



Ordre ministerial del 27-06-2012 relativa al procediment i als criteris de descontaminació d'aigües subterrànies, en el marc d'un procediment de declaració de sòl contaminat.

Govern

Altres disposicions

Ordre ministerial del 27-06-2012 relativa al procediment i als criteris de descontaminació d'aigües subterrànies, en el marc d'un procediment de declaració de sòl contaminat

Exposició de motius

La contaminació de les aigües per fonts d'origen puntual (fuites, accidents, emmagatzematge inadequat de residus, etc.) és una problemàtica associada a l'activitat humana que origina l'alteració de la qualitat de l'aigua i la degradació del recurs hídic. Les aigües subterrànies per la seva excel·lent qualitat presenten un interès major des del punt de vista de la seva preservació, especialment com a aigua destinada a consum humà. En els casos de contaminació de les aigües subterrànies per aquestes fonts d'origen puntual, la prioritat s'ha de centrar en la recuperació de la qualitat del recurs hídic mitjançant mesures que el restitueixin o l'aproximin a l'estat original, que no en comprometin els usos i, en tot cas, que no representin un risc per a les persones ni per al medi ambient.

En aquest sentit, la Llei 25/2004, del 14 de desembre, de residus estableix que correspon al ministeri responsable del medi ambient declarar un sòl contaminat, entenent per sòl contaminat el que conté contaminants en concentracions superiors a les que li són pròpies, que n'afecten les funcions i representen un risc per a les persones o el medi ambient.

Les concentracions esmentades es determinen d'acord amb l'annex II del Reglament de sòls contaminats, del 17 de febrer del 2010, que estableix els nivells guia d'alerta a partir dels quals un sòl és susceptible d'estar contaminat. D'acord amb l'article 8 del Reglament, quan el sòl és considerat potencialment contaminat, el causant de la contaminació, i subsidiàriament el propietari del sòl, ha de presentar al ministeri responsable del medi ambient un estudi d'avaluació del risc per a les persones o el medi ambient d'acord amb els criteris i el contingut de l'annex III del Reglament esmentat.

Quan en el marc d'un procediment de declaració de sòl contaminat es posa de manifest que s'ha produït la contaminació de les aigües subterrànies, l'article 9 del Reglament de sòls contaminats estableix que s'inicia un procediment per a la descontaminació de les aigües subterrànies que s'ha de definir a la declaració de sòl contaminat. El Reglament esmentat faculta el ministeri responsable del medi ambient perquè estableixi mitjançant una ordre ministerial els procediments i els criteris de descontaminació d'aigües subterrànies.

Tot i que el text es posa a coneixement general, aquesta norma s'adreça especialment a empreses i facultatius amb coneixements tècnics en hidrogeologia, en la contaminació i la protecció del sòl i de les aigües així com en la seva restauració. Formalitza un marc procedimental inequívoc entre l'Administració i els professionals esmentats i instaura un

criteri homogeni a l'hora de plantejar l'estudi d'un cas de contaminació, en el marc del procediment de descontaminació de les aigües subterrànies.

Aquesta ordre ministerial fixa doncs els procediments i els criteris que s'han de seguir en el marc general de la descontaminació de les aigües subterrànies. L'aplicació d'aquesta ordre s'entén en els episodis de contaminació d'origen puntual que afectin aigües subterrànies en el marc del procediment de declaració de sòls contaminats. Per tant, queden exclosos del marc d'aplicació les contaminacions d'origen difús que es puguin produir.

Així mateix, estableix el procediment, emmarcat en el procediment de declaració de sòls contaminats, i el defineix de forma seqüencial de manera que el resultat d'una etapa (d'investigació o sanejament) pot condicionar el contingut de la següent; alhora, el resultat d'una etapa pot fer necessari complementar una o més etapes prèvies. Així mateix, aquesta norma pren en compte l'afectació eventual de les aigües superficials fruit de l'acció contaminant sobre les aigües subterrànies i defineix els paràmetres a partir dels quals es considera aquesta afectació i estableix els criteris que permeten requerir un pla de vigilància de les aigües.

En el seu annex V, aquesta ordre ministerial completa el procediment genèric amb uns criteris específics aplicables a les aigües subterrànies contaminades per hidrocarburs d'origen petrolífer.

El ministre de Turisme i Medi Ambient el 27 de juny del 2012, en virtut de les competències que té assignades legalment,

Disposa

Article 1

Objecte

L'objecte d'aquesta ordre ministerial és:

- a) Establir un procediment i definir els criteris que cal seguir en el marc general de la descontaminació de les aigües subterrànies i, específicament en el marc dels hidrocarburs d'origen petrolífer;
- b) Definir els criteris i els valors genèrics per considerar que unes aigües han estat afectades o contaminades;
- c) Definir els criteris de seguiment i control o de vigilància en les aigües afectades o contaminades.

Article 2

Àmbit d'aplicació

En el marc d'un procediment de declaració de sòl contaminat s'aplica a les aigües subterrànies que, com a conseqüència de la contaminació del sòl, s'hagin contaminat. L'àmbit d'aplicació abasta els episodis de contaminació d'origen puntual.

Aquesta norma és d'aplicació des del moment en què s'inicia un expedient administratiu de declaració de sòl contaminat. Defineix el procediment i els criteris de descontaminació i de seguiment quan es reuneixen tots els requisits per declarar un sòl com a sòl contaminat, quan per aplicació del Reglament de sòls contaminats és necessari un pla de vigilància i per als casos que legalment ho permetin.

* En cas que la suma d'hidrocarburs total del petroli (HTP) superi el nivell objectiu, d'acord

S'aplica també en els casos en que l'avaluació de riscos prevista pel Reglament de sòls contaminats conclou que les aigües poden estar afectades al cap del temps, tot i que no hi hagi evidències actuals de contaminació. En aquest cas cal, o bé actuar sobre els sòls per evitar que en el futur la contaminació arribi a les aigües, o bé implantar un programa de vigilància de les aigües subterrànies.

També és d'aplicació quan, tot i no haver-se iniciat un procediment de declaració de sòl contaminat, es vulgui procedir a efectuar una recuperació voluntària del sòl i de les aigües en acord amb l'article 14 del Reglament de sòls contaminats. En aquest cas, la persona interessada comunica al ministeri responsable del medi ambient la intenció de realitzar actuacions de sanejament segons un projecte de recuperació de l'indret afectat.

Els criteris específics definits a l'annex V d'aquesta ordre ministerial i aplicables a les aigües subterrànies contaminades per hidrocarburs d'origen petrolífer s'apliquen sense perjudici del procediment i dels criteris establerts amb caràcter general.

Article 3

Definicions

D'acord amb aquesta ordre ministerial, s'entén per:

a) Acció contaminant: qualsevol activitat o episodi que pugui generar una alliberació de substàncies contaminants al medi. Entre les accions contaminants hi ha els vessaments i les fuites, tant d'origen accidental com per alliberació continuada de contaminants, tant de dipòsits o altres contenidors com de materials contaminants situats sobre o dins del sòl (residus, matèries primeres o altres productes).

b) Actuacions de descontaminació: són el conjunt d'accions que es duen a terme amb l'objectiu d'eliminar els contaminants de la zona afectada, en el sentit de reduir la contaminació i recuperar la qualitat de les aigües subterrànies i, si escau, de les aigües superficials.

c) Anàlisi de risc: anàlisi de la probabilitat que components d'origen antropogènic presents al sòl i a les aigües es posin en contacte amb algun receptor amb conseqüències adverses per a la salut humana o el medi ambient. El risc pot ser acceptable o inacceptable per a la salut humana o el medi ambient, d'acord amb els criteris fixats per l'apartat 4 de l'article 8 i per l'annex III del Reglament de sòls contaminats. L'estudi d'avaluació de risc descrit en el Reglament de sòls contaminats desenvolupa l'anàlisi de risc.

d) Bioremediació: remediació que es basa en l'ús de processos microbiològics de degradació de contaminants.

e) Concentració específica màxima admissible (CEMA): és la concentració de cada substància perquè no suposi un risc inacceptable per la salut humana o el medi ambient, fixada per l'estudi d'avaluació de risc del Reglament de sòls contaminats.

f) Contaminació d'origen puntual: contaminació produïda per un focus identificat o identificable que afecta una zona concreta. S'exclouen les contaminacions el vector de transport de les quals, sigui l'aire.

g) Contenció de la contaminació: és el conjunt d'actuacions que tenen per objectiu evitar o minimitzar la migració del contaminant aigües avall, dels vapors a l'exterior i dels vapors a ambients interiors. Es pot tractar d'actuacions a la zona saturada o no saturada, i també d'actuacions sobre l'emplaçament.

h) Emplaçament: és l'àmbit tridimensional del medi físic en el qual és present el contaminant o els contaminants derivats d'una activitat antròpica. Pot afectar tant la zona no saturada com la zona saturada, o ambdós a la vegada. Segons aquest document, la zona afectada es pot subdividir en dos parts: el focus de contaminació i el plomall de contaminació. També pot abastar les aigües superficials quan estan alimentades per les aigües subterrànies contaminades.

i) Entorn: és un espai topològic o topogràfic a l'interior d'una figura geomètrica fitada que dista d'un punt donat en menys d'una certa distància que, alhora pot ser variable; ambient, medi.

j) Episodi de contaminació: acció concreta que es produeix en un moment i un lloc determinat, de la qual es té constància que ha produït contaminació.

k) Estudi Objectius de descontaminació: és l'estudi previst per l'annex IV del Reglament de sòls contaminats.

l) Factor de risc: és el factor que considera el risc que poden tenir les diferents concentracions sobre les persones i el medi ambient. S'entén tant pel risc que els sòls contaminats poden tenir sobre les aigües subterrànies i superficials, com el risc intrínsec de les aigües sobre la salut i el medi ambient.

m) Focus de contaminació: punt, estructura, espai o producte que actua com a font de contaminants al medi subterrani i des del qual s'origina, de forma contínua o discontinua, la càrrega contaminant a les aigües subterrànies. En general, es distingeixen dos tipus de focus, el primari (estructura, instal·lació, dipòsit, residu o punt des de on es produeix o s'ha produït l'entrada del contaminant al medi) i el secundari (volum de sòl contaminat o de fase lliure que origina una aportació relativament contínua de contaminant(s) a les aigües subterrànies).

n) Model conceptual: és el recull dels trets bàsics que permeten comprendre com s'ha arribat a una situació de contaminació determinada. Incorpora els aspectes químics i físics referits als contaminants, els aspectes de funcionament hidràulic de les aigües que expliquen la migració dels contaminants i, també, la caracterització dels receptors que poden entrar en contacte amb la contaminació.

o) Nivell d'intervenció: és la concentració a partir de la qual es pot produir un risc per als usuaris actuals o potencials de l'aigua subterrània en un ampli ventall d'usos si no es fa el tractament adequat. Es defineix per cada paràmetre segons la taula de l'annex I.

p) Nivell objectiu: és la concentració per sota de la qual es pot considerar que les aigües poden respondre als requeriments de qualitat necessaris per a garantir-ne l'ús. Es defineix per cada paràmetre segons la taula de l'annex I.

q) Nivell de qualitat per a les aigües superficials: és la concentració definida com a concentració objectiu de qualitat. Es defineix per cada paràmetre segons la taula de l'annex I.

r) Plomall de contaminació: és l'àmbit tridimensional del medi físic en el qual són presents els contaminants en fase dissolta o lliure i es mou amb el flux de les aigües subterrànies.

s) Receptors: persones, estructures, instal·lacions, cursos fluvials o qualsevol altre component de l'entorn que estigui o pugui quedar afectat per la presència de la contaminació.

t) Remediació per la via de l'atenuació natural: acció correctiva que inclou com a estratègia assolir els objectius de descontaminació mitjançant l'atenuació natural monitoritzada. Aquest procés, conegut també com a remediació intrínseca o passiva, no inclou cap tasca externa més enllà de les que es deriven del mostreig (instal·lació de punts de mostreig, presa de mostres, anàlisi i càlculs).

u) Zona saturada: és el volum situat per sota del nivell piezomètric on tots els espais oberts estan plens d'aigua. La zona no saturada és el volum situat per sobre del nivell piezomètric on els porus del sòl no estan totalment plens d'aigua.

Article 4

Procediment de descontaminació de les aigües subterrànies

1. Es considera que, es pot haver produït una contaminació de les aigües subterrànies quan en el marc de l'estudi de diagnòstic de la situació inicial previst pel Reglament de sòls contaminats es disposa d'indicis o es poden establir evidències de la presència d'aigua subterrània i de la seva possible contaminació. En aquest cas, l'estudi de diagnòstic de la situació inicial inclou la caracterització hídrica de la zona afectada tal com es defineix a l'annex II.

2. En el marc de la caracterització hídrica de la zona afectada, són objecte de recerca els contaminants fruit de l'acció contaminant o els contaminants detectats al sòl, i els productes de degradació o de combinació d'aquests contaminants. L'estudi de diagnòstic de la situació inicial estableix si s'ha produït una afectació efectiva de les aigües subterrànies.

3. Quan es consideren les aigües subterrànies afectades d'acord als supòsits previstos pel punt 1 de l'apartat A de l'article 5, l'estudi d'avaluació de riscos previst pel Reglament de sòls contaminats inclou la modelització dinàmica de les concentracions resultants a les aigües en els punts que escaigui en relació amb el temps i la distància al focus de la contaminació.

4. Quan es reuneixen tots els requisits per declarar el sòl contaminat, i es compleixen els criteris per considerar que s'ha produït la contaminació de les aigües subterrànies, l'estudi Objectius de descontaminació defineix els objectius, les actuacions i el seguiment de la descontaminació de les aigües i si escau, el pla de vigilància.

5. En el cas en què s'hagi d'efectuar una descontaminació i una restauració de les aigües, la declaració de sòl contaminat fa constar, en la mesura del que permet l'article 45 de la Llei 25/2004, de residus, els punts següents: els antecedents; la delimitació de les aigües contaminades (focus, plomall, i si escau, tram de riu); els objectius de descontaminació; les actuacions i les tècniques de descontaminació i de restauració de les aigües que s'han d'efectuar; el pla de vigilància associat; la periodicitat dels informes periòdics i de l'informe final; altres aspectes d'interès a criteri del ministeri responsable del medi ambient.

6. Un cop realitzada la declaració de sòl contaminat i en els casos en què els estudis previstos pel Reglament de sòls contaminats hagin evidenciat una afecció d'aigües subterrànies o d'aigües superficials que puguin estar alimentant una captació d'aigua destinada al consum humà, el ministeri responsable del medi ambient posa a coneixement del ministeri responsable de la salut, i també del o dels comuns corresponents, la informació disponible sobre aquest fet.

7. Quan en el marc del procediment de declaració de sòls contaminats es posen de manifest noves situacions, indicis o evidències en relació amb una afectació eventual de les aigües

subterrànies o superficials, és necessària una reavaluació de la situació que consideri aquesta informació.

Article 5

Aigües afectades

A. Afectació de les aigües subterrànies:

1. Es consideren aigües afectades les que reuneixen les situacions següents:

a) Que de la caracterització hídrica de la zona afectada definida per l'annex II es desprengui que la contaminació que ha afectat el sòl es retroba a les aigües subterrànies amb els contaminants fruit de l'acció contaminant o amb els contaminants detectats al sòl, o amb algun dels productes de degradació o de combinació d'aquests contaminants;

b) I que, en relació amb aquests contaminants, les concentracions a les aigües subterrànies superen els nivells objectiu definits a la taula de l'annex I.

2. També tenen la consideració d'aigües afectades les aigües subterrànies que se situen en un entorn que no alimenta captacions d'aigua destinada al consum humà, per les quals se superen els nivells objectiu però no els nivells d'intervenció definits a l'annex I, i que presenten totes les condicions definides a l'article 7.

3. Quan unes aigües tenen la consideració d'aigües afectades, és necessari un pla de vigilància d'acord amb l'article 12.

B. Afectació de les aigües superficials:

1. Es considera que hi ha afectació de les aigües superficials quan es disposa d'indicis o es poden establir evidències de l'arribada de la contaminació i de la possible superació actual o futura dels seus nivells de qualitat definits per la reglamentació de protecció de les aigües superficials vigent i per l'annex I.

Article 6

Aigües contaminades

1. Es consideren aigües contaminades les que reuneixen les situacions següents:

a) Que les aigües subterrànies estiguin afectades d'acord als requisits del punt 1 de l'apartat A de l'article 5;

b) Que de l'estudi d'avaluació de riscos es desprengui que hi ha un risc inacceptable per a les persones o el medi ambient;

c) I que es doni com a mínim un dels supòsits següents:

i. Les concentracions a les aigües subterrànies dels contaminants fruit de l'acció contaminant o dels detectats al sòl, o d'algun dels productes de degradació o de combinació d'aquests, superen els nivells d'intervenció de l'annex I.

ii. En un entorn que alimenta captacions d'aigua destinada al consum humà, les concentracions a les aigües subterrànies dels contaminants fruit de l'acció contaminant o dels detectats en el sòl, o d'algun dels productes de degradació o de combinació d'aquests productes, superen els nivells objectiu de l'annex I d'aquesta norma, sense perjudici del que pugui preveure la legislació en matèria d'aigua destinada al consum humà vigent i la seva evolució, quant a nivells de potabilitat de l'aigua.

iii. Estant en un entorn que no alimenta captacions d'aigua destinada al consum humà, quan les concentracions en l'aigua superen els nivells objectiu però no els nivells d'intervenció de

l'annex I, i quan no s'assoleix algun dels aspectes previstos per l'article 7.

iv. Estant en un entorn en el qual les aigües superficials es poden veure afectades segons les condicions definides per l'apartat B de l'article 5, se superen els requisits de qualitat de l'annex I, sense perjudici del que pugui preveure la legislació en matèria de protecció de les aigües superficials.

2. Quan unes aigües tenen la consideració d'aigües contaminades, és necessària la descontaminació i la restauració de les aigües.

Article 7

Consideracions especials

Els supòsits als quals fan referència els articles 5, 6 i 9 es detallen a continuació:

a) L'anàlisi de risc no identifica un risc inacceptable derivat de les aigües ni per a la salut ni per als ecosistemes pel que fa a les substàncies que superen els nivells objectius i no superen els d'intervenció;

b) El plomall de contaminació està perfectament delimitat i controlat i no afecta ni pot afectar en el futur una captació d'aigua destinada al consum humà;

c) De forma natural s'està produint una atenuació de les substàncies contaminants i es detecta una tendència significativa al decreixement de les concentracions;

d) Les aigües superficials no superen cap dels requisits de qualitat definits per la reglamentació de protecció de les aigües superficials vigent, ni superen cap dels nivells de qualitat per a les aigües superficials de l'annex I.

Article 8

Avís immediat

1. Davant la consideració d'aigües com afectades o contaminades, segons es defineix als articles anteriors, que siguin explotades per al consum humà o per l'abast de piscines d'ús col·lectiu, es requereix de l'avís immediat a l'entitat explotadora afectada, per tal que pugui activar el seu pla d'actuació o emergència.

2. Es compartirà i consensuarà amb l'entitat afectada i el Ministeri encarregat de la salut tota la informació i documentació rellevant de l'episodi d'afecció o contaminació.

Article 9

Objectius de descontaminació

1. Consideració general

Amb la finalitat de definir els objectius de descontaminació, es considera en tots els casos el factor de risc, i quan siguin pertinents, es consideren també el factor de qualitat de les aigües superficials, el factor d'aigua destinada al consum humà i el factor d'entorn de protecció especial. De la consideració dels diversos factors en la definició dels objectius de descontaminació, es pren com a valor objectiu de descontaminació el valor més restrictiu, paràmetre a paràmetre, del conjunt de factors considerats. Els objectius de descontaminació així obtinguts es plasmen en l'estudi Objectius de descontaminació.

2. Factors a considerar

a. Consideració del factor de risc. La consideració final de la concentració específica màxima admissible (CEMA) resultant en el factor de risc i per cada paràmetre s'efectua tal

com s'estableix tot seguit:

- La concentració resultant de la consideració del factor de risc no pot superar mai el nivell d'intervenció de l'annex I.

- Si es compleixen les condicions definides en els apartats b), c) i d) de l'article 7, es pot considerar la concentració resultant de la consideració del factor de risc, d'acord amb la CEMA, per sobre dels nivells objectiu fixats per l'annex I;

- Si no es reuneixen les condicions definides en els apartats b), c) i d) de l'article 7, d'acord amb la CEMA, la concentració resultant de la consideració del factor de risc és inferior o igual als nivells objectiu fixats per l'annex I;

b. Consideració del factor de qualitat de les aigües superficials. Es considera aquest factor quan se satisfan els requisits del punt 1 de l'apartat B de l'article 5 o quan es posi de manifest que, fruit de l'aiguabarreig entre les aigües subterrànies contaminades i les aigües superficials, se superen els requisits de qualitat per a les aigües superficials definits per la reglamentació de protecció vigent o els nivells de qualitat de l'annex I. En aquests casos, el factor de qualitat de les aigües superficials es calcula per cada paràmetre com la concentració màxima admissible a les aigües subterrànies que permeti garantir que les aigües superficials compliran en el punt d'aiguabarreig els requisits de qualitat de la reglamentació vigent i de l'annex I.

c. Consideració del factor d'aigua destinada al consum humà. En els casos en què l'episodi pugui afectar un perímetre de protecció o una zona d'alimentació d'una captació d'aigua destinada al consum humà autoritzada o no, es consideren els nivells objectiu de l'annex I, sense perjudici dels nivells de potabilitat i dels nivells màxims al medi per aigua que es pugui destinar al consum humà, i que pugui preveure la legislació vigent i la seva evolució.

d. Consideració del factor d'entorn de protecció especial. En aquests casos, es consideren els valors que regulen la qualitat de les aigües de l'entorn de protecció especial en qüestió.

3. Consideració particular

En els entorns on els nivells de concentració en aigües subterrànies de certes substàncies poden estar influenciats per les característiques naturals del substrat geològic, es considera aquest fet a l'hora de definir els objectius de descontaminació.

Article 10

Definició de les actuacions de descontaminació de les aigües subterrànies

1. Les actuacions de descontaminació i de restauració de les aigües subterrànies s'ajusten al que preveu l'annex III i es plasmen en l'estudi Objectius de descontaminació.

2. En el cas de masses d'aigua destinades al consum humà, siguin superficials o subterrànies, els paràmetres i nivells objectiu seran conformes a la legislació vigent sobre aigües destinades al consum humà.

3. En tots els expedients de sòls contaminats en què es determini que hi ha hagut contaminació de les aigües subterrànies, s'implanta un pla de control i seguiment de l'evolució de la qualitat. El període de control, la periodicitat dels mostresos i els paràmetres que cal controlar s'estableixen en funció de cada cas.

4. Amb l'objectiu d'anar informant de les actuacions de descontaminació i restauració efectuades sobre les aigües, i de l'evolució de la qualitat de les aigües subterrànies i superficials de l'emplaçament contaminat, el responsable de les actuacions ha de remetre al

ministeri responsable del medi ambient els informes periòdics de seguiment i final de les actuacions i d'evolució del medi, tal com s'indica en l'annex IV, amb la periodicitat que estableixi la declaració de sòl contaminat.

5. En els casos on es pugui demostrar que amb actuacions de descontaminació sobre el sòl es redueix l'afectació sobre les aigües en un període de temps que no posi en perill els usos d'aquesta aigua, i sempre que el medi "aigua" estigui ben caracteritzat, amb el plomall d'afectació ben delimitat, i que s'estableixi una xarxa de control de les aigües que permeti fer el seguiment de l'evolució de la contaminació, es poden considerar aquestes actuacions vàlides com a opció per descontaminar les aigües. Aquestes actuacions es mantenen fins a l'assoliment dels objectius de descontaminació.

Article 11

Pla de seguiment i xarxa de control

1. Per valorar l'efectivitat de les actuacions de descontaminació de les aigües, el pla previst per l'apartat 7 de l'annex IV del Reglament de sòls contaminats es dissenya d'acord amb els criteris establerts per aquest article.

2. Es defineixen dues xarxes de control de la qualitat de les aigües subterrànies: una xarxa interior i una d'exterior.

a) La xarxa de control interior té com a objectiu principal el control i el seguiment de la qualitat de l'aigua subterrània en la zona definida com a focus de la contaminació i el seu entorn immediat; es pot estendre més enllà dels límits de la propietat.

b) La xarxa de control exterior té com a objectiu prioritari controlar l'evolució de la qualitat de les aigües subterrànies aigües avall de la zona focus i determinar l'abast tridimensional del plomall d'afectació, especialment els sectors situats aigües avall i els que afecten receptors eventuals.

Article 12

Vigilància de les aigües afectades

En els casos en què les aigües subterrànies tinguin la consideració d'afectades, el ministeri responsable del medi ambient pot, en virtut de l'article 53 de la Llei 25/2004, del 14 de desembre, de residus, exigir al causant de la potencial contaminació, i subsidiàriament al propietari dels terrenys, d'implantar un pla de vigilància d'acord amb l'annex VI del Reglament de sòls contaminants, d'efectuar-ne el seguiment i d'actuar conforme els resultats del pla de vigilància, si:

a) es reuneixen els supòsits previstos per l'article 8.6 i per l'article 11.3 del Reglament de sòls contaminats, i sense perjudici del que estableix l'article 12 del mateix reglament;

b) o si es reuneixen els requisits per declarar un sòl com a sòl contaminat.

2. El pla de vigilància verifica que se satisfan els supòsits considerats i les hipòtesis adoptades, i en cas contrari, reinicia el procediment i revalua la situació d'acord amb les previsions d'aquest document.

Disposició derogatòria

Amb l'entrada en vigor d'aquesta ordre ministerial, queden derogades totes les disposicions del mateix rang o inferior que en contradiguin el contingut.

Disposició final

Aquesta ordre ministerial entrarà en vigor l'endemà de ser publicada al Butlletí Oficial del Principat d'Andorra.

Cosa que es fa pública per a coneixement general.

Andorra la Vella, el 27 de juny del 2012

Francesc CAMP TORRES

Ministre de Turisme i Medi Ambient

Annex I

Taula dels valors genèrics

	Nivells objectiu i nivells d'intervenció per a les aigües subterrànies		Nivells de qualitat per a les aigües superficials
	Nivell objectiu (µg/l)	Nivell d'intervenció (µg/l)	Nivell de qualitat (µg/l)
Metalls			
Mercuri	1	1,5	-
Mercuri i els seus compostos	-	-	0,07
Arsènic	10	40	-
Arsènic total	-	-	50
Cadmi	5	70	-
Cadmi i els seus compostos (funció de la duresa mg/l)			
- CaCO ₃ < 40	-	-	0,3
- 40 ≤ CaCO ₃ < 50	-	-	0,45
- 50 ≤ CaCO ₃ < 100	-	-	0,6
- 100 ≤ CaCO ₃ < 200	-	-	0,9
- CaCO ₃ ≥ 200	-	-	1,5
Antimoni	20	60	-
Seleni	10	160	-
Seleni dissolt	-	-	1
Bari	200	700	-
Crom	50	450	-
Crom (VI)	50	450	5
Crom total dissolt	-	-	50
Coure (funció de la duresa mg/l)			

amb l'ordre ministerial, cal fer una anàlisi de riscos. En aquest cas, cal fer l'anàlisi de riscos per a les cadenes de carboni definides a la taula 1 o per agrupacions similars, sempre que es disposi d'informació toxicològica per a aquestes agrupacions.

- CaCO ₃ ≤ 10	-	75	5
- 10 < CaCO ₃ ≤ 50			22
- 50 < CaCO ₃ ≤ 100			40
- CaCO ₃ > 100			120
Plom	10	75	-
Plom i els seus compostos	-	-	7,2
Molibdè	70	300	-
Níquel	70	100	-
Níquel i els seus compostos	-	-	20
Zinc total (funció de la duresa mg/l)			
- CaCO ₃ ≤ 10	800	3000	30
- 10 < CaCO ₃ ≤ 50			200
- 50 < CaCO ₃ ≤ 100			300
- CaCO ₃ > 100			500
Compostos halogenats			
Bromoform (Tribromometà)	100	500	-
Cloroalcans C ₁₀ -C ₁₃	-	-	1,4
Clorur de vinil	0,3	5	-
Diclorometà	20	750	20
Dicloroetilè, 1,1	10	60	-
Dicloroetilè trans -1,2	50	250	-
Dicloroetà 1,1	50	150	-
Dicloroetà 1,2	3	50	10
Dicloropropà 1,2	10	25	-
Hexaclorobutadiè	-	-	0,6
Tetracloroetilè	10	75	10
Tetracloroetà 1,1,2,2	7	30	-
Tetraclorur de carboni (tetraclorometà)	2	30	12
Tricloroetilè	10	50	10
Triclorometà	-	-	2,5
Tricloroetà 1,1,2	20	90	-
Tricloroetà 1,1,1	20	90	100
Hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP)			

Antracè	-	-	0,4
Benzo (a) pirè	0,01	0,05	0,1
Benzo (b) fluorantè	-	-	suma (0,03)
Benzo (k) fluorantè	-	-	
Benzo (g,h,i) perilè	-	-	suma (0,002)
Indè (1,2,3-cd) pirè	-	-	
Naftalè	10	500	2,4
Fluorantè	100	250	1
Crisè	5	12	-
HAP totals (suma: <i>naftalè, fenantrè, antracè, fluorantè, benzo(a)antracè, crisè, benzo(a)pirè, benzo(k)fluotantè, benzo(ghi)perilè i indè(1,2,3-cd)pirè</i>)	0,1	10	-
BTEX			
Benzè	1	90	50
Toluè	700	1000	50
Etilbenzè	100	300	30
Xilens (suma)	200	600	30
ETBE (etil-ter-butil- eter)	100	300	-
MTBE (metil-ter-butil- eter)	700	2000	-
Estirè	20	300	-
Clorobenzens			
Clorobenzè	80	240	20
Diclorobenzè 1,4	50	150	suma (20)
Diclorobenzè 1,3	300	1000	
Diclorobenzè 1,2	500	1000	
Pentaclorobenzè	7	25	0,007
Triclorobenzè 1,2,4	150	350	-
Triclorobenzens	-	-	0,4
Tetraclorobenzè 1,2,4,5	3	10	-
Hexaclorobenzè	0,05	1	0,05
Dissolvents			
Formaldehid	350	1000	-
Tetrahidrofurà	700	2000	-
Hidrocarburs *			

HTP alifàtics EC 5-6	-	-	-
HTP alifàtics EC> 6-8	-	-	-
HTP alifàtics EC> 8-10	-	-	-
HTP alifàtics EC> 10-12	-	-	-
HTP alifàtics EC>12-16	-	-	-
HTP alifàtics EC> 16-35	-	-	-
HTP aromàtics EC> 7-8	-	-	-
HTP aromàtics EC> 8-10	-	-	-
HTP aromàtics EC> 10-12	-	-	-
HTP aromàtics EC> 12-16	-	-	-
HTP aromàtics EC> 16-21	-	-	-
HTP aromàtics EC> 21-35	-	-	-
Suma de HTP (suma de les cadenes anteriors o hidrocarburs totals del petroli cadena C ₁₀ -C ₄₀ o "Oli Mineral" o "Hidrocarburs IR")*	50	5000	50
Plaguicides, herbicides i pesticides			
DDT total	-	-	0,025
p,p-DDT	-	-	0,01
DDT/DDE/DDD (suma)	0,1	2	-
Di (2-etilhexil) ftalat (DEHP)	-	-	1,3
Diuró	-	-	1,8
Endosulfà	-	-	0,01
Hexaclorociclohexà	-	-	0,04
Isoproturò	-	-	1
Aldrin	0,03	2	-

Dieldrin	0,03	2	-
-drins (suma)	0,1	2	-
Suma d'aldrin, dieldrin, endrin i isodrin	-	-	0,01
Compostos HCH (suma)	0,1	2	-
Heptaclor	0,03	2	-
Heptaclor epòxid (suma)	0,03	2	-
Metolaclor	-	-	1
Terbutilazina	-	-	1
Compostos del tributilestany (catió de tributilestany)	-	-	0,0015
Tributilestany (suma dels compostos del butilestany)	-	-	0,02
Alaclor	-	-	0,7
Atrazina	-	-	2
Clorfenvinfós	-	-	0,3
Clorpirifós (clorpirifós etil)	-	-	0,1
Simazina	-	-	4
Trifluralina	-	-	0,03
Difenileters bromats	-	-	0,0005
Altres			
PCB	0,025	0,06	-
Fenols i clorofenols			
Nonilfenol (4-Nonilfenol)	-	-	2
Octifenol ((4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenol))	-	-	0,1
Pentaclorofenol	9	45	1
Ions			
Cianurs lliures	50	1500	-
Cianurs complexats	50	1500	-
Cianurs totals	-	-	40
Fluorurs	-	-	1700

En relació a les aigües subterrànies, pel que fa als paràmetres que no disposen de valors per al nivell objectiu o per al nivell d'intervenció, es defineix el valor de fons. Es tracta de la concentració d'una substància a les aigües subterrànies que es considera com a pròpia o representativa de la qualitat de les aigües en un emplaçament fora de l'àrea o del volum

afectat per la contaminació de l'episodi objecte de gestió. En aquests casos, per a la gestió d'un episodi de contaminació d'aigües subterrànies per fonts d'origen puntual cal conèixer els valors de fons de l'aqüífer en relació amb els contaminants avaluats. En cas que aquests valors no s'hagin definit, s'empren valors de punts propers al plomall, situats aigües amunt, en zones considerades com a no contaminades.

Els nivells de qualitat per a les aigües superficials s'entenen sense perjudici del que pugui preveure la legislació d'aplicació vigent i la seva evolució. Atès el caràcter transfronterer de les aigües superficials del país, els valors de la taula s'han definit per cada paràmetre amb la voluntat d'establir l'objectiu de qualitat, d'acord amb els valors establerts per la Directiva europea 2008/105/CE, relativa a les normes de qualitat ambiental en l'àmbit de la política d'aigües, i pel Reial Decret espanyol 995/2000, pel qual es fixen els objectius de qualitat per a determinades substàncies contaminants i es modifica el Reglament de domini públic hidràulic.

Annex II

Caracterització hídrica de la zona afectada

Per tal de procedir a la caracterització hídrica de la zona afectada, cal:

- Recopilar la informació existent, tant de l'interior de la parcel·la com de l'exterior, parant especial atenció als eventuais receptors de la contaminació que hi pugui haver i identificant pous d'aigua, sistemes de sanejament, fosses sèptiques, rius, zones humides, conduccions soterrades i en superfície, etc.

- Descriure les característiques hidrogeològiques del medi i les hidrològiques quan escaigui. Es tracta de conèixer l'entorn hidrogeològic en el qual s'ubica la zona d'interès, en particular: els aqüífers existents, l'estimació de la direcció del flux subterrani, l'ús de les aigües subterrànies i superficials, si escau, etc.; estimar els paràmetres hidràulics de l'aqüífer; definir els punts d'alimentació i de descàrrega de les aigües subterrànies en relació amb les aigües superficials, en els supòsits previstos en aquesta ordre; identificar la profunditat vertical a l'aigua subterrània, la direcció del flux hidràulic i l'evolució dels nivells piezomètrics; fer un inventari dels punts d'aigua i la situació dels pous sobre plànol; indicar les extraccions i els usos tant d'aigües subterrànies com superficials; indicar especialment els punts d'abastament urbans, individuals, autoritzats i no autoritzats.

- Establir una xarxa de seguiment de la qualitat i fer una piezometria de l'aigua subterrània. Si escau, establir una xarxa de seguiment de la qualitat de l'aigua superficial.

- Efectuar els mostresos que permetin determinar si les aigües subterrànies o les aigües superficials han estat afectades d'acord amb els criteris d'aquesta ordre. Identificar els tipus de contaminants presents a l'emplaçament i les característiques fisicoquímiques que tenen.

- Definir la distribució del contaminant, l'extensió i la intensitat tant del focus de contaminació com del plomall contaminant. Estimar el volum de contaminant present a l'aqüífer. Avaluar l'extensió i la intensitat de la zona afectada, la distribució de la contaminació en sòls, sediments, aigües superficials i aigües subterrànies, tant en el plànol vertical com en l'horitzontal, com també l'estat del contaminant:

a) Zona focus. Correspon a la zona que actua com a font d'aportació de massa contaminant a les aigües subterrànies;

b) Plomall d'afecció. Zona de degradació de la qualitat natural de les aigües subterrànies a causa de la mobilització i la dispersió de contaminants introduïts en les aigües subterrànies.

La definició de la zona focus i el plomall d'afecció implica delimitar l'abast tridimensional de la contaminació i establir punts de tancament no afectats (punts blancs) situats aigües avall del plomall d'afecció de les aigües subterrànies.

- Descriure els mecanismes de contaminació de les aigües subterrànies. Avaluar el potencial per a les aigües superficials i subterrànies de la lixiviació de l'emplaçament. Identificar quin tipus de sòl és i si és una font contínua de contaminació de les aigües subterrànies.
- Caracteritzar i avaluar la via de migració de les aigües a l'atmosfera, tant per a receptors situats a l'exterior com per a receptors situats en ambients interiors, i tant per a receptors situats dins de la zona afectada (on-site) com fora de la zona d'afecció (off-site).
- Identificar altres aspectes que poden influir en la migració dels contaminants.
- Establir un model conceptual que permeti fer una valoració de l'episodi de contaminació.

Annex III

Definició de les actuacions de descontaminació de les aigües subterrànies

La definició de les actuacions de descontaminació de les aigües subterrànies forma part de l'estudi Objectius de descontaminació del Reglament de sòls contaminats. Els objectius són la definició de les actuacions necessàries per recuperar d'una manera efectiva i eficient les aigües subterrànies i, si escau, les aigües superficials, i assolir els objectius de descontaminació. En concret, cal:

- a) Definir les actuacions de descontaminació que s'han de dur a terme.
- b) Acotar la durada temporal de les actuacions i els objectius de descontaminació que s'han d'aconseguir.

Els apartats de què consta aquest document són:

- Detalls específics de la zona on s'ha d'actuar i de la tècnica proposada (recuperació, descontaminació, restauració, remediació, bioremediació i atenuació natural) per a les aigües subterrànies contaminades, i les aigües superficials afectades, si escau.
- Previsions de les actuacions que cal dur a terme per minimitzar la migració del contaminant a les zones que no estan afectades.
- Si es produeix un abocament d'aigua, s'ha d'indicar tant el punt d'abocament (llera pública, clavegueram o reinjecció en altres punts) com les característiques fisicoquímiques significatives, per cada cas, de les aigües abocades o reinfiltrades. Aquests límits d'abocament són objecte d'aprovació per part de l'administració competent en la matèria.
- Acotació del període de temps durant el qual ha de funcionar el sistema de restauració.
- Objectius de descontaminació que previsiblement s'assoleixen amb l'actuació.
- Descripció del pla de seguiment establert per valorar l'efectivitat de les actuacions de descontaminació que es duen a terme.

Informes periòdics de seguiment i final de les actuacions i d'evolució del medi

Els informes periòdics de seguiment de les actuacions i de l'evolució del medi tenen com a finalitat anar informant de les actuacions de descontaminació o remediació efectuades sobre les aigües subterrànies, i de l'evolució de la qualitat d'aquestes aigües en l'emplaçament contaminat. Inclouen la informació següent:

1. Informes periòdics

Els objectius dels informes de seguiment de les actuacions de descontaminació o remediació de les aigües subterrànies consisteixen a:

- a) Comprovar l'eficiència de les tècniques de restauració aplicades.
- b) Conèixer la resposta del medi i l'evolució de la qualitat de les aigües.

Aquests informes de seguiment han d'incloure la documentació següent:

1.1 Apartat d'antecedents

1) Antecedents.

1.2 Apartat d'actuacions efectuades

- 1) Breu descripció de les tasques de descontaminació.
- 2) Resum de les actuacions efectuades des de l'últim informe presentat.
- 3) Seguiment de l'eficiència de les tècniques de restauració aplicades. Si hi ha extracció d'aigua de pous o piezòmetres, s'ha d'indicar:
 - Identificació de pous i piezòmetres d'extracció.
 - Règim de bombament dels pous i els piezòmetres.
 - Cabals extrets dels pous.
 - Distribució mensual dels volums extrets. És convenient instal·lar comptadors volumètrics, sempre que les característiques fisicoquímiques de l'aigua i les condicions operatives ho permetin.
 - Evolució de la concentració dels contaminants més significatius. Gràfics representatius de l'evolució temporal de la concentració.

Si hi ha una extracció de fase lliure, també s'ha d'indicar el volum de producte extret. Si hi ha tractament de l'aigua, s'ha d'indicar:

- Volum d'aigua tractat.
- Evolució de les característiques de l'aigua de sortida del tractament.
- Lloc on es produeix l'abocament.

Sempre s'ha d'estimar el volum del producte recuperat en les actuacions de descontaminació.

4) Valoració de les actuacions fetes i de l'evolució de l'aquífer. Grau de compliment dels objectius de qualitat proposats (en cas que s'hagin establert).

5) Conclusions.

1.3 Apartat de resposta del medi

1) Resultats analítics de la xarxa de seguiment de qualitat de les aigües:

- Plànol de situació de pous i piezòmetres de control.
- Resultats analítics.
- Evolució de la concentració dels contaminants més significatius.
- Plànol d'isoconcentracions dels contaminants més significatius.

2) Nivells piezomètrics de la zona monitorada:

- Evolució dels nivells piezomètrics.
- Plànol de piezometria de la zona monitorada.

3) Valoració dels resultats obtinguts.

4) Conclusions.

1.4 Conclusions

1) Conclusions globals i, si escau, proposta d'actuacions.

2. Informe final

Per considerar que la restauració de l'entorn és efectiva, s'han de justificar tècnicament les situacions següents:

Pel que fa al focus de contaminació:

- a) Justificació de l'eliminació del focus origen de la contaminació.
- b) Justificació de l'estanquitat de tancs i instal·lacions.
- c) Justificació que el sòl no representa una font activa de contaminació de les aigües subterrànies.

Pel que fa a les aigües subterrànies:

- d) Caracterització efectiva de l'emplaçament.
- e) Assoliment dels objectius fixats de descontaminació de les aigües subterrànies.
- f) Justificació que les concentracions dels contaminants a les aigües subterrànies es mantenen per sota dels llindars fixats en els objectius de descontaminació.
- g) Si escau, establiment d'un dispositiu de detecció de fuites.

Conclusions globals.

Annex V

Criteria específics aplicables a les aigües subterrànies contaminades per hidrocarburs d'origen petrolífer

Aquest annex estableix les pautes per al desenvolupament de les investigacions i les alternatives de sanejament que s'han d'aplicar en casos de contaminació d'aigües per hidrocarburs d'origen petrolífer, sense perjudici del procediment i dels criteris aplicables amb caràcter genèric.

Així, l'apartat 1 serveix com a base per completar i ajustar la Caracterització hídrica de la zona afectada de l'estudi de diagnòstic de la situació inicial, previst pel Reglament de sòls contaminats, i l'apartat 2 ofereix una sèrie de tècniques que es poden fer servir a l'hora de definir les actuacions de descontaminació de les aigües subterrànies, d'acord amb l'annex III d'aquesta ordre.

1. Caracterització de la contaminació

De la refinació del petroli s'obtenen diverses fraccions que poden ser contaminants en el medi ambient. La fracció més comuna és la gasolina (mescla d'hidrocarburs lleugers amb diversos additius com el Metil Ter-Butil Ether o MTBE i el Etil Ter-Butil Ether o ETBE), però hi ha altres derivats del petroli com el gasoil, el fuel i els olis lubricants, entre d'altres, que també poden afectar negativament les aigües. A la taula següent es presenta una descripció de cada fracció i el programa analític mínim que s'ha d'adoptar per cadascuna de les fraccions associades a la contaminació per hidrocarburs d'origen petrolífer.

Fracció	Composició aproximada	Compostos majoritaris	Programes analítics necessaris a les aigües
Gasolina (GRO)	C4-C12	Conté principalment n-butà, isopentà, pentà, mono i dimetilpentans, BTEX, hexà, mono i dimetil hexà, trimetilbenzè, metiletilbenzè i, en menys quantitat, naftalens. També presenta additius (MTBE i ETBE).	HTP volàtils HTP totals (separació alifàtics i aromàtics) BTEX (benzè, toluè, etilbenzè i xilens) MTBE (Metil Ter-Butil Ether) ETBE (Etil Ter-Butil Ether) 1,2-DCA (1,2 - dicloretà)
Gas-oil; diesel (DRO)	C8-C21	Compost principalment per parafines (n-alcans i isoprenoides), naftalens i hidrocarburs aromàtics.	HTP Totals (separació alifàtics i aromàtics) HAP*
Fuels	C8-C21 C12-C34	Comprenen hidrocarburs no volàtils, en general contenen hidrocarburs saturats i aromàtics (HAPs*) i alquens.	HTP totals (separació alifàtics i aromàtics) HAP*
Olis lubricants	C18-C34	Contenen alcans, aromàtics i compostos no hidrocarbursats.	HTP totals (separació alifàtics i aromàtics)

* HAP: dins aquest grup es consideren els compostos següents: naftalè, fenantrè, antracè, fluorantè, benzo(a)antracè, crisè, benzo(a)pirè, benzo(k)fluotanté, benzo(ghi)perilè i indè(1,2,3-cd)pirè.

La caracterització de la contaminació en l'aigua comporta una sèrie d'actuacions que han de permetre obtenir la informació necessària per poder avaluar el risc de l'afecció i definir les possibles alternatives de sanejament. Aquestes actuacions concretes que han de

complementar les actuacions establertes amb caràcter genèric es poden resumir en els punts següents:

- Descripció de la geologia, la hidrologia superficial i les característiques hidrogeològiques del medi. Cal conèixer els aqüífers existents, el nivell freàtic, l'ús de les aigües, l'existència de pous d'aigua, els rius, les zones humides, la direcció del flux subterrani; i estimar els paràmetres hidràulics de l'aqüífer; identificar el tipus de sòl i de les vies de migració, entre d'altres.

- Definició de la distribució del contaminant tant vertical com horitzontal (plomall d'afecció). Les característiques del plomall de contaminació depenen del tipus i la quantitat del contaminant i de la hidrogeologia i la química del medi. Cal tenir present que els processos de dissolució, volatilització, sorció, dispersió i degradació del contaminant condicionen el comportament del plomall aigües avall del focus.

- Identificació dels receptors de la contaminació. Per avaluar la incidència potencial de la contaminació, cal identificar els receptors de la contaminació, actual i potencials, situats a l'entorn del plomall.

2. Restauració de l'entorn afectat

En el cas que de l'aplicació d'aquesta ordre ministerial es derivin actuacions de restauració de l'entorn afectat, s'han de dur a terme de forma que s'assoleixin els objectius de descontaminació corresponents. Les actuacions de restauració sobre les aigües contaminades per hidrocarburs comporten activitats de sanejament per reduir o contenir la contaminació de la fase dissolta, i en alguns casos sobre la fase lliure.

2.1. Actuacions sobre la fase dissolta

Es consideren actuacions de restauració d'un plomall d'aigües subterrànies contaminades les actuacions de reducció de l'entrada de contaminants al medi, l'eliminació del focus de contaminació, les actuacions de contenció de la contaminació per evitar la migració i l'afecció aigües avall, l'ús de tecnologies de remediació de les aigües subterrànies i l'avaluació i l'aplicació de la remediació per la via de l'atenuació natural monitoritzada com a alternativa de gestió per assolir els objectius a llarg termini. La millor estratègia o tecnologia de restauració de les aigües subterrànies és la que prioritza la recuperació del recurs amb el menor impacte ambiental total i sempre d'acord amb la vulnerabilitat del receptor.

Les tècniques de contenció o de confinament aïllen o redueixen la mobilitat del contaminant per evitar-ne la migració. Aquestes tècniques s'apliquen a l'afecció romanent al subsòl per evitar una aportació constant de contaminants a les aigües subterrànies. Les tècniques més usades són les que es defineixen a la taula següent:

Mètodes de contenció o de confinament	
Tècniques de contenció	Barreres verticals
	Barreres horitzontals
	Barreres de sòl sec
	Segellament profund
	Barreres hidràuliques
Tècniques de confinament	Estabilització fisicoquímica

Injecció de solidificants
Vitrificació

En relació amb les tècniques de restauració, la taula següent defineix diverses alternatives per restaurar el medi per a contaminants d'origen petrolífer. La taula divideix les alternatives de restauració en tècniques ex situ i en tècniques in situ, de manera que les tècniques ex situ són les que comporten l'extracció d'aigua per bombament i el seu tractament en superfície mitjançant medis situats dins o fora de la font contaminant; i les tècniques in situ són les que fan el tractament de les aigües contaminades sense haver d'extraure les aigües del seu medi.

Contaminant	Alternatives de restauració ex situ	Alternatives de restauració in situ
BTEX (Benzè, toluè, etilbenzè i xilens)	Air stripping Adsorció en carboni actiu Bombeig i tractament	Air stripping Bioremediació Remediació per la via de l'atenuació natural monitoritzada Oxidació química
HTP (Hidrocarburs Totals del Petroli)	Separació de fases Adsorció en carboni actiu Bombeig i tractament	Confinament/barreres reactives Bioremediació Remediació per la via de l'atenuació natural monitoritzada Oxidació química Addició de surfactants Tractament tèrmic Fitocorrecció
HAP (Hidrocarburs Aromàtics Policíclics: naftalè, fenantrè, antracè, fluorantè, benzo(a)antracè, crisè, benzo(a)pirè, benzo(k)fluotanté, benzo(ghi)perilè i indè(1,2,3-cd)pirè)	Adsorció en carboni actiu Bombeig i tractament	Bioremediació Remediació per la via de l'atenuació natural monitoritzada Oxidació química Confinament/barreres reactives
MTBE (Metil Ter-Butil Ether)	Air stripping	Air stripping Bioremediació

ETBE (Etil Ter- Butil Ether)	Bombeig i tractament	Remediació per la via de l'atenuació natural monitoritzada Oxidació química
---------------------------------	-------------------------	---

Les tècniques definides per les taules anteriors s'entenen sense perjudici de noves tècniques que puguin aparèixer per l'evolució del progrés científic, tot i que la seva utilització eventual necessita l'autorització, cas per cas, del ministeri responsable del medi ambient.

2.2. Actuacions sobre la fase lliure

S'entén per fase lliure la fase del medi subterrània formada per un líquid no aquós que és capaç de ser transportat pel subsòl, ja sigui per la força de gravetat o mitjançant el flux subterrani. L'aparició de la fase lliure s'esdevé quan el contaminant és alliberat en una quantitat prou gran que supera tant la capacitat d'absorció del sòl com la de dissolució de l'aigua subterrània o la volatilització. Hi ha dos tipus de fase lliure:

- LNAPL: fase lliure sobrenadant (Light Non-Aqueous Phase Liquid) formada per hidrocarburs derivats del petroli.
- DNAPL: fase lliure més densa que l'aigua (Dense Non-Aqueous Phase Líquid) formada per compostos orgànics halogenats.

A la taula següent es resumeixen els mètodes de caracterització i eliminació de la fase lliure (NAPL):

Tipus de fase lliure	Mètodes de caracterització	Mètodes d'eliminació ex situ	Mètodes d'eliminació in situ
LNAPL (BTEX, HTP, HAPs)	Mètodes intrusius de perforació i mostreig per pressió directa. Tècniques geofísiques.	Bombament i tractament.	Extracció de fases (amb addició de surfactants o sense). Tractament tèrmic. Confinament (barreres impermeables). Remediació per la via de l'atenuació natural monitoritzada. Bioslurping.
DNAPL (COV-Compostos Halogenats Orgànics Volàtils i COVS-Compostos Orgànics Semi-volàtils Halogenats)	Mètodes intrusius de perforació i mostreig per pressió directa. Tècniques geofísiques. Traçadors (determinació de NAPL residuals).	Bombament i tractament.	Extracció de fases (amb addició de surfactants o sense). Confinament (barreres impermeables). Remediació per la via de l'atenuació natural monitoritzada.

Les tècniques definides per les taules anteriors s'entenen sense perjudici de noves tècniques que puguin aparèixer per l'evolució del progrés científic, tot i que la seva utilització

eventual necessita l'autorització, cas per cas, del ministeri responsable del medi ambient.

2.3. Tècniques de restauració

A la taula següent es fa un breu resum de les característiques de les tècniques de restauració esmentades en els apartats anteriors.

Tècniques de restauració	Descripció
Addició d'agents tensioactius	Addició d'agents tensioactius a les aigües subterrànies o al sòl per afavorir o accelerar els processos de bioremediació.
Adsorció en carboni actiu	Es fa una circulació vertical de l'aigua a través de l'adsorbent per transferir el contaminant de l'aigua a una superfície sòlida. Un dels adsorbents més comuns és el carbó actiu.
Air stripping	Injecció d'aire a l'interior de la matriu saturada amb l'objectiu de facilitar la transferència del contaminant dissolt de la fase líquida cap a la fase gas.
Remediació per la via de l'atenuació natural monitoritzada (ANM)	Conjunt de processos biològics o fisicoquímics naturals (degradació, dispersió, dilució, volatització, sorció i precipitació) a partir dels quals es redueix la concentració de contaminació de les aigües subterrànies a nivells acceptables. Per ser una alternativa efectiva, es requereix una bona caracterització de la contaminació i la seva extensió i un pla de control i monitoratge de l'evolució de la contaminació.
Bioremediació	Utilització de processos microbiològics per a la degradació in situ dels contaminants. Per al desenvolupament d'aquesta tecnologia s'han de controlar i modificar les condicions del subsòl i les aigües per optimitzar l'activitat microbiana.
Bioslurping	Combinació de dos tècniques, la bioventilació i l'extracció de fases. Se succiona el contaminant (mitjançant el buit) i s'aireja el sòl per afavorir tant l'extracció de vapors com l'activitat degradadora dels microorganismes.
Bombeig i tractament	Bombeig de l'aigua subterrània contaminada a una planta de tractament.
Barreres de sòl sec	Contenció de la contaminació en ambients subsuperficials. Es basa en la dessecació del sòl a partir de la injecció d'aire sec per una xarxa de pous verticals o horitzontals. L'objectiu és incrementar la capacitat de retenció del sòl de substàncies contaminants líquides per evitar la migració a les aigües subterrànies.
Barreres hidràuliques	Instal·lació de diversos mètodes d'extracció d'aigua subterrània (pous, rases de drenatge, etc.) per impedir la migració de la ploma de contaminació.
Barreres horitzontals	Reducció del moviment vertical o horitzontal de la

	contaminació a partir de barreres impermeables.
Barreres verticals	
Confinament/Barreres reactives	Instal·lació de parets reactives permeables a través de les quals es fa passar el flux d'aigua subterrània. Les barreres permeten el pas de l'aigua però limiten el moviment dels contaminants a partir de l'ús d'agents reactius com metalls de valència zero, agents quelants, microorganismes, entre d'altres.
Estabilització fisicoquímica	Immobilització o reducció de la mobilitat dels contaminants a partir de processos fisicoquímics en els quals intervenen agents estabilitzants. Els agents estabilitzants poden ser orgànics o inorgànics, per exemple, el ciment Portland, la bituminització, l'alcalinització, etc.
Extracció de fases	Extracció simultània dels líquids i els vapors a partir de l'aplicació del buit en el subsòl.
Fitocorrecció	Ús de plantes i arbres per descontaminar masses d'aigua amb nivells piezomètrics poc profunds.
Injecció de solidificants	Injecció d'agents estabilitzants (inorgànics com el ciment o orgànics com les substàncies bituminoses, el polietilè o les parafines) en el sòl contaminat. La injecció es fa a través de pous o amb els solidificants barrejats amb el sòl, de manera que els contaminants queden encapsulats físicament en una matriu estable i impermeable a l'aigua.
Oxidació química	Reacció química de l'oxidació dels contaminants dissolts o fase lliure mitjançant l'addició d'un agent oxidant (O ₂ , KMnO ₄ , H ₂ O ₂ , etc).
Segellament profund	Alteració de l'estructura del sòl contaminat a partir de la injecció de materials plastificants (per exemple: mescles de bentonita i ciment, o de bentonita amb resines orgàniques), per disminuir-ne la permeabilitat i per poder controlar la migració de la contaminació en profunditat.
Tractament tèrmic	Eliminació, immobilització o transformació dels contaminants a compostos menys nocius mitjançant l'aportació d'energia en forma de calor.
Vitrificació	Estabilització dels contaminants mitjançant l'aplicació d'altres temperatures.
