen conjunt d'aquesta segona opinió, que se centra en la hidrogeologia de l'emplaçament, l'emissió de gasos i l'anàlisi quantitativa de risc (AQR) per a la salut humana.

### 2.- ESTUDI HIDROGEOLÒGIC

#### 2.1.- Treballs realitzats

En el marc del coneixement hidrogeològic del dipòsit de Can Planas i el seu entorn s'han realitzat nombrosos estudis d'índole i abast ben diferent els 10 últims anys. La primera tasca duta a terme ha estat la revisió a fons de la informació disponible relativa a la geologia del subsòl i al funcionament hidrogeològic de l'entorn de Can Planas.

Pel que fa a la geologia, s'ha sintetitzat la informació procedent dels diversos estudis, incloent-hi els sondejos geotècnics, de qualitat del sòl, els piezòmetres antics, els sondejos i piezòmetres recents de dins i fora del dipòsit i altra informació. Sobre el funcionament hidrogeològic, la informació emprada ha estat la dels piezòmetres instal·lats des de 2003 fins al 2009, uns 30 en total, així com dels pous del voltant. S'ha valorat tant la distribució espacial del nivell freàtic com la seva evolució temporal. També s'ha estudiat la qualitat de l'aigua en tots els punts, dins i fora del dipòsit.

La revisió d'aquesta informació, juntament amb la lectura crítica dels informes previs van conduir a l'elaboració d'un model conceptual de funcionament hidrogeològic de l'entorn de Can Planas. Aquest model pretenia explicar el comportament observat en els piezòmetres i en la surgència de lixiviat al NE del dipòsit, vora el torrent de Can Magrans. També però, va posar de manifest que el coneixement hidrogeològic es recolzava sobre algunes hipòtesis que caldria confirmar o desmentir, i que podrien fer variar substancialment el model de funcionament, i per tant, les mesures i implicacions de la presència del dipòsit de residus.

Això va conduir a la planificació i execució d'una àmplia campanya d'adquisició de dades del subsòl per poder minimitzar les hipòtesis i actualitzar l'estat d'afecció del dipòsit i del seu entorn. Els treballs de caracterització addicional s'han realitzat entre juny i juliol de 2012 i han consistit en:

- 12 sondejos nous equipats com a piezòmetres, tots fora dels límits del dipòsit per a millorar el coneixement de la hidrogeologia, i el grau de connexió del dipòsit amb el terreny natural.
- Campanya de topografia de tots els punts
- 16 perfils de testificació geofísica en sondejos nous i vells, fora del dipòsit per a determinar la posició i continuïtat dels nivells més sorrencs
- 30 perfils verticals de temperatura i salinitat en els piezòmetres de dins i fora del dipòsit per a veure variacions en profunditat.
- 25 assajos hidràulics (bombament, recuperació, observació en pou o en piezòmetre) per a valorar la permeabilitat del terreny.
- Seguiment en continu de l'evolució del nivell freàtic mitjançant 10 equips automàtics durant 2 mesos.



- Cartografia de rieres i torrents.
- Mesures manuals de nivells en tots els punts d'aigua (piezòmetres, pous, dipòsit de lixiviat, etc) i elaboració de piezometries, al juny i al setembre.
- 4 assaigs de capacitat d'infiltració del terreny.
- Presa de 46 mostres d'aigua per a l'anàlisi química completa.

Totes les dades han estat revisades i processades amb mètodes establerts per a estudis hidrogeològics. També s'ha realitzat un processament estadístic de les dades de química de l'aigua subterrània i s'ha construït un model numèric de flux d'aigua subterrània, per tal d'integrar totes aquestes dades de forma quantitativa.

## 2.2.- Resultats

### Resultats pel que fa a la geologia i nivell freàtic

Els registres geològics històrics i recents al voltant del dipòsit confirmen la predominança de terrenys llimosos i argilosos amb nivells més sorrencs primis i no gaire continus. Els nivells de sorra són més abundants i, per tant, el terreny més permeable al nord i nord est, al llarg del torrent de Can Magrans. En canvi, a l'oest, sud i sud-est, les sorres són més escasses.

En general, es poden individualitzar dos nivells més sorrencs, que aquí direm aquí aquífers, separats per un nivell predominantment argilós i força continu que els separa. L'inferior es troba per sota dels 80 metres sobre el nivell del mar (msnm) i el superior per sobre dels 95 msnm, aproximadament.

El resultat net és que tots els assajos hidràulics mostren valors de transmissivitat gairebé sempre molt inferiors a 1 m<sup>2</sup>/d, és a dir per sota del que s'anomenaria aquí aquífer. L'única excepció són els punts més productius a prop del torrent i a l'aquífer profund. De fet, els assajos han permès corroborar la connexió entre dos piezòmetres de l'aquífer profund. No s'ha arribat a detectar, però, cap connexió directa entre els piezòmetres de l'aquífer superficial ni amb els del vas, ni amb el bombament al pou de la masia Can Planas de 4,5 dies de durada a 3 l/s (ubicat a l'altre costat del torrent).

Pel que fa als nivells d'aigua, els de l'aquífer inferior varien de manera suau, la qual cosa confirma el seu caràcter regional i captiu, confinat per les argiles. D'altra banda, l'aquífer superior funciona com si fos lliure, amb nivells condicionats en bona part per la topografia, denotant un comportament més local, amb pendents força més importants (Figura D.1). El fons del dipòsit arriba a la cota 70 msnm. Això implica que a la fase extractiva de les argiles es va excavar la capa que separava els dos aquífers i els va posar en contacte.

El monitoreig de l'evolució temporal dels nivells mostra canvis poc significatius entre Juny i Setembre. S'observa un descens generalitzat dels nivells d'alguns decímetres, més acusat aigües avall de l'aquífer superior i poc important aigües

amunt i a tot l'aquífer inferior. Això reflecteix que l'estiu ha estat molt sec. Seria bo continuar el monitoreig en el marc de la xarxa de control que s'estableixi.

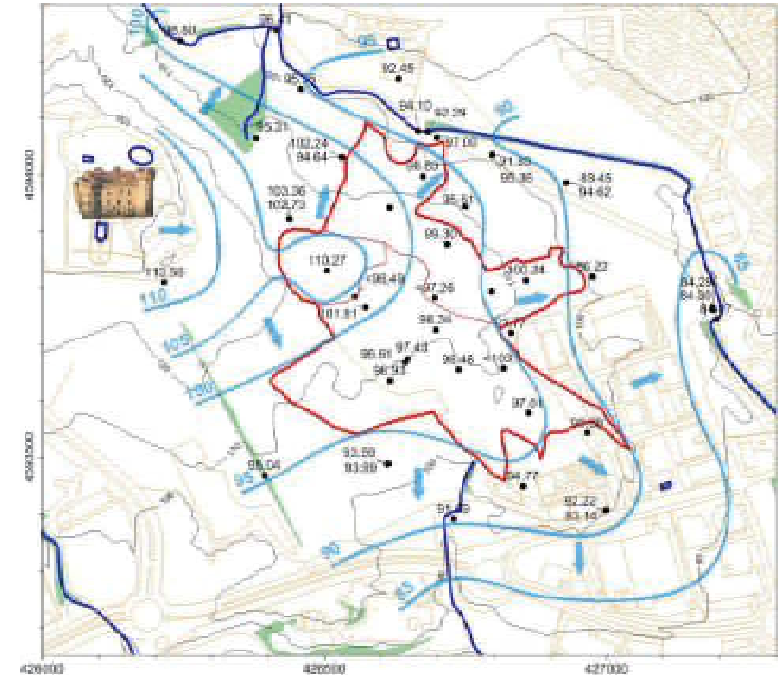


Figura D.1.- Mapa piezomètric de l'aquífer superior a juny de 2012 (valors en metres sobre el nivell del mar: msnm). Els punts amb dos valors mesuren el nivell en els dos aquífers (dalt, superior; baix, inferior).

### Resultats pel que fa a la qualitat de l'aigua

La campanya exhaustiva de mostreig de tots els punts d'aigua i l'anàlisi de components majoritaris, minoritaris, metalls i orgànics condueixen a les següents observacions:

- Elevats continguts en sals i orgànics a l'aigua de dins del dipòsit, encara que amb composicions molt heterogènies i predominança de sals a la cubeta sud.
- Composicions pràcticament naturals en els punts de fora del dipòsit. Els punts situats aigües avall (NE i SE), a poca distància del vas, mostren salinitat lleugerament més alta que la dels punts situats més lluny, la qual cosa implica barreja de l'aigua natural amb aigua procedent del dipòsit (Figura D.2). Tot i això, les concentracions de contaminants orgànics i



metalls estan gairebé sempre per sota del límit de detecció, la qual cosa és coherent amb la degradació dels contaminats orgànics i amb la baixa mobilitat de metalls en aquest tipus de terrenys.

- Cap afecció a les aigües superficials.



Figura D.2.- Distribució de la salinitat (conductivitat elèctrica en mS/cm) a totes les mostres d'aigua el juny de 2012. Els punts amb dos valors és la mesura en els dos aqüífers (dalt, superior; baix, inferior).

Una anàlisi estadística multivariable de les dades de química, mostra que no hi ha una pauta general d'evolució en la qualitat de l'aigua. El contrast entre les aigües de dins i de fora del dipòsit és molt gran i les aigües de dins són molt heterogènies per determinar els termes extrems de barreja. Utilitzant 7 espècies químiques són necessàries 4 aigües extrem per a ajustar el 93 % de la variabilitat. Es conclou que la majoria de les aigües de fora tenen un percentatge nul de les aigües de dins i algunes, només una petita porció, qualitativament comparable a la que es dedueix de la distribució de salinitat de la Figura D.2.

### Model conceptual de funcionament

Les principals conclusions de les observacions són (Figura D.3):

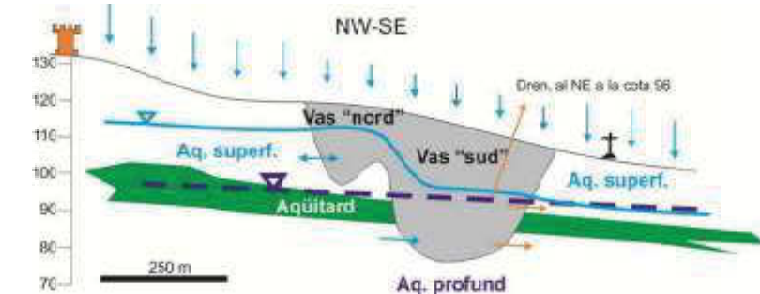


Figura D.3.- Secció esquemàtica del funcionament hidrodinàmic dels vasos "nord" i "sud". La trama verda representa un paquet més argilós entre els 85 i 95 msnm, que separaria l'aqüífer superior de l'inferior.

- La litologia predominant al voltant del vas són les argiles però amb nivells de sorres que fan que la circulació d'aigua subterrània sigui petita però no negligible.
- El dipòsit té tres vasos, el "nord" és petit i molt elevat, només tindria connexió amb l'aqüífer superior. El fet de que tingui sempre el nivell freàtic tant elevat indica que és poc permeable i que majorment només rep aigua des de dalt, provinent de la infiltració d'aigua de pluja.
- Els vasos "W" i "sud" són prou profunds per estar en contacte amb els dos aqüífers. El seu nivell freàtic està entre 95 i 97 msnm, això indica que probablement estan connectats entre sí.
- Aquesta cota és aproximadament la cota del nivell piezomètric de l'aqüífer profund (molt constant en el temps) i també la cota aproximada del drenatge.
- La sortida d'aigua dels vasos "sud" i "W" té lloc pel bombament dels pous de lixiviats (negligible), pel drenatge al cantó del torrent de Can Magrans (amb un cabal variable entre 4 i 10 m<sup>3</sup>/d en els últims anys), cap al mateix torrent de forma difusa (freatòfites) i cap als dos aqüífers aigües avall (molt poc i molt lentament, vista la curta distància de l'afecció, però no negligible). En total s'estimen unes sortides subterrànies entre 2 i 8 m<sup>3</sup>/d.
- Les entrades serien per infiltració d'aigua de pluja (probablement la infiltració és baixa, de l'ordre de 15 mm/any, però l'extensió és gran, 15 ha, el que comporta un cabal de 2 a 6 m<sup>3</sup>/d), subterrànies des de l'aqüífer superficial (poc important en comparació amb les altres entrades, donada la piezometria aigües amunt) i subterrànies des de l'aqüífer profund (de 4 a 12 m<sup>3</sup>/d).
- Les entrades i sortides subterrànies són febles i força constants en el temps.





- El dren actua com un sobreeixidor i fa que el freàtic no pugi gaire per sobre d'aquesta cota, que a la vegada és similar al nivell piezomètric del profund ja que estan connectats pel mateix vas. El cabal del dren respon, de forma retardada i esmorteïda, a les condicions de pluja. Es podria dir que el cabal de base correspon a les entrades subterrànies al vas.

### 3.- ESTUDI DE GASOS I AQR

#### 3.1.- Treballs realitzats

##### Avaluació de treballs anteriors

S'ha realitzat la diagnosi del vector aire (composició del sòl-gas, estudis dispersió i qualitat d'aire atmosfèric) en diversos estudis anteriors, principalment en l'estudi realitzat per IDOM. En aquest estudi es van realitzar anàlisis de qualitat i exhaustives de sòls, residus, aigües subterrànies i lixiviats que han permès identificar els volàtils lligats a aquestes fases i que permeten un bon disseny del mostreig de volàtils respecte als punts potencialment més contaminats.

Considerant els resultats d'aquest i altres antecedents, s'ha constatat, a més, que:

- Calia millorar la sensibilitat de les mesures de contaminants en alguns punts de l'entorn del dipòsit, ja que és un aspecte que no s'inclou en anteriors treballs tot i que se cita com important. A tal efecte s'han realitzat noves perforacions per mesurar els contaminants en el sòl-gas (volàtils, amoníac i àcid sulfhídric) a l'entorn del dipòsit.
- Les mesures d'immissió fora del dipòsit permeten avaluar la qualitat de l'aire a l'entorn del dipòsit en escenaris urbans i industrials i comprovar si la modelització de dispersió és prou conservativa.
- Calia realitzar mesures d'emissió procedents del dipòsit que permetessin el càlcul de concentracions per avaluar el risc actual i la simulació de dispersió de contaminants en l'aire per a receptors a l'entorn de l'emplaçament.

Respecte la valoració de l'anàlisi de risc:

- Calia millorar l'avaluació pels receptors esporàdics sobre el dipòsit i per als receptors habituals al voltant del dipòsit.
- Per a la valoració del pla urbanístic, dins del dipòsit es detectà risc inacceptable de forma quantificada per la inhalació de vapors (en ambients interiors i exteriors) provinents del material de rebliment i sòl-gas en sectors situats totalment sobre el vas del dipòsit.

Per poder donar resposta als aspectes comentats anteriorment es van dur a terme els següents mostrejos (Figura D.4):

- 14 mostres per a determinar els contaminants en el sòl superficial sobre el dipòsit (codi SS) per a poder quantificar convenientment el risc de la situació actual.
- Instal·lació de 4 punts de mesura per a mostreig de volàtils i gasos per determinar les concentracions d'immissió a l'entorn del dipòsit (codi PI), determinació de fluxos d'emissió en 5 punts sobre el dipòsit (codi FG), determinació de volàtils i gasos en el sòl-gas en 2 punts existents i 5 punts nous a l'entorn del dipòsit (codi SG) i mesura del cabal de la xemeneia S-4.
- Mostreig d'aigua subterrània (Pz) a l'entorn del dipòsit, ja descrit a l'anterior apartat.
- Totes les anàlisis es van dimensionar per tal de poder assolir uns nivells que permetessin avaluar el risc per la salut humana i/o tenir dades de partida prou sensibles per la modelització de concentracions en medi receptor.

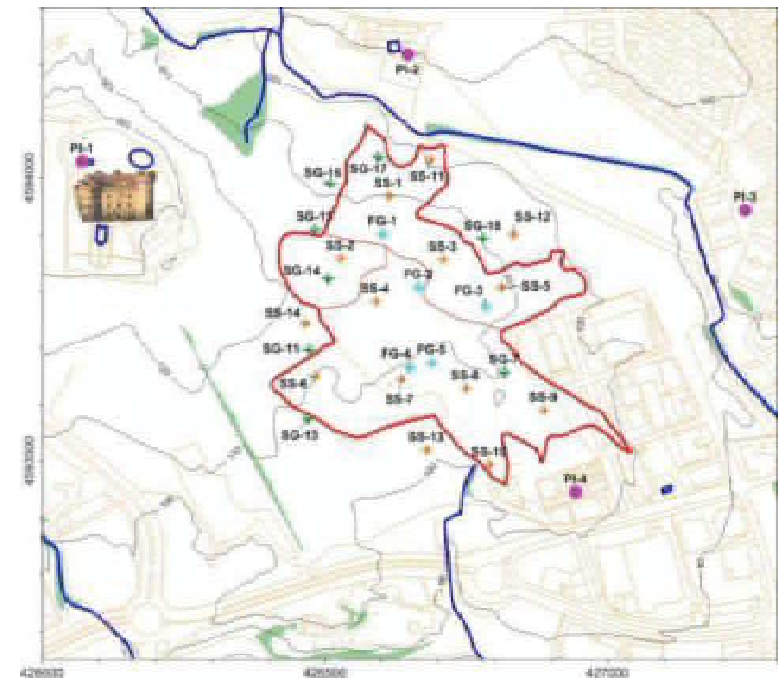


Figura D.4.- Localització al voltant del dipòsit dels punts de mostreig duts a terme per l'avaluació de gasos i AQR (FG- flux de gas; SG- sòl-gas; SS- sòl superficials; PI- punts mesura immissió).



Per altra banda, en la nova avaluació de risc es considera un ús recreatiu en escenari exterior com a escenari plausible de partida sobre del dipòsit.

### 3.2.- Resultats

#### Resultats de les noves analítiques i mesures plantejades

Els estudis de sòls superficials han demostrat que a la majoria de mostres s'ha detectat la presència de substàncies contaminants en un concentració inferior a l'establerta per als nivells genèrics de referència (NGR) d'altres usos del Reial Decret 9/2005 i, pel cas d'elements, aquests estan per sota dels valors del marc tècnic de l'Agència de Residus de Catalunya fet que indica una bona qualitat dels sòls amb molt poca afectació superficial.

En el cas dels contaminants en aire atmosfèric (immissió), a nivell quantitatiu s'observa una bona qualitat de l'aire en tots els punts mostrejats, ja que els nivells de contaminants són baixos en comparació amb els establerts als marcs tècnics i legals (cas del benzè).

Una zona urbana-industrial com la de Cerdanyola del Vallès té múltiples focus de contaminants, no solament el dipòsit. Per tant, tot i que alguns volàtils detectats concorden amb els contaminants presents en el sòl-gas, sòl i aigües subterrànies trobades al dipòsit, la seva presència no implica necessàriament un impacte degut al mateix. Això està suportat per l'estudi realitzat pel Laboratori del Centre de Medi Ambient (LCMA-UPC) que no ha trobat una correlació entre els contaminants de les immissions amb els contaminants del dipòsit en base a l'estudi dels vents. Tot i això, s'han considerat tots els contaminants mesurats com a dades per dur a terme una exhaustiva avaluació de risc.

En el cas de contaminants en sòl-gas s'han trobat valors totals de volàtils de  $7.190 \pm 2.100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dins del perímetre del dipòsit i  $1.830 \pm 390 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fora.

En el cas dels gasos  $\text{H}_2\text{S}$  i  $\text{NH}_3$  s'han trobat valors per sota de 1 ppm ( $1.390 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 3 ppm ( $2.080 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), respectivament, en totes les mostres de pous SG.

En el cas de les aigües subterrànies s'han considerat les mostres que tenien presència de volàtils entre totes les analitzades en la campanya de juny de 2012 i que podien afectar als escenaris per efecte dels vapors i així poder-los modelitzar.

La mesura del velocitat de sortida de gasos de la xemeneia va donar un valor d'uns 3 cm/s, dada que s'ha utilitzat per combinar amb les dades de mesures de volàtils existents procedents dels controls periòdics.

#### Resultats AQR escenaris actuals

S'ha elaborat un escenari recreatiu actual (RH1) que considera l'exposició al sòl superficial analitzat (ingestió, inhalació partícules i contacte dèrmic), les emissions sobre el dipòsit i l'efecte de la xemeneia S-4, tant per a infants com per a adults.

En calcular les concentracions de volàtils a sobre del dipòsit a partir de les emissions, es constata que els nivells calculats són inferiors als mesurats fora del dipòsit (valors PI), fet que recolza l'efecte negligible que tenen els volàtils del dipòsit sobre els valors d'immissió.

S'han elaborat dos escenaris actuals fora del dipòsit, un que considera l'ús urbà a Cerdanyola (RH2) i un altre que considera l'activitat al Parc Tecnològic del Vallès (RH3). En RH2 i RH3 s'han considerat totes les concentracions de contaminants detectades en les mesures d'immissió i en RH3 s'ha afegit, a més, l'efecte de la possible presència de contaminants a l'aigua subterrània més propera.

El càlcul dels indicadors de risc sistèmic i cancerigen realitzat mitjançant la metodologia estàndard d'avaluació de risc, mostra uns indicadors de risc acceptables per tots els escenaris actuals (RH1, RH2 i RH3).

#### 4.- CONCLUSIONS I RECOMANACIONS SEGONS L'ESTAT ACTUAL

##### 4.1.- Valoració estat actual

El dipòsit de residus de Can Planas conté en el seu interior un ampli ventall de contaminants orgànics i inorgànics. Tanmateix, de l'estudi d'aigües subterrànies i aire es dedueix que els fluxos de sortida de contaminants són petits i les concentracions mesurades són inferiors als límits permesos.

Pel que fa a les aigües subterrànies, a la cubeta alta o "nord", la permeabilitat dels residus és més petita que la dels sediments que els envolten, de manera que els nivells formen un domus piezomètric, malgrat que la infiltració d'aigua a sobre del dipòsit sigui menor que al terreny natural. Els residus dels vasos "sud" i "W" estan connectats hidràulicament amb el terreny natural, però en conjunt, tampoc són gaire permeables. Això minimitza el flux d'aigua cap al subsòl, l'aigua queda retinguda als vasos i sobreix pel drenatge, al cantó del torrent de Can Magrans. D'aquesta manera les sortides subterrànies es dilueixen amb la recàrrega natural. Aquesta dilució amb aigües aeròbiques afavoreix la degradació dels contaminants orgànics. A més, les condicions geoquímiques asseguren una baixa mobilitat dels metalls. El resultat net és que, tot i que s'han detectat aigües que surten del dipòsit en els piezòmetres adjacents, la concentració de contaminants és notablement inferior als límits establerts per l'administració.

Pel que fa a l'aire, els fluxos de contaminants detectats són baixos. Això indica una significativa degradació del contaminants orgànics que estaven originalment al



dipòsit i/o un funcionament raonable del sistema d'impermeabilització. Els valors d'immissió mesurats al voltant del dipòsit (PI) indiquen novament una influència negligible de les emissions mesurades a sobre del dipòsit.

L'avaluació de risc químic per a la salut humana per a la situació actual tant per a receptors situats sobre el dipòsit com als voltants d'aquest ha generat uns valors de risc acceptable en tots els escenaris considerats.

Cal concloure, doncs, que la situació actual del dipòsit confinat de residus és acceptable des del punt de vista del risc per a les persones tant en la seva situació actual com en els escenaris futurs de planejament que s'han considerat. Tot i això, el present informe proposa una sèrie d'actuacions de millora sobre dos aspectes concrets. Per una banda, la barrera impermeable actual que cobreix el dipòsit es troba massa exposada i podria esquarterar-se, bé per assecament i retracció en un estiu molt sec o bé per assentament quan avanci la digestió dels residus (encara que negligible segons dades de l'AMB) o per erosió. Això afavoriria l'augment tant de l'entrada d'aigua de pluja (i, per tant, la sortida d'aigua contaminada) com de la sortida de gasos. Per altra banda, el vessament d'aigua del dipòsit, que ara es recull en el drenatge, és una font de risc que convé minimitzar. Amb aquestes consideracions, l'opció que garanteix un menor risc és la de millorar el sistema de confinament dels residus.

#### 4.2.- Recomanacions per dur a terme la millora

Es recomana construir un sistema d'impermeabilització a sobre de tota l'extensió del dipòsit. El sistema d'impermeabilització ha d'ésser objecte d'un projecte específic. Aquí, s'esmenten algunes consideracions mínimes sobre aquesta actuació (Figura D.5).

Es recomana un sistema de triple capa. La capa inferior seria pròpiament "impermeable" (molt baixa permeabilitat i alta capil·laritat). Reduiria la infiltració d'aigua cap a baix i la difusió de gasos cap amunt. Seria similar a l'actual, que podria ser parcialment reutilitzada. La capa intermèdia constaria d'un nivell de graves netes entre capes de sorra, que actuarien com a filtres. Aquesta capa tindria tres funcions: assegurar que la capa inferior es mantingui saturada (per impedir la retracció i la difusió de gasos), drenar lateralment l'aigua que arriba des de la capa superior i actuar com a barrera contra la biointrusió (arrels de plantes i caus de rosegadors). La capa superior seria de sòl i serviria per reduir (però no eliminar) la infiltració i allotjaria les arrels de plantes. Les capes superposades també disminuirien el risc degut a ingestió, inhalació de partícules i contacte dèrmic, que són les que més contribueixen a l'indicador de risc en l'escenari exterior.

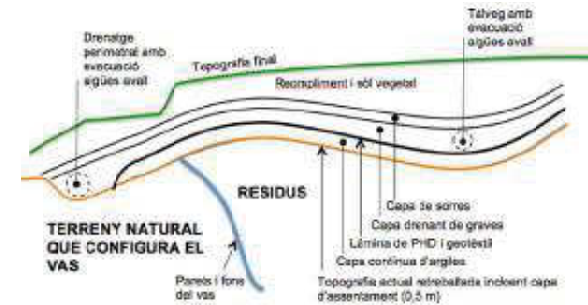


Figura D.5.- Esquema del sistema d'impermeabilització a construir a sobre del dipòsit.

Es recomana accelerar la consolidació mecànica dels residus. La seva digestió provoca una important pèrdua de volum de sòlid que afavoreix l'assentament del terreny. A mig termini, això pot comportar danys a la capa impermeable. Per tal d'evitar-ho, es pot consolidar el terreny, bé per extracció d'aigua dels vasos del dipòsit, bé per pre-càrrega, o bé per un sistema mixt. La millor manera d'accelerar la consolidació definitiva és mitjançant el bombament de llixiviats de tot el vas durant un període de temps raonable. Encara que no s'extregui molt fluid, si es manté la pressió hidrostàtica baixa durant un temps, el terreny es consolidarà.

Sota el sistema d'impermeabilització s'hauria de posar un sistema d'extracció de gasos que garanteixi que el dipòsit es trobi permanentment a una pressió lleugerament per sota de l'atmosfèrica. El sistema d'extracció de gasos podria utilitzar els pous que s'haguessin construït per extreure llixiviats. Tots els punts de captació de gasos seran conduïts cap a una xarxa col·lectora instal·lada dins de la capa drenant de graves per a ser finalment evacuats fora del dipòsit (Figura D.6.). Quan el sistema d'extracció estigui instal·lat s'haurà de valorar la necessitat d'un sistema de tractament per aquests gasos.

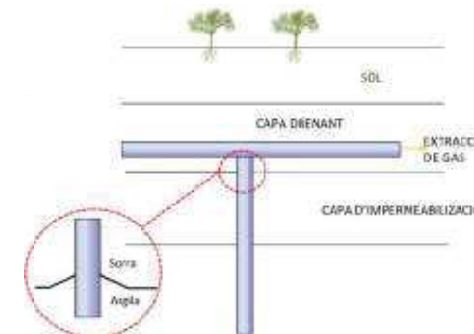


Figura D.6.- Esquema de la captació i canalització dels gasos.



Aigües amunt del dipòsit cal instal·lar pous de bombeig per minimitzar les entrades d'aigua des dels aquífers superficial i profund. La barrera hidràulica consistirà en uns 7 pous convencionals alineats entre el castell i el torrent de Can Magrans. Donada la dificultat en treure aigua d'aquest medi poc permeable, els pous hauran de ser de diàmetre gran (perforació a 400 mm i acabat a 220 mm aproximadament) i a una profunditat que arribi a la cota 70 msnm. Els pous s'equiparan amb bomba i sensor de nivell que permetin el funcionament automàtic que garanteixi mantenir el nivell de l'aigua subterrània, a l'indret de la barrera, a la cota de 90 msnm aproximadament (Figura D.7).

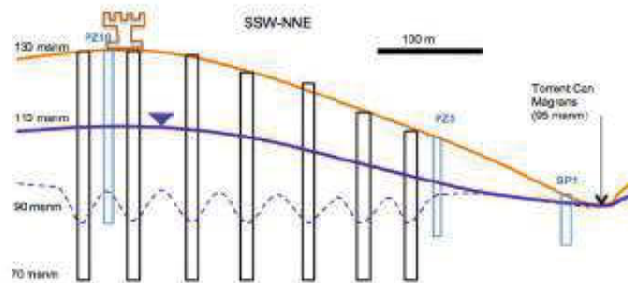


Figura D.7.- Esquema del sistema de pous per a una barrera hidràulica al nord del dipòsit.

La barrera hidràulica se situarà aigües amunt del dipòsit, a una distància mínima d'algunes desenes de metres. La ubicació precisa no és important, es podrà adaptar una mica als usos futurs de la zona. Es proposa que aproximadament, la barrera hauria de seguir l'alineament entre els piezòmetres PZ-10 i PZ-5 (Figura D.8).

El dipòsit de residus hauria de tenir un sistema de monitoreig semblant a l'actual pel que fa a les aigües subterrànies (cal optimitzar la xarxa de control, incloent punts de mesura de nivells, mostreig d'aigua i paràmetres a analitzar i freqüència) i millorat pel que fa al control del sòl-gas. La xarxa de monitoreig d'aigües subterrànies es detalla a la secció 6.

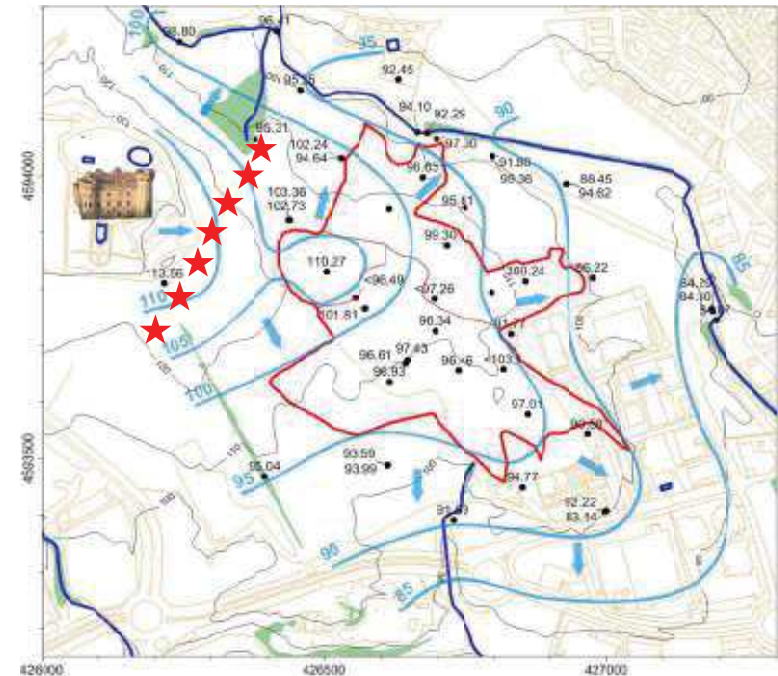


Figura D.8.- Ubicació recomanada dels 7 pous per a generar una barrera hidràulica al nord-oest del dipòsit.

## 5.- RECOMANACIONS I IMPLICACIONS AL PLA URBANÍSTIC

S'ha dut a terme una AQR amb tres escenaris interiors fora del recinte del dipòsit que consideren escenaris residencials (RH4), llar d'infants (RH5) i industrial/comercial (RH6). Els escenaris plantejats per a la situació futura segons el plantejament urbanístic previst presenten un risc calculat a partir de les mesures realitzades que és acceptable.

Aquests escenaris consideren una edificació tipificada que està a sobre dels punts de control de gas SG i es modelitzen els vapors a l'interior de l'edificació per la base. Aquest enfocament d'escenari és més conservatiu que el real, ja que es planteja que no hi haurà pàrquings subterranis i proposa unes pautes d'exposició molt superiors al possible ús real d'un pàrquing subterrani.

S'ha elaborat també un escenari recreatiu futur (RH7) totalment exterior, que considera l'exposició al sòl superficial analitzat (ingestió, inhalació partícules i



contacte dèrmic), les emissions sobre el dipòsit i l'efecte de la xemeneia, tant per infants com d'adults, amb unes pautes més estrictes que en RH1.

L'avaluació dels indicadors de risc sistèmic i cancerigen mostra uns indicadors de risc acceptable per tots els escenaris futurs (RH4, RH5, RH6 i RH7).

Aquests resultats permeten definir una distribució d'usos admissibles tal i com es mostra a la Figura R.5, on la zona d'ús recreatiu/lúdic és totalment exterior (no es plantegen habitatges ni edificis que puguin acumular vapors) i permetria només equipaments exteriors a sobre del dipòsit. Els usos amb espais interiors es plantegen només a les zones fora del dipòsit.

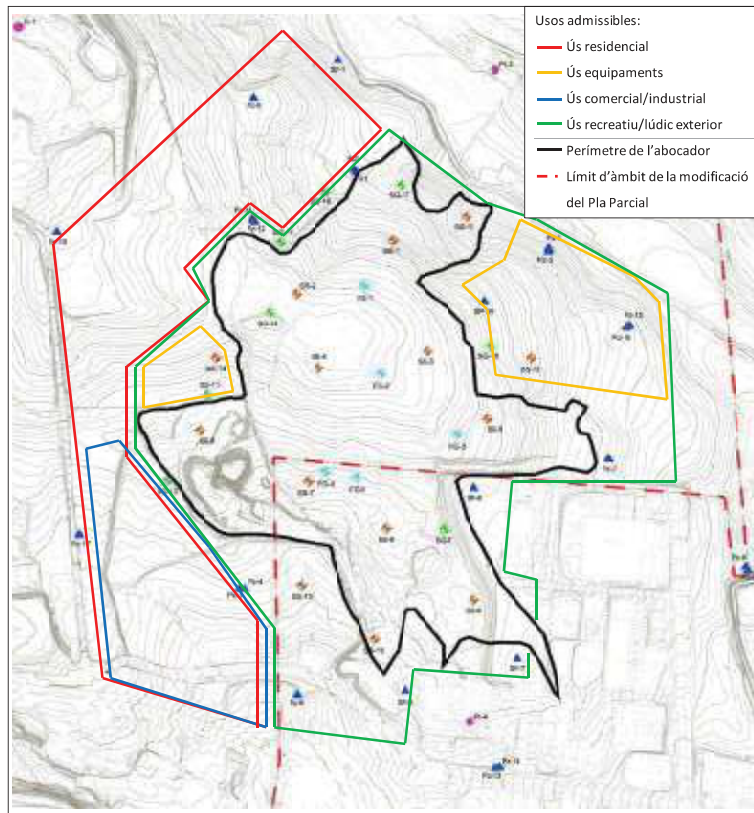


Figura R.5.- Usos admissibles a sobre i al voltant del dipòsit segons resultats d'AQR.

Amb el conjunt de dades existents, que mostren uns indicadors de risc acceptable, tant en els usos actuals com en els escenaris futurs plantejats, es pot assegurar que la presència dels residus dins del dipòsit suposa uns nivells de risc acceptables tant pels usos actuals com per als possibles usos futurs considerats. Mentre que el fet d'extreure i transportar els residus que actualment es troben dins del dipòsit implicaria una major exposició al contaminants per part dels receptors.

Per tant, no és necessari efectuar accions correctives especials fora del dipòsit, tals com pantalles que limitin el transport lateral de vapors.

L'escenari RH7 és el que dona els indicadors acceptables més alts, tot i que clarament per sota del límit màxim acceptat. Tot i així, l'aplicació d'un tractament multicapa del dipòsit proposat disminuiria més els indicadors de risc, ja que reduiria encara més les possibilitats de transmissió de contaminants per via oral, inhalació i dèrmica.

L'adequació del dipòsit implicaria la instal·lació d'unes vies controlades d'evacuació de gasos i vapors, que suposaria també un menor impacte sobre les emissions a sobre del dipòsit i també lateralment.

A més, es recomana el mostreig de gasos dels nous punts de control de sòl-gas (SG) al voltant del dipòsit abans i després de l'actuació per constatar que els valors mesurats a l'exterior es mantenen dins de nivells d'ordre de magnitud similars als identificats en aquest estudi. També es recomana continuar amb el seguiment periòdic dels punts de control que actualment ja s'està realitzant. El pla de control de gasos recomanat es detalla a l'apartat següent.

A partir de l'avaluació dels escenaris futurs, les recomanacions a tenir en compte són les següents:

1. Cap edificació sobre el dipòsit. Això està també motivat per no provocar danys a la nova capa impermeable que s'instal·larà a sobre el dipòsit.
2. Garantir l'estanqueïtat de les xarxes soterrades (abastament, clavegueram, pluvials, rec, ...). Normalment aquestes conduccions són poc estanques, la qual cosa no és gaire important en ambients urbans normals, però sí que ho és aquí.
3. No fer excavacions profundes on el nivell freàtic es troba a poca fondària (5 m o menys), això inclou els sectors S, SE i E. Aquesta mesura és preventiva i va encaminada a no alterar el flux subterrani natural al voltant del dipòsit així com també a evitar possibles interaccions entre el subsòl i les edificacions u obres subterrànies en el cas d'ascensos naturals importants del nivell freàtic.



## 6.- PLA DE SEGUIMENT I CONTROL D'AIGÜES SUBTERRÀNIES I GASOS

### 6.1. Seguiment d'aigües subterrànies

En base al monitoreig històric de l'emplaçament i a la caracterització realitzada es proposa un control de nivells i de qualitat de l'aigua subterrània per a la situació actual, la fase de treballs i la fase urbanitzada futura.

La xarxa de control (punts, freqüència, paràmetres,...) ha de ser aprovada per l'autoritat competent, en aquest cas l'ARC i l'ACA. El coneixement adquirit d'aquest sistema permet d'establir un sistema de control que caldrà adaptar a l'estat del dipòsit. En l'estat actual, la Ponència Ambiental ja contempla una xarxa de control de les aigües subterrànies i l'anomena xarxa en la fase operacional.

La proposta de xarxa de seguiment es resumeix a la Taula D.1.

Taula D.1. Programa de seguiment i control d'aigües

	Paràmetres	Xarxa	Escenari		
			Actual	Obres	Futur
<b>Meteo</b>	Valors diaris de P, T,...	Nº estacions →	1	1	1
<b>Nivells</b>	Seguiment en continu de nivells	Nº piezos →	3	5	3
	Mesura manual nivell a tots els punts	Freqüència en mesos →	3	1	3
<b>Cabals</b>	Control cabal surgència	Freqüència en mesos →	0,25	0,25	1
	Control cabal en 3 punts <sup>(a)</sup> d'aigües superficials	Freqüència en mesos →	6	3	6
<b>Qualitat</b>	Control <u>intermedi</u> <sup>(2)</sup> surgència	Freqüència en mesos →	1	1	6
	Control <u>simple</u> <sup>(1)</sup> en 3 punts <sup>(a)</sup> d'aigües superficials i 10 punts <sup>(c)</sup> d'aigües subterrànies	Freqüència en mesos →	6	3	6
	Control <u>intermedi</u> <sup>(2)</sup> en 3 punts <sup>(a)</sup> d'aigües superficials i 10 punts <sup>(c)</sup> d'aigües subterrànies	Freqüència en mesos →	12	6	12
	Control <u>complet</u> <sup>(3)</sup> en 6 punts <sup>(b)</sup> d'aigües superficials i 40 punts <sup>(d)</sup> d'aigües subterrànies	Freqüència en mesos →	12	12	24

(1) Control simple es refereix a paràmetres organolèptics i fisicoquímics de camp (pH, Eh, CE, T, O<sub>2</sub>, Amoni)

(2) Control intermedi, endemés del simple, BTEX, halogenats, hidrocarburs totals per cadenes.

(3) Control complet, endemés de l'intermedi, ions majoritaris, metalls, paquet complet d'orgànics

(a) 2 punts al torrent de Can Magrans i 1 punt a la riera de Sant Cugat

(b) 3 punts al torrent de Can Magrans i 3 punts a la riera de Sant Cugat

(c) 10 entre aquests SP1, PZ5, PZ3, PZ2, Pou Can Planas, PZ15, PZ16, PZ7, PZ13, SP7, SP8, PZ6, PZ4, PZ17, PZ11 i N1.

(d) Tots els punts disponibles de dins i fora del dipòsit

## 6.2.- Seguiment de gasos

En base als resultats de qualitat de gasos, a la disponibilitat de punts de mesura i als resultats de les anàlisis quantitatives de risc realitzades es planteja un programa de seguiment de gasos que es divideix en tres fases: situació actual, durant execució d'obres (sobre i als voltants del dipòsit) i en fase d'explotació, tal i com es mostra a la Taula D.2.

Taula D.2. Programa de seguiment i control de gasos

Punt de control	Paràmetres	Mètode analític	Freqüència	Comentari
<b>Situació actual</b>				
Xemeneia existent	CH <sub>4</sub> , CO, SH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub>	Sonda multiparamètrica	Semestral	Revisat d'ARC (2010) i de programa actual de control d'AMB (2012).
SGs interior dipòsit: SG-2, SG-5, SG-6, SG-7, SG-11, SG-14, SG-17	CH <sub>4</sub> , CO, SH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> BTEX i organoclorats volàtils	Sonda multiparamètrica Preses de mostra amb tub carbó actiu i anàlisi per GC-MS		
SGs exteriors al dipòsit: SG-13, SG-15, SG-16, SG-18.	CH <sub>4</sub> , CO, SH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub>	Sonda multiparamètrica	Semestral	Nous punts de control del present projecte.
	Compostos orgànics volàtils	Preses de mostra amb tub multilit i anàlisi amb TD-GC-MS	Annual	Nous punts de control del present projecte. Mostreig i anàlisi equivalents als del present projecte.
<b>Durant execució d'obres (actuacions sobre el dipòsit)</b>				
Xemeneia S4 existent	CH <sub>4</sub> , CO, SH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub>	Sonda multiparamètrica	A determinar en funció de la programació d'execució de les obres	Punts de control actuals.
	cabal	Anemòmetre tèrmic		
SGs interior dipòsit (a determinar)	CH <sub>4</sub> , CO, SH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> BTEX i organoclorats volàtils	Sonda multiparamètrica Preses de mostra amb tub carbó actiu i anàlisi per GC-MS		
Varis punts de control d'emissió superficial (a determinar)	Compostos orgànics volàtils	Preses de mostra amb tub multilit i anàlisi amb TD-GC-MS		Per a AQR. Mostreig i anàlisi equivalents als del present projecte.
<b>Durant execució d'obres (actuacions als voltants del dipòsit)</b>				
SGs exterior dipòsit: SG-13, SG-15, SG-16, SG-18	CH <sub>4</sub> , CO, SH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub>	Sonda multiparamètrica	A determinar en funció de la programació d'execució de les obres	Punts de control existents.
	Compostos orgànics volàtils	Preses de mostra amb tub multilit i anàlisi amb TD-GC-MS		





Varis punts de control d'emissió superficial a la zona d'obres (a determinar).	Compostos orgànics volàtils	Prera de mostra amb tub multilít i anàlisi amb TD-GC-MS		Per a AQR. Mostreig i anàlisi equivalents als del present projecte.
<b>Fase d'explotació</b>				
Xeremeia nova	CH <sub>4</sub> , CO, SH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub>	Sondes específiques	En continu	Revisat d'ARC (2010)
	Compostos orgànics volàtils	PID		
SGs exterior dipòsit	CH <sub>4</sub> , CO, SH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub>	Sonda multiparamètrica	Primers dos anys: trimestral	Número d'SGs a controlar en funció del planejament urbanístic final i dels resultats obtinguts durant l'execució d'obres.
	Compostos orgànics volàtils	Prera de mostra amb tub multilít i anàlisi amb TD-GC-MS	Següents: anual	
Punts de control dins el dipòsit	CH <sub>4</sub> , CO, SH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub>	Sonda multiparamètrica	Primers dos anys: semestral	Revisat d'ARC (2010)
	BTX i organoclorats volàtils	Prera de mostra amb tub carbó actiu i anàlisi per GC-MS	Següents: anual	

ARC (2010). Informe tècnic referent a la documentació ambiental del projecte "Modificat de l'avantprojecte d'actuacions per a la recuperació ambiental de l'abocador de Can Planas" presentat pel Consorci Urbanístic del Centre Direccional de Cerdanyola del Vallès. Barcelona, 24 de febrer de 2010.

AMB (2012). Comentaris a les dades de seguiment preoperacional del D.C. Clausurat de Can Planas. Àrea Metropolitana de Barcelona, Febrer 2009-Novembre 2011.

Cerdanyola del Vallès, 19 de desembre de 2012.

Dr. Enginyer de Camins C i P  
Professor d'Investigació IDAEA-CSIC

Dr. Ciències Químiques  
Catequètic Enginyeria Química UPC



**3. DEFINICIÓ CARACTERÍSTIQUES FÍSQUES DEL SEGELLAT DE L'ABOCADOR DE  
CAN PLANES (CERDANYOLA DEL VALLÈS). ENVIROENGINEERING  
(NOVEMBRE DE 2014)**





**DEFINICIÓ CARACTERÍSTIQUES FÍSQUES DEL  
SEGELLAT DE L'ABOCADOR DE CAN PLANES  
(CERDANYOLA DEL VALLÈS)****Projecte 1410-01 PIS**

NOVEMBRE 2014

1. ANTECEDENTS I OBJECTIUS	1
2. DESCRIPCIÓ I JUSTIFICACIÓ DE L'ESTRATÈGIA D'INVESTIGACIÓ	3
3. TREBALLS REALITZATS	4
4. RESULTATS	7
5. VALORACIÓ DELS RESULTATS	13

## ANNEXES

ANNEX 1 – Plànols de situació.  
ANNEX 2 – Fitxes de les cales  
ANNEX 3 – Actes de laboratori



## 1. ANTECEDENTS I OBJECTIUS

### 1.1. Antecedents

Per encàrrec de l'ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA (d'ara endavant AMB), ENVIRO ENGINEERING ha dut a terme un estudi per a la definició de les característiques físiques del segellat de l'abocador de Can Planas, al terme municipal de Cerdanyola del Vallès, a la comarca del Vallès Oriental, província de Barcelona.

La zona d'estudi comprèn una superfície aproximada de 180.000 m<sup>2</sup>, i la seva forma en planta és irregular. En l'actualitat, no es desenvolupa cap activitat a l'emplaçament, trobant-se l'abocador clausurat i segellat en la part superior per una capa argilosa d'espessor variable.

L'actual abocador de Can Planas és el resultat de l'activitat d'extracció d'argiles en diferents parcel·les de diferents propietaris iniciada l'any 1960 i finalitzada l'any 1992. Es distingeixen tres cubetes fruit de tres fases diferents d'extracció d'argiles. Es denominen cubetes Nord, Nord-est o W i Sud atenent a la seva posició geogràfica relativa i a la cronologia de la seva explotació.

Els buits generats per l'activitat minera van ser reomplerts posteriorment a la finalització de cadascuna de les activitats amb materials d'origen divers. La cubeta nord va ser reomplerta amb estèrils d'altres extraccions i terres exteriors. La cubeta nord-est ho va ser en una primera època amb residus incontrolats, fins al 1982, quan l'AMB es va fer càrrec de la seva gestió i va restringir la tipologia dels residus a banals, runes i terres. La cubeta sud va ser reomplerta principalment amb sals de fosa d'alumini, residus banals, runes i terres. La clausura de la cubeta nord-est va finalitzar l'any 1988 i la de la cubeta sud al novembre de 1995.

Els treballs d'investigació més rellevants duts a terme a l'abocador i al seu entorn són els següents:

L'any 2003, JOLSA va dur a terme l'estudi "Informe Dictamen tècnic y auditoria de calidad del suelo de L'Estudi Marc per el desenvolupament de les obres d'urbanització del Pla Parcial del Centre Direccional de Cerdanyola" amb l'objectiu *"d'estudiar detalladament la zona central de l'abocador, les condicions del terreny de les diferents parcel·les diferenciades per a la millor ubicació de les futures edificacions, els condicionants del terreny i els criteris bàsics per la previsió del tipus de cimentacions i les conclusions relatives al tractament del terreny per a la construcció de vials sobre zones de reblerit, dissenys de precàrregues i recomanacions de sanejament"*.

Posteriorment, al maig de 2006, la Fundació Centro Internacional de Hidrologia Subterrànea (d'ara endavant FCIHS) va emetre l'informe "Estudi hidrogeològic de l'entorn del dipòsit de Can Planas" al que s'analitza l'existència o inexistència de relació entre el dipòsit i la surgència d'aigües de baixa qualitat que aflora al sector del mas de Can Planas. Els treballs realitzats en l'estudi van constar de l'anàlisi de la informació hidrogeològica preexistent de les aigües subterrànies dins i a l'entorn del dipòsit, d'un estudi piezomètric enfocat a la caracterització entre els nivells obtinguts als piezòmetres de l'interior del dipòsit i l'aqüífer regional, d'assaigs hidràulics als pous i piezòmetres preexistents, per tractar de caracteritzar el grau de connexió entre les diferents àrees dins del dipòsit, i la distribució dels paràmetres hidrogeològics, de l'estudi hidroquímic de la informació existent i de l'aportada per l'Agència Catalana de l'Aigua dins del marc del projecte i de la formulació del balanç hídric del dipòsit i del seu entorn.

Al novembre de 2009, IDOM presentà l'estudi "Avantprojecte d'actuacions per a la recuperació ambiental de l'abocador de Can Planas" on l'objectiu principal era buscar la solució més adient per a la recuperació de l'abocador amb les condicions de contorn que es van definir. Per tal d'aconseguir-ho es van executar treballs d'investigació, reconeixement de materials i caracterització química dels residus i materials de reblerit presents al vas de l'abocador, així com una anàlisi de risc que conclouia l'existència d'un risc inacceptable.

Com a conclusió es va desenvolupar un projecte de recuperació que incloïa, en síntesi, la construcció de barreres de diferents tipus per a impedir la migració de líquids i vapors fora de l'àmbit de l'abocador i la seva impermeabilització superficial.

Per últim cal destacar l'anomenat "Dictamen hidrogeològic, d'emissió de gasos i anàlisi quantitativa de risc de Can Planas, Document de síntesi" redactat al 2012 per un equip multidisciplinari liderat pels doctors J. Carrera i J. de Pablo. A aquest estudi es conclou que malgrat la presència d'un ampli ventall de contaminants inorgànics i orgànics, els fluxos de sortida cap a l'exterior són petits i inferiors als límits permessos. Així, la nova avaluació de risc per a la salut humana derivada de la presència dels esmentats contaminants, genera uns valors de risc admissible en tots els escenaris presents i futurs considerats. També conclou que l'opció que garanteix un menor risc és la de millorar el sistema de confinament dels residus.

A aquest estudi, es presenten unes recomanacions al respecte entre les que cal destacar la següent: "Es recomana un sistema de triple capa. La inferior seria pròpiament "impermeable" (molt baixa permeabilitat i alta capil·laritat). Reduiria la infiltració d'aigua cap a baix i la difusió de gasos cap amunt. Seria similar l'actual, que podria ser parcialment reutilitzada...."

Malgrat els múltiples estudis, fonamentalment geotècnics i hidrogeològics, que s'han dut a terme a la zona, el segellat no ha estat mai objecte d'una caracterització suficientment detallada com per a poder establir el seu comportament, la seva suficiència i si el seu reaprofitament és tècnicament possible o no per assolir els objectius pretesos a les darreres conclusions esmentades.

### 1.2. Objectius

L'objectiu principal del present estudi és millorar el coneixement de les característiques físiques del segellat de l'abocador de Can Planas, Cerdanyola del Vallès, mitjançant la mesura dels guixos de la capa de segellament i la presa i l'anàlisi de mostres representatives de la mateixa per a, en el seu cas, poder plantejar alternatives viables de millora.

La present memòria descriu els treballs realitzats, presenta els resultats analítics obtinguts i defineix l'estat actual del segellat.



## 2. DESCRIPCIÓ I JUSTIFICACIÓ DE L'ESTRATÈGIA D'INVESTIGACIÓ

Com és conegut, la clausura de les diferents cubetes de l'abocador de Can Planes es va fer en diferents èpoques i emprant materials de procedència també diferents.

Per a assolir l'objectiu plantejat i atenent a la superfície de l'emplaçament i a les característiques observades dels materials de segellat i obtenir un nombre de dades de les característiques físiques de la capa de segellat que sigui estadísticament representatiu de la superfície mostrejada, es va plantejar fer 36 cales, 1/ 5.000 m<sup>2</sup>.

La superfície a investigar va ser la definida com a alterada a l'estudi d'IDOM, uns 180.000 m<sup>2</sup>, es va dividir en 36 àrees d'uns 5.000 m<sup>2</sup>. A cadascuna d'elles es va emplaçar una cala de forma aleatòria, i es va prendre una mostra representativa del primer tram de material del segellat, menyspreant sempre el sòl vegetal. Així els resultats obtinguts poden ser qualificats d'estadísticament representatius. La fondària d'excavació es va limitar a travessar suficientment la primera capa de residu o, es cas de no observar-se, de definir un gruix de segellat mínim de 2,5 metres.

Un cop finalitzada aquesta campanya de camp, es va considerar pertinent ampliar-la en 16 punts addicionals a la zona central, entre les cubetes nord-est i sud, per a, exclusivament, poder determinar els gruixos i els materials de segellat.

## 3. TREBALLS REALITZATS

A continuació s'exposen els treballs duts a terme durant la campanya d'investigació realitzada.

En primer lloc, s'ha fet una revisió de les dades estratigràfiques procedents dels sondeigs perforats als estudis de JOLSA, IDOM i el Dictamen per tal d'intentar identificar la presència d'informació d'interès. Com s'ha comentat, la descripció dels materials no es, normalment, prou detallada com per a podar-la comparar amb l'obtinguda a aquest investigació.

### 3.1. Campanya de cales

Durant els dies 21, 22, 23 i 24 d'octubre de 2014 es van excavar 36 cales distribuïdes per les 36 àrees en que es va dividir la zona d'estudi.

L'excavació de les cales es va executar per l'empresa Construcciones y Obras Varovia SL, sota la supervisió, en tot moment, d'un tècnic de ENVIRO ENGINEERING.

La localització espacial de les cales es va fer mitjançant un GPS Garmin eTrex 20, capaç de determinar les coordenades UTM amb una precisió de 0,1 metre. L'AMB va proporcionar una base topogràfica georeferenciada, de precisió suficient per a localitzar les cales de forma adient.

Les cales es varen excavar amb una retroexcavadora mixta tipus CAT 432F. Aquest equip va permetre l'excavació de les cales, fins a una fondària màxima de 3,4 m, i obrir els accessos als punts de investigació.

A les cales, es va determinar el gruix de les diferents capes de segellat, considerant aquest qualsevol material present situat der damunt de qualsevol tipus de residu, i es va identificar el tipus de residu immediatament infrajacent.

En paral·lel a totes de les cales, es va excavar una altre a una fondària variable, entre la superfície del terreny, menyspreant el sòl vegetal, i la base de la primera capa argilosa.

A aquestes cales, i a una fondària variable d'entre 30 i 80 cm, es va determinar in situ la densitat i la humitat pel mètode neutrònic (ASTM D6938-10). Aquest prova, és la millor per a definir l'estat de compactació de la capa de segellat malgrat les limitacions d'execució que presenta. L'excavació de les cales amb mitjans mecànics representa una alteració de les característiques físiques que es pretenen definir, especialment de la densitat, que es modifica fàcilment, reduint-se. Així, les dades obtingudes són iguals o inferiors a les que defineixen realment el terreny assajat.

Adicionalment, a aquestes cales es varen prendre les mostres representatives per a la realització d'assaigs de caracterització a laboratori.

Les cales varen ser colgades un cop determinat el gruix de la capa de segellat, preses les mostres i/o executada la prova neutrònica, mitjançant el mateix material excavat. Posteriorment es varen excavar les 16 cales de la segona fase.

Durant l'excavació de les cales es va dur a terme un control organolèptic dels sòls extrets, identificant la presència de colors i olors relacionables amb la presència de residus no inerts.



A cada cala es va omplir una fitxa de camp on es recollien els gruixos dels diferents materials travessats, les seves característiques, així com qualsevol altre incidència destacable. També es va fer un reportatge fotogràfic de la seva execució.

Aquestes descripcions, junt als resultats de les proves de camps i de laboratori es presenten a les fitxes incloses a l'annex 2.

3.2. Assaigs analítics

3.2.1. Assaigs *in-situ*

Com s'ha esmentat, a totes les cales complementaries es va determinar la humitat i la densitat "in situ" pel mètode neutrònic (ASTM D6938-10).

3.2.2. Assaigs de laboratori

Les 36 mostres de sòl recuperades va ser portades al laboratori PAYMACOTAS SL inscrit al Registre General de Laboratoris d'Assaig per a la Qualitat de l'Edificació del CTE amb el numero CAT-L 034.

A les mostres es determinaren els següents paràmetres:

- Anàlisi granulomètric de sòls por garbellat UNE 103.101: 36 mostres
- Anàlisi granulomètric de sòls fins per sedimentació UNE 103.102: 36 mostres
- Assaig d'inflament lliure. UNE 103.601: 9 mostres
- Assaig Proctor modificat UNE 103.501: 9 mostres
- Determinació de la permeabilitat de una mostra de sòl amb pressió a cua. Mètode triaxial: 9 mostres

L'estratègia planejada consisteix en obtenir dades suficients per a poder definir les característiques principals de la capa de segellat que conformen el seu comportament hidràulic. Així s'ha deduït la seva permeabilitat a partir de la granulometria mitjançant la fórmula proposada per Hazen i la comparació amb les corbes proposades per Breddin.

És evident que aquestes aproximacions tant sols permeten fer una avaluació d'aquesta característica, però les dades obtingudes al laboratori permeten identificar si aquesta aproximació és molt conservadora, conservadora, acurada o excessiva.

La fórmula experimental proposada per Hazen és la següent:

$$k_0 = c \times d_{10}^2$$

- essent:  $k_0$  – Permeabilitat intrínseca (cm/s)  
 $c$  – Coeficient 45,8 per a sorres argiloses  
 $d_{10}$  – Diàmetre pel que passa el 10% de la mostra (cm)

Així, es poden extrapolar heurísticament els resultats de les proves de permeabilitat obtinguts a la cel·la triaxial a tota l'extensió de la capa de segellat.

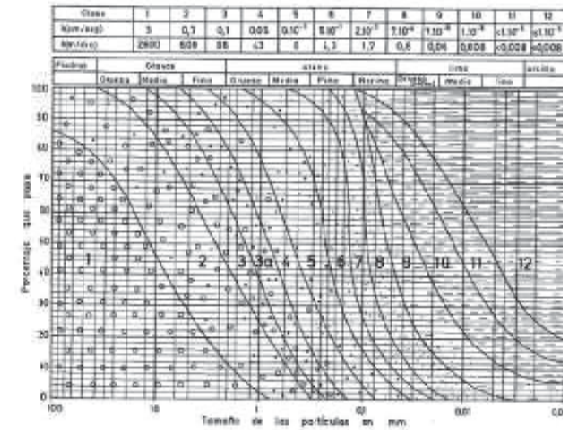


FIGURA 8.19  
Curvas de Breddin.

S'ha determinat la densitat màxima i la humitat òptima del Proctor Modificat (PM) a 9 de les mostres recuperades. Als sòls compactats al 95% de l'assaig Proctor Modificat, s'ha determinat la permeabilitat amb pressió en cua a una cel·la triaxial de 38 mm. S'ha triat aquest estratègia d'assaig per a complir les recomanacions del IARC i per que és una densitat fàcilment assolible a camp amb mitjans mecànics convencionals, es a dir que es poden adobar el sòls presents amb facilitat i assolir el grau de compactació necessari per a obtenir la permeabilitat definida a l'assaig de laboratori.

Les determinacions in situ de densitat i d'humitat permeten coneixen l'estat del sòl respecte de les condicions òptimes.

Complementàriament, s'han efectuat assaigs d'inflament lliure. La fracció argila del material que conforma aquesta capa pot presentar un inflament natural, derivat de les característiques dels minerals que la componen, que provoqui que en un estat de densitat igual que el especificat al >95% de PM, pugui incrementar aquesta impermeabilitat en cas de saturació.

Tots els treballs realitzats es mostren al reportatge fotogràfic (veure Annex 3).



#### 4. RESULTATS

##### 4.1. Camp

Els gruixos observats de terra vegetal i de la primera capa de segellat, són els següents:

LOCALITZACIÓ	Gruix terra vegetal cm	Gruix 1ª capa segellat cm
CALA 1	0,20	1,00
CALA 2	0,20	1,20
CALA 3	0,20	0,90
CALA 3B	0,40	0,90
CALA 4	0,40	0,90
CALA 5	0,20	1,00
CALA 6	0,20	1,30
CALA 7	0,30	2,60
CALA 7B	0,30	1,50
CALA 8	0,40	1,70
CALA 8B	0,20	0,60
CALA 8C	0,20	1,00
CALA 9	0,30	0,80
CALA 9B	0,20	1,00
CALA 9C	0,40	0,80
CALA 10	0,30	0,40
CALA 10 B	0,20	0,60
CALA 10 C	0,20	1,00
CALA 11	0,20	2,00
CALA 12	0,20	0,70
CALA 13	0,20	1,30
CALA 14	0,20	0,90
CALA 15	0,30	0,90
CALA 15B	0,30	0,70
CALA 15C	0,20	1,00
CALA 16	0,20	1,00
CALA 16B	0,30	1,50
CALA 17	0,20	0,30
CALA 18	0,20	1,20
CALA 19	0,20	1,00
CALA 20	0,30	0,90
CALA 20B	0,20	0,60

CALA 20C	0,20	0,50
CALA 21	0,20	1,30
CALA 21B	0,20	0,80
CALA 21C	0,20	1,20
CALA 22	0,20	0,80
CALA 22B	0,30	0,90
CALA 23	-	1,20
CALA 24	-	0,80
CALA 25	-	1,20
CALA 26	0,30	0,80
CALA 27	0,30	0,80
CALA 28	-	2,80
CALA 29	-	0,90
CALA 30	0,20	1,00
CALA 31	0,20	1,20
CALA 32	0,20	1,20
CALA 33	0,40	1,00
CALA 34	0,30	1,50
CALA 35	0,20	2,60
CALA 36	0,30	0,90

Les dades de densitat i humitat *in situ* obtingudes a les mesures pel mètode neutrònic són les següents:

LOCALITZACIÓ	Humitat %	Densitat t/m <sup>3</sup>
CALA 1	15,9	1,71
CALA 2	12,7	1,68
CALA 3	13,1	1,56
CALA 4	15,3	1,68
CALA 5	11,9	1,87
CALA 6	15,7	1,58
CALA 7	15,4	1,69
CALA 8	9,6	1,78
CALA 9	15,2	1,55
CALA 10	13,8	1,69
CALA 11	8,5	1,77
CALA 12	14,3	1,69
CALA 13	11	1,67
CALA 14	13,1	1,68
CALA 15	12,9	1,69
CALA 16	14,3	1,67



CALA 17	12,3	1,7
CALA 18	13,6	1,72
CALA 19	15,8	1,72
CALA 20	13,8	1,58
CALA 21	12,7	1,64
CALA 22	13,8	1,84
CALA 23	13,3	1,84
CALA 24	12,4	1,82
CALA 25	13,7	1,87
CALA 26	11,6	1,73
CALA 27	10,2	1,84
CALA 28	9,5	1,89
CALA 29	10,6	1,74
CALA 30	8,8	1,64
CALA 31	8,4	1,64
CALA 32	8,2	1,57
CALA 33	10,4	1,83
CALA 34	10,8	1,65
CALA 35	13,7	1,71
CALA 36	8,7	1,7

De les observacions determinacions a camp durant l'execució de les cales, s'han obtingut els següents resultats:

- Totes les cales presenten un gruix de materials de segellat fins, llims i/o argiles o amb matriu llim-argilosa d'entre 0,3 i 2,5 metres. A 46 de les 52 cales excavades el gruix és igual o superior a 0,80 m. El gruix mig és de 1,07 metres.
- No s'ha observat indicis o evidències de circulació d'aigua pels materials de segellat, ni humitats anòmales.
- S'han identificat tres tipologies de residus infrajaccents: banals, runes i terres, la tipologia majoritària; aquesta mateixa tipologia barrejada amb compostos orgànics i un forta olor a dissolvents, localitzats exclusivament a la cubeta W, i algunes cales que presenten sals, identificades per la seva textura netament diferent als altres residus i/o per una olor característica. Aquestes cales es situen al nord de la cubeta sud. Al plànol A.1.3., es presenta una zonificació preliminar dels límits de les tipologies dels residus infrajaccents, deduïts de les observacions de camp i de la informació bàsica prèvia.
- Les determinacions de la humitat presenten valors d'entre el 8,2 i el 15,9% que es consideren normals, i en el cas de les 7 inferiors al 10%, lleugerament inferiors a les esperables per la granulometria majoritàriament fina de materials presents.
- Les determinacions la densitat in situ mostren unes variacions d'entre 1,55 i 1,89 t/m<sup>3</sup>. Com s'ha comentat, a la seva execució hi ha un factor difícilment controlable com és l'alteració al sòl que genera l'excavació de la cala i la preparació d'una superfície raonablement plana per a la execució de l'assaig.

#### 4.2. Laboratori

A les determinacions de laboratori s'han obtingut els següents resultats:

LOCALITZACIÓ	Ref. Lab.	% Fins	% Argila
CALA 1	S-617	80,2	37,5
CALA 2	S-618	51,6	22,5
CALA 3	S-619	81,1	28
CALA 4	S-620	95,4	42,2
CALA 5	S-621	52,0	22
CALA 6	S-622	79,2	27,5
CALA 7	S-623	95,0	34
CALA 8	S-624	90,6	32,5
CALA 9	S-625	67,2	22,5
CALA 10	S-626	74,3	31,2
CALA 11	S-627	94,3	36,2
CALA 12	S-628	81,3	31
CALA 13	S-629	72,0	26
CALA 14	S-630	84,6	30
CALA 15	S-631	87,0	28
CALA 16	S-632	80,6	25,3
CALA 17	S-633	74,3	32,5
CALA 18	S-634	69,3	26,2
CALA 19	S-635	54,6	22,4
CALA 20	S-636	78,3	31,7
CALA 21	S-637	74,8	22,4
CALA 22	S-638	43,7	12,7
CALA 23	S-639	71,4	32,4
CALA 24	S-640	82,5	27
CALA 25	S-641	48,4	22,4
CALA 26	S-642	47,9	22,6
CALA 27	S-643	82,3	28,7
CALA 28	S-644	52,8	12,5
CALA 29	S-645	83,0	26,7
CALA 30	S-646	35,1	7,5
CALA 31	S-647	40,3	9,7
CALA 32	S-648	77,5	23,1
CALA 33	S-649	63,6	28,5
CALA 34	S-650	76,4	31,2
CALA 35	S-651	75,0	27,1
CALA 36	S-652	65,6	28,7

Fraccions granulomètriques representatives



LOCALITZACIÓ	Humitat % $H_v$	Humitat opt. % $H_{PM}$	Densitat $t/m^3$ $\rho_v$	Densitat màx. $t/m^3$ $\rho_{PM}$	$H_v/H_{PM}$	$\rho_v/\rho_{PM}$
CALA 2	12,7	9,2	1,68	2,02	1,38	0,83
CALA 4	15,3	15,5	1,68	1,8	0,99	0,93
CALA 8	9,6	12,2	1,78	1,89	0,79	0,94
CALA 10	13,8	11	1,69	1,88	1,25	0,90
CALA 14	13,1	12	1,68	1,9	1,09	0,88
CALA 21	12,7	12,6	1,64	1,9	1,01	0,86
CALA 26	11,6	8,7	1,73	2,01	1,33	0,86
CALA 27	10,2	11,1	1,84	1,91	0,92	0,96
CALA 30	8,8	8,3	1,64	2,09	1,06	0,78

Humitats òptimes i densitat màximes al 95% de Proctor Modificat ( $H_{PM}$  i  $\rho_{PM}$ ) i relació amb les humitats i densitats neutròniques in situ ( $H_v$  i  $\rho_v$ )

LOCALITZACIÓ	% Argila	Permeabilitat Hazen m/s	Permeabilitat laboratori m/s	Inflament lliure (%)
CALA 1	37,5	4,50E-11	—	—
CALA 2	22,5	6,70E-11	1,09E-10	1,81
CALA 3	28	9,00E-11	—	—
CALA 4	42,2	1,60E-10	6,31E-11	5,45
CALA 5	22	9,00E-11	—	—
CALA 6	27,5	1,10E-10	—	—
CALA 7	34	1,10E-10	—	—
CALA 8	32,5	9,00E-11	1,89E-10	3,47
CALA 9	22,5	4,50E-11	—	—
CALA 10	31,2	9,00E-11	9,72E-11	3,2
CALA 11	36,2	4,50E-11	—	—
CALA 12	31	1,10E-10	—	—
CALA 13	26	4,50E-11	—	—
CALA 14	30	4,50E-11	1,38E-10	0,98
CALA 15	28	1,10E-10	—	—
CALA 16	25,3	1,10E-10	—	—
CALA 17	32,5	2,30E-12	—	—
CALA 18	26,2	9,00E-11	—	—
CALA 19	22,4	9,00E-11	—	—
CALA 20	31,7	4,50E-11	—	—
CALA 21	22,4	1,10E-10	1,07E-10	2,38
CALA 22	12,7	4,50E-11	—	—
CALA 23	32,4	9,00E-13	—	—
CALA 24	27	4,50E-11	—	—
CALA 25	22,4	1,10E-10	—	—

CALA 26	22,6	4,50E-11	6,44E-10	2,32
CALA 27	28,7	1,10E-10	3,57E-10	1,16
CALA 28	12,5	4,50E-11	—	—
CALA 29	26,7	1,40E-10	—	—
CALA 30	7,5	1,40E-10	3,26E-10	0,31
CALA 31	9,7	4,50E-09	—	—
CALA 32	23,1	6,70E-11	—	—
CALA 33	28,5	9,00E-11	—	—
CALA 34	31,2	4,50E-11	—	—
CALA 35	27,1	6,70E-11	—	—
CALA 36	28,7	4,50E-11	—	—

Permeabilitats obtingudes a laboratori i permeabilitats deduïdes de la granulometria

- Totes les mostres analitzades tret de 4, presenten una fracció granulomètrica majoritària de fins, llims i argiles, <0,080 mm.
- El contingut d'argiles mínim, fracció inferior a 2 micres, és del 7,5 %, essent superior al 20% a 32 de les 36 mostres analitzades.
- Les determinacions de la densitat màxima Proctor Modificat (PM), identifiquen aquestes entre les 1,88 i 2,09  $t/m^3$ .
- La relació entre les densitats de camp i les màximes de laboratori es situen, majoritàriament, en un interval inferior al 20% de la màxima del PM
- Les humitats òptimes PM es situen entre el 8,7 i el 15 %
- La relació entre les humitats de camp i les òptimes de laboratori es situen, majoritàriament, en una forquilla de +/- 10% de l'òptima del PM
- Les permeabilitats determinades a la cel·la triaxial es situen entre el  $6,4 \times 10^{-10}$  i  $6,3 \times 10^{-11}$  m/s
- Les permeabilitats avaluades de les corbes granulomètriques segons la fórmula de Hazen varien entre  $1,1 \times 10^{-9}$  i  $9 \times 10^{-13}$  m/s. La permeabilitat mitjana és  $2 \times 10^{-10}$  m/s.
- Les permeabilitats avaluades de les corbes granulomètriques per comparació amb les corbes de Breddin varien entre la classe 9,  $1 \times 10^{-7}$  m/s i classe 12,  $<1 \times 10^{-7}$  m/s, essent les majoritàries les classes 11 i 12. 32 de 36 mostres (Veure fitxes de les cales).
- Els inflaments lliures, mesurats al 95% de la densitat màxima del PM, varien entre el 0,31% de la mostra més sorrenca fins al 5,45 % de la més argilosa.



## 5. VALORACIÓ DELS RESULTATS

En base a les dades obtingudes es poden fer les següents valoracions:

- Els materials presents a la capa de segellat son heterogenis tot i que amb una granulometria a la que predomina la fracció fina (<0,08mm). A cap de les cales excavades s'ha observat indicis o evidències de circulació d'aigua pels materials de segellat, ni humitats anòmales, ni s'han observat esquerdes o discontinuïtats a la seva superfície.
- El gruix de la primera capa de segellat és suficient per impedir la infiltració d'aigua. Al voltant de les 8 cales que presenten un gruix inferior a 0,80 m, localitzades principalment al límit nord de la cubeta W, caldria fer una investigació complementària per a definir el gruix mig.
- Totes les mostres assajades presenten una permeabilitat inferior a l'exigida per la normativa aplicable per a les capes de segellat impermeables. Així mateix, la permeabilitat avaluada de les corbes granulomètriques és inferior a l'exigida.
- La mostra que presenta una fracció fina més baixa, cala 30 amb un 35,1% de fins i un 7,5 % d'argiles, ha donat una permeabilitat a l'assaig de laboratori de  $3,2 \times 10^{-10}$  m/s, un ordre de magnitud inferior a la prescrita.
- En base a les observacions de camp i a les dades dels assaigs, que donen un gruix mig de la capa de segellat superior de 1,07 m i una permeabilitat mitja avaluada en  $2 \times 10^{-10}$  m/s, es pot concloure que la capa de segellat és plenament funcional i impedeix la infiltració de l'aigua de pluja cap a l'interior dels residus. També es pot concloure que, com a mínim, dificulta el flux de vapors des de l'interior de l'abocador cap a l'exterior.
- Es pot concloure que els materials presents al segellat de l'abocador de Can Planas poden ser reutilitzats al segellat definitiu del mateix com a base impermeable, requerint-se el decapatge del sòl vegetal, i la seva escarificació i compactació en condicions controlades.
- Les actuacions d'adequació de l'abocador de Can Planas, en les que les característiques del segellat tinguin una influència rellevant, s'haurien de dimensionar d'acord amb aquestes noves dades.

Barcelona – Cerdanyola del Vallès, novembre de 2014

Llic. en CC Geològiques  
Diplomat en Enginyeria Ambiental  
Director Tècnic

CARACTERÍSTIQUES FÍSQUES DEL SEGELLAT DE L'ABOCADOR DE CAN PLANAS CERDANYOLA DEL VALLÈS.  
Novembre 2014 1410-01PIS

Pàgina 13 de 13



AREA METROPOLITANA DE BARCELONA - PROJECTE

Codi per a validació :NUE9A-QFCRF-CS5DD

Verificació :<https://gambito.amb.cat/verificadorDocumento/home>

Aquesta és una còpia impresa del document electrònic referènciat : 32/32.

## ANNEXES

### ANNEX 1 – Plànols de situació

Annex 1.1 – Plànol de situació geogràfica

Annex 1.2 – Zones investigades i situació de les cales

Annex 1.3 – Zonificació provisional distribució dels residus

### ANNEX 2 – Fitxes de les cales

### ANNEX 3 – Actes de laboratori