

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902017519A1

Publication Date

20130727

Applicant

S.G.I. - STUDIO GALLI INGEGNERIA S.P.A.

Title

METODO PER IL TRATTAMENTO DI RESIDUI DI DRAGAGGIO MEDIANTE
FITORIMEDIAZIONE E IMPIANTO CHE REALIZZA TALE METODO.

- 1 -

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:
"METODO PER IL TRATTAMENTO DI RESIDUI DI DRAGAGGIO
MEDIANTE FITORIMEDIAZIONE E IMPIANTO CHE REALIZZA TALE
METODO", a nome della ditta italiana SGI - STUDIO GALLI
5 INGEGNERIA S.p.A. con sede a SARMEOLA DI RUBANO (PD).

DESCRIZIONE

Ambito dell'invenzione.

La presente invenzione riguarda un impianto per il
trattamento "ex situ on site" di residui di dragaggio.

10 L'invenzione riguarda, inoltre, un processo per il
trattamento dei residui di dragaggio.

Descrizione della tecnica nota.

Come noto, gli interventi di dragaggio vengono
effettuati sia in acque marine che in zone di acqua dolce o
15 salmastra per mantenere navigabili corsi d'acqua, porti e
darsene, oppure per recuperare la sabbia necessaria per
risabbiare le spiagge che hanno subito fenomeni di erosione
della costa.

Il materiale dragato, o "residuo di dragaggio", è
20 costituito da "sedimenti", ovvero miscele di materiale
inerte a diversa granulometria, come ghiaia, ghiaio,
sabbia, limo e argilla, proveniente principalmente ma non
esclusivamente da fenomeni naturali di sedimentazione,
oppure da "fanghi", nei casi in cui il materiale dragato
25 sia prevalentemente composto da materiale organico di varie
origini, ovvero da miscele dei due componenti. In tutti i
casi il "residuo di dragaggio" può essere caratterizzato da
contaminazione di tipologia e quantità notevolmente
variabile da caso a caso.

Un intervento di dragaggio consiste nell'asportare grandi quantità di tali materiali dai fondali subacquei mediante macchine scavatrici dette "draghe". Queste sono solitamente provviste di un primo condotto attraverso il
5 quale si crea un getto d'acqua in pressione orientato verso il fondale in modo da sollevare sabbia e ghiaia e nell'aspirare quindi la miscela di acqua e materiale solido così ottenuta mediante un secondo condotto.

In alternativa le draghe possono essere provviste di
10 "benne", ossia grandi secchi chiudibili e ribaltabili che possono essere depositati sul fondo da dragare e quindi recuperati con varie tecniche, per mezzo dei quali la sabbia e la ghiaia vengono prelevate dal fondale. In entrambi i casi la sabbia e la ghiaia possono essere
15 direttamente depositate nel luogo di destinazione finale o più frequentemente, se la destinazione è lontana dal luogo di prelievo, depositate nella stiva di apposite imbarcazioni di trasporto dette "bette" o "bettoline".

Una volta riempita la stiva dell'imbarcazione di
20 sedimenti è necessario operare il trasferimento dello stesso a terra. Questa operazione viene solitamente realizzata mediante un flussaggio idraulico che prevede di prelevare il sedimento dalla stiva mediante acqua e di trasferirlo nella destinazione finale ovvero in luogo in
25 cui trattarlo per renderlo idoneo alla collocazione nella destinazione finale.

Gli interventi di dragaggio producono elevate quantità di residui che, in presenza di fondali contaminati, possono essi stessi risultare contaminati da un contenuto in
30 metalli pesanti, in idrocarburi, o in altri contaminanti,

più o meno elevato. Pertanto questi materiali non possono essere ricollocati o utilizzati tal quali, ad esempio nel settore edilizio, ma devono necessariamente essere sottoposti ad una serie di trattamenti volti a ridurre il
5 contenuto di sostanze inquinanti. Inoltre, qualora la destinazione finale o il riutilizzo vengano effettuati a terra, è necessario anche disidratarli, ovvero ridurre la significativa frazione liquida, e desalinizzarli, ovvero ridurre il rilevante contenuto di Sali che potrebbe
10 anch'esso causare fenomeni di contaminazione.

Negli ultimi anni soprattutto per una maggiore sensibilizzazione sono stati studiati diversi processi per il trattamento dei residui di dragaggio e per la loro valorizzazione.

15 Tra le tecniche di decontaminazione che possono essere impiegate per il trattamento dei residui di dragaggio vi sono trattamenti biologici (ad esempio landfarming o biopile), chimico fisici (ad esempio soil washing, solidificazione/stabilizzazione, o estrazione con solventi),
20 termici (ad esempio desorbimento termico o vetrificazione), elettrici (decontaminazione elettrocinetica). La disidratazione può invece essere effettuata con tecniche meccaniche o naturali.

In particolare, la disidratazione meccanica prevede lo
25 stoccaggio provvisorio dei residui di dragaggio in una vasca di contenimento da cui vengono successivamente trasferite ad apposite macchine dette presse filtranti. Per facilitare il rilascio dell'acqua possono essere aggiunti prima della disidratazione polielettroliti organici o
30 inorganici o altri additivi chimici.

Tuttavia, i metodi attualmente impiegati non sono in grado di realizzare un abbattimento elevato del contenuto di sostanze inquinanti, oppure, e specialmente, risultano economicamente svantaggiosi, in particolare a causa delle
5 elevate quantità di materiale trattato, e prevedono l'impiego di apparecchiature costruttivamente complesse.

Sintesi dell'invenzione

È, quindi, scopo della presente invenzione fornire un impianto di trattamento di residui di dragaggio che
10 consenta un considerevole abbattimento del contenuto in sostanze inquinanti, in particolare metalli pesanti e idrocarburi.

È inoltre scopo della presente invenzione fornire un impianto di trattamento che consenta di ottenere una
15 adeguata disidratazione, desalinizzazione e trasformazione biologica e strutturale dei residui di dragaggio trattati in modo da ottenere un materiale stabilizzato utilizzabile ad esempio nel settore agroindustriale.

È un altro scopo della presente invenzione fornire un
20 impianto di trattamento di residui di dragaggio che sia costruttivamente semplice ed economicamente vantaggioso rispetto a soluzioni di tecnica nota.

È anche scopo della presente invenzione fornire un metodo di trattamento di sedimenti, o residui, di
25 dragaggio che abbia i medesimi vantaggi.

Questi ed altri scopi sono ottenuti dall'impianto, secondo l'invenzione, per il trattamento di residui di dragaggio, comprendente:

- almeno una vasca di trattamento dei residui, o

sedimenti, detta, o ciascuna, vasca essendo delimitata lateralmente da un argine di contenimento atto a contenere un predeterminato volume di residui di dragaggio, detti residui, o sedimenti, di dragaggio
5 essendo atti a decantare in detta, o ciascuna, vasca di trattamento, in modo tale da formare una frazione solida che si accumula principalmente su una superficie di base ed una frazione liquida che si dispone prevalentemente al di sopra della frazione
10 solida, in detta frazione solida potendo radicare almeno una specie vegetale;

- una tampona di filtraggio disposto in detta, o ciascuna, vasca di trattamento, detto tampona di filtraggio essendo atto a filtrare detta frazione
15 liquida di detti residui, o sedimenti, di dragaggio con ottenimento di una frazione liquida filtrata;

- uno strato drenante disposto sulla superficie di base di detta, o ciascuna, e vasca di trattamento, attraverso detto strato drenante una porzione di detta
20 frazione liquida, in particolare una frazione liquida successivamente apportata da pioggia o irrigazione, percolando in modo da produrre un percolato, in particolare un percolato opportunamente convogliabile e riutilizzabile;

25 - un canale di deflusso della frazione liquida filtrata;

- un canale di scarico del percolato.

In particolare, in una possibile forma realizzativa sono previste una prima ed almeno una seconda vasca di
30 trattamento dei residui, o sedimenti, ciascuna delle quali

avente le suddette caratteristiche.

In particolare, lo strato drenante è associato ad almeno un condotto di scarico provvisto di una pluralità di fori sulla superficie esterna. Più in dettaglio, il
5 condotto di scarico del percolato è un corpo cilindrico tubolare, ad esempio in materiale plastico, avente una superficie laterale provvista di una pluralità di fori attraverso i quali il percolato entra nel corpo cilindrico tubolare.

10 Vantaggiosamente, l'impianto comprende, inoltre:

- almeno un pozzetto di raccolta in comunicazione idraulica con detto condotto di scarico del percolato;
- mezzi di pompaggio atti a trasferire detto percolato da detto condotto di scarico a detto
15 pozzetto di raccolta e da detto pozzetto di raccolta a detto canale di scarico attraverso un condotto di deflusso del percolato.

In particolare, il tampone di filtraggio è disposto in corrispondenza di una porzione ribassata dell'argine di
20 contenimento. Pertanto, la frazione liquida dei residui, o sedimenti, di dragaggio attraversa il tampone di filtraggio e passa, per tracimazione della porzione ribassata dell'argine di contenimento, nel canale di deflusso attraverso il quale viene trasferito in un'area
25 di raccolta.

Il tampone di filtraggio può, ad esempio, comprendere una gabbia di contenimento avente una struttura reticolare, ad esempio realizzata in materiale metallico, atta a contenere un predeterminato volume di materiale
30 sfuso di predeterminate dimensioni.

In particolare, il materiale sfuso può comprendere ciottoli, ghiaia, o sassi, di diametro medio compreso tra 200 mm e 300 mm.

5 In particolare, la superficie di base di ciascuna vasca di trattamento può essere inclinata verso la porzione ribassata dell'argine di contenimento, in modo tale che la frazione liquida dei residui, o sedimenti, di dragaggio trattati defluisca più agevolmente verso l'unità di filtraggio.

10 In particolare, sulla superficie di base di ciascuna vasca di trattamento è previsto uno strato di materiale impermeabile atto ad impedire che il materiale trattato, ed in particolare il percolato, possano penetrare nel terreno sottostante la vasca di trattamento.

15 Vantaggiosamente, lo strato impermeabile può essere scelta tra:

- una geomembrana in Polietilene ad Alta Densità (HDPE);
- una geomembrana in Polietilene a Bassa Densità
- 20 (LDPE);
- o una loro combinazione.

In particolare, al di sopra dello strato drenante può essere disposto uno strato protettivo, ad esempio realizzato in un materiale geotessile. Questo ha la

25 funzione di proteggere lo strato impermeabile ed evitare il suo danneggiamento durante la rimozione dalla vasca di trattamento dei sedimenti una volta stabilizzati. In particolare, la rimozione dalla vasca di trattamento dei sedimenti effettuata per rinnovare l'impianto può essere

30 effettuata periodicamente, ossia ad intervalli di tempo

predeterminati, ad esempio ogni due anni, oppure al raggiungimento di determinate condizioni di esercizio monitorate mediante analisi periodiche di parametri quali pH, contenuto di umidità, contenuto di sostanze inquinanti, ecc.

In particolare, può essere, inoltre, prevista una apparecchiatura di chiarificazione della frazione liquida filtrata dal tampone di filtraggio di detta, o ciascuna vasca. Più precisamente, la frazione liquida dei residui, o sedimenti, viene trasferita attraverso il canale di deflusso, in corrispondenza del quale viene sottoposta ad una prima sedimentazione, con relativa parziale riduzione della torbidità, e quindi passa nell'apparecchiatura di chiarificazione della frazione liquida.

Vantaggiosamente, l'apparecchiatura di chiarificazione delle acque comprende un chiarificatore lamellare, ad esempio un chiarificatore lamellare a tre stadi. Una volta ridotta la torbidità, la frazione liquida dei residui, o sedimenti, può essere, quindi, prelevata dall'apparecchiatura di chiarificazione per essere reimpressa nello specchio d'acqua situato in prossimità dell'impianto dal quale i suddetti residui, o sedimenti, di dragaggio sono stati prelevati per essere trattati.

In particolare, lo strato drenante può comprendere:

- almeno uno strato di sabbia;
- almeno uno strato di ghiaia.

In una variante prevista lo strato drenante è costituito da:

- uno strato di sabbia;
- un primo strato di ghiaia;

- un secondo strato di ghiaia;

in cui la granulometria del primo strato di ghiaia è minore della granulometria del secondo strato di ghiaia.

Ad esempio, il primo strato di ghiaia può avere una
5 granulometria compresa tra 8 e 20 mm ed il secondo strato di ghiaia può avere una granulometria compresa tra 30 e 60 mm.

In una forma realizzativa prevista, andando dall'alto verso il basso, lo strato drenante è costituito da:

- 10 - uno strato di sabbia avente una granulometria compresa tra 1 e 3 mm;
- un primo strato di ghiaia avente granulometria compresa tra 8 e 20 mm;
- un secondo strato di ghiaia avente granulometria
15 compresa tra 30 e 60 mm.

Vantaggiosamente, l'impianto comprende, inoltre, una apparecchiatura per l'osmosi inversa. Più in dettaglio, l'apparecchiatura per l'osmosi inversa è atta a trattare
il percolato proveniente dalla vasca di trattamento in
20 modo da ridurne il contenuto salino con ottenimento di una predeterminata quantità di acqua osmotizzata.

In particolare, è previsto un serbatoio di stoccaggio comprendente un elemento di separazione atto a separare il serbatoio di stoccaggio in:

- 25 - una prima camera di contenimento atta a contenere una predeterminata quantità di percolato proveniente dallo strato drenante di detta, o ciascuna, e vasca di trattamento; ed in
- una seconda camera di contenimento atta a contenere
30 una predeterminata quantità di acqua osmotizzata.

Questa soluzione consente di ridurre gli ingombri in quanto viene impiegato un unico serbatoio di stoccaggio per stoccare sia il percolato che l'acqua osmotizzata.

Vantaggiosamente, sia la prima camera di contenimento
5 che la seconda camera di contenimento sono in comunicazione idraulica con l'apparecchiatura per l'osmosi inversa. Più precisamente, sono previsti mezzi per prelevare l'acqua dalla prima camera di contenimento e per alimentarla nell'apparecchiatura per l'osmosi inversa e
10 mezzi per prelevare l'acqua osmotizzata dall'apparecchiatura per l'osmosi inversa ed immetterla nella seconda camera di contenimento.

In particolare, la seconda camera di contenimento è in comunicazione idraulica con il suddetto condotto di
15 scarico del percolato.

L'elemento di separazione può essere una membrana realizzata in un materiale scelto tra:

- polietilene a bassa densità;
- polietilene ad alta densità;
- 20 o una loro combinazione.

Preferibilmente, l'elemento di separazione è una membrana comprendente una miscela di polietilene a bassa densità e di polietilene ad alta densità in modo da risultare altamente flessibile pur rimanendo molto
25 resistente.

In particolare, sono previsti mezzi di pompaggio e di miscelazione atti a miscelare una predeterminata quantità di acqua osmotizzata prelevata dalla prima camera di contenimento con una predeterminata quantità di percolato
30 prelevata dalla seconda camera di contenimento in modo da

ottenere un fluido avente un predeterminato contenuto salino che può essere utilizzato direttamente per l'irrigazione delle piante.

Inoltre, è previsto un impianto di irrigazione
5 attraverso il quale il fluido di irrigazione viene alimentato nella, o in ciascuna, vasca di trattamento. Più precisamente, l'impianto di irrigazione è atto a prelevare il fluido di irrigazione proveniente dal sistema di pompaggio e miscelazione e ad introdurlo ad esempio a
10 pioggia, o nebulizzato, o mediante irrigazione a goccia, nelle vasche di trattamento.

In particolare, mentre l'impianto di irrigazione viene messo in funzione soltanto in predeterminati periodi dell'anno, oppure avviato in caso di necessità,
15 l'apparecchiatura per l'osmosi inversa rimane in funzione tutto l'anno. Ciò consente di ridurre notevolmente le dimensioni dell'apparecchiatura per l'osmosi inversa.

In particolare, l'apparecchiatura di osmosi inversa produce sia acqua osmotizzata che acqua con un elevato
20 contenuto salino, ossia salamoia.

In una possibile forma realizzativa prevista, la salamoia prodotta dall'apparecchiatura di osmosi inversa può essere alimentata in un bacino di contenimento nel quale viene fatta evaporare per concentrare il contenuto
25 salino.

L'impianto come sopra descritto può essere vantaggiosamente impiegato per trattare in particolare residui, o sedimenti, di dragaggio contenenti idrocarburi, che vengono quasi completamente degradati durante le varie
30 fasi del processo, e contenente metalli pesanti.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, un metodo per il trattamento di residui, o sedimenti, di dragaggio comprende le fasi di:

- 5 - realizzazione di almeno una vasca di trattamento dei residui, o sedimenti, di dragaggio, detta, o ciascuna, vasca di trattamento essendo delimitata lateralmente da un argine di contenimento atto a contenere un predeterminato volume di residui, o sedimenti, di dragaggio da trattare ed essendo
10 provvista di una superficie di base;
- realizzazione di un tampone di filtraggio disposto in detta, o ciascuna, vasca di trattamento di detta pluralità;
- realizzazione di uno strato drenante disposto su
15 una superficie di base di detta, o ciascuna, vasca di trattamento;
- introduzione di un predeterminato volume di residui, o sedimenti, di dragaggio in almeno una di dette pluralità di vasche di trattamento;
- 20 - decantazione in detta, o ciascuna, vasca di trattamento di un predeterminato volume di residui, o sedimenti, in modo tale da formare una frazione solida che si accumula principalmente sulla superficie di base di detta, o ciascuna, vasca ed una frazione
25 liquida che si dispone prevalentemente al di sopra della frazione solida, in detta frazione solida potendo radicare almeno una specie vegetale;
- filtrazione di detta frazione liquida attraverso detto tampone di filtraggio con ottenimento di una
30 frazione liquida filtrata;

- deflusso della frazione liquida filtrata da almeno una di detta pluralità di vasche di trattamento attraverso un canale di deflusso;

5 - percolazione di una porzione di detta frazione liquida e di un fluido successivamente proveniente da pioggia, o da un impianto di irrigazione apportata durante il processo, attraverso detto strato drenante con ottenimento di un percolato;

10 - rimozione di detto percolato da detta superficie di base di detta, o ciascuna, vasca di trattamento;

- piantumazione di una pluralità di piante in detta frazione solida di detti residui, o sedimenti.

Vantaggiosamente, il metodo prevede di realizzare una pluralità di vasche di trattamento. In questo caso, le
15 suddette fasi possono essere realizzate in sequenza per una sola vasca di trattamento. Una volta terminata la suddetta sequenza di fasi, la vasca può essere tenuta a riposo con le piante messe a dimora per un periodo di tempo predeterminato ad esempio, uno, o due anni. Durante
20 questo arco di tempo possono essere realizzate in sequenza le altre fasi di trattamento in un'altra vasca di trattamento dell'impianto.

In particolare, la fase di introduzione del residuo di dragaggio all'interno della vasca di trattamento viene
25 arrestata quando la frazione solida ha raggiunto una predeterminata altezza all'interno della vasca di contenimento.

Vantaggiosamente, ciascuna vasca di trattamento viene realizzata in prossimità dello specchio d'acqua dal quale
30 vengono prelevati i residui di dragaggio da trattare.

Pertanto, la fase di introduzione dei residui di dragaggio in ciascuna di dette vasche di trattamento può essere eseguita direttamente dall'imbarcazione che provvede a trasportare i residui dragati dal fondale.

5 Vantaggiosamente, è prevista una fase di analisi dei residui trattati in ciascuna vasca di trattamento, detta analisi comprendendo la misurazione di almeno uno tra i seguenti parametri:

- pH;
- 10 - conducibilità elettrica;
- umidità;
- potenziale di ossidoriduzione;
- contenuto di ossigeno, anidride carbonica e altri gas interstiziali nella porosità dei residui trattati;
- 15 - contenuto di idrocarburi totali;
- contenuto di metalli pesanti;
- carbonio idrosolubile;
- azoto ammoniacale;
- acidi fulvici;
- 20 - acidi umici.

Vantaggiosamente, al raggiungimento di determinate condizioni è prevista una fase di rimozione del residuo trattato da ciascuna di dette vasche di trattamento.

25 In particolare, il momento della rimozione del residuo trattato viene scelto sulla base dell'andamento di alcuni parametri, quali il contenuto di idrocarburi, metalli pesanti, carbonio idrosolubile, acidi fulvici.

30 In particolare, il percolato ottenuto dallo strato drenante può essere sottoposto ad una fase di osmosi inversa, in modo da ridurre il contenuto salino con ottenimento di una predeterminata quantità di acqua osmotizzata.

Vantaggiosamente, è prevista una fase di irrigazione delle piante radicate nella frazione solida del residuo trattato, detta fase di irrigazione comprendendo una fase di prelievo di una predeterminata quantità di acqua da una
5 apparecchiatura di osmosi inversa.

In particolare, è prevista una fase di ottenimento di un primo percolato ottenuto dall'attraversamento dello strato drenante da parte della frazione liquida dei residui di dragaggio ed una fase di ottenimento di un
10 secondo percolato ottenuto dall'attraversamento dello strato drenante da parte di un fluido di irrigazione utilizzato per irrigare le piante radicate nelle vasche di trattamento ovvero di acqua di pioggia.

Vantaggiosamente, il percolato ottenuto
15 dall'attraversamento da parte della frazione liquida dei residui di dragaggio e/o del fluido di irrigazione e di pioggia viene sottoposto ad una fase di osmosi inversa per ridurre il contenuto salino ed ottenere acqua osmotizzata. Le piante che possono essere piantumate nel residuo di
20 dragaggio possono essere scelte in funzione delle condizioni climatiche e della composizione chimica dei residui stessi che devono essere trattati. Ad esempio, le piante che possono essere piantumate possono essere *Eucaliptus sp.*, *Tamarix sp.*, *Paspalum sp.*.

25 Breve descrizione dei disegni.

L'invenzione verrà di seguito illustrata con la descrizione che segue di una sua forma realizzativa, fatta a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento ai disegni annessi in cui:

30 - la figura 1 mostra schematicamente in una vista in

pianta una possibile forma realizzativa di due vasche di trattamento dell'impianto, secondo l'invenzione, per il trattamento di residui, o sedimenti, derivanti da interventi di dragaggio;

5 - la figura 2 mostra l'impianto di figura 1 in una vista in sezione secondo le frecce II-II;

- la figura 3 mostra in dettaglio lo strato drenante adottato nell'impianto di figura 1 per metterne in evidenza alcune caratteristiche tecniche;

10 - la figura 4 mostra l'impianto di figura 1 in una vista in sezione secondo le frecce IV-IV;

- la figura 5A mostra una vasca di trattamento prevista dall'invenzione in una vista parziale in sezione trasversale;

15 - la figura 5B mostra in una vista in sezione trasversale una possibile forma realizzativa di una tubazione di deflusso del percolato, secondo l'invenzione;

20 - la figura 6 mostra un possibile layout dell'impianto completo per il trattamento di residui, o sedimenti, derivanti da interventi di dragaggio;

- la figura 7 mostra schematicamente una possibile forma realizzativa prevista dall'impianto per il serbatoio di stoccaggio dell'acqua osmotizzata;

25 - la figura 8 mostra una porzione dell'impianto di figura 6 in una vista in sezione secondo le frecce VIII-VIII.

Descrizione delle forme realizzative preferite.

30 Con riferimento alla figura 1, un impianto 100, secondo l'invenzione, per il trattamento di residui di

dragaggio può comprendere una vasca di trattamento 10, oppure più vasche di trattamento a seconda delle situazioni e della quantità di residui da trattare, ad esempio due vasche di trattamento e precisamente una prima
5 vasca di trattamento 10a ed una seconda vasca di trattamento 10b. Ciascuna vasca di trattamento 10 è delimitata lateralmente da un argine di contenimento 15 atto a contenere un predeterminato volume di residui di dragaggio. In ciascuna vasca di trattamento 10a e 10b, i
10 residui di dragaggio sono atti a decantare, in modo tale da formare una frazione solida 21, che si accumula principalmente su una superficie di base 11, ed una frazione liquida 22 che si dispone prevalentemente al di sopra della frazione solida 21.

15 L'impianto 100 comprende, inoltre, un tampone di filtraggio 150 disposto in ciascuna vasca di trattamento 10a e 10b e atto a filtrare la frazione liquida 22 con ottenimento di una frazione liquida filtrata 23. In particolare il tampone di filtraggio 150 è disposto in
20 corrispondenza di una porzione ribassata 16 dell'argine di contenimento 15 ad una predeterminata altezza H dalla superficie di base 11. Pertanto, quando la frazione liquida 22 dei residui di dragaggio 20 raggiunge la suddetta predeterminata altezza H, essa attraversa il
25 tampone di filtraggio 150 e passa per tracimazione della porzione ribassata 16 in un canale di deflusso 70 attraverso il quale viene trasferita in un'area di raccolta da cui viene pompata verso l'apparecchiatura di chiarificazione.

30 Quando la frazione solida 22 del sedimento raggiunge

una determinata altezza all'interno della vasca di contenimento 10a, o 10b, viene arrestata la fase di introduzione del residuo 20 e dopo un tempo prestabilito viene effettuata la piantumazione di piante 200 nel
5 residuo solido.

Le piante 200 hanno in particolare la funzione di assorbire o degradare le sostanze inquinanti presenti nel residuo 22 in particolare assorbire metalli pesanti e degradare idrocarburi, realizzando pertanto una
10 decontaminazione vera e propria del residuo di dragaggio.

Ad esempio, il tampone di filtraggio 150 comprende una gabbia di contenimento 155 avente struttura reticolare atta a contenere un predeterminato volume di materiale sfuso 160 quale ciottoli, ghiaia, o sassi, di diametro
15 medio compreso tra 200 mm e 300 mm. Dopo aver attraversato il tampone di filtraggio 150, la frazione liquida filtrata 23 defluisce in un canale di scarico 70 attraverso il quale viene allontanato da ciascuna vasca di trattamento 10a, o 10b. Il canale di scarico 70 può essere
20 vantaggiosamente realizzato tra le vasche di trattamento 10a e 10b in modo da poter asservire più vasche di trattamento. Per agevolare l'attraversamento da parte della frazione liquida 22 dell'unità di filtraggio 150, la superficie di base 11 di ciascuna vasca di trattamento
25 10a, 10b, può essere inclinata verso la porzione ribassata dell'argine di contenimento 16. Il tampone di filtraggio 150 può comprendere, inoltre, un determinato volume 130 di materiale sfuso, ad esempio ghiaia con granulometria compresa tra circa 8 e circa 20 mm, per realizzare una
30 prima filtrazione della frazione liquida 21 dei residui 20

prima che essa giunga in corrispondenza della gabbia 150.

La frazione liquida filtrata 23 defluisce, quindi, attraverso il canale di scarico 70 in corrispondenza del quale viene sottoposto ad una sedimentazione parziale con
5 conseguente prima riduzione della torbidità. Attraverso il canale di scarico 70 la frazione liquida filtrata 23 viene trasferita mediante mezzi di pompaggio 300 ad una apparecchiatura di chiarificazione 140, ad esempio un chiarificatore lamellare a tre stadi, per ridurre la
10 torbidità in maniera significativa (figura 6). La frazione liquida filtrata e chiarificata così ottenuta può essere pertanto reimpressa nello specchio d'acqua, ossia il mare, oppure il lago, dalla quale i residui di dragaggio 20 sono stati prelevati.

15 Sulla superficie di base 11 di ciascuna vasca di trattamento 10a e 10b è, inoltre, previsto uno strato drenante 30. Più in dettaglio, la porzione 22a della frazione liquida 22 che non attraversa l'unità di filtraggio 150 e rimane, invece, inizialmente assorbita
20 nei residui di dragaggio, insieme al fluido successivamente apportato dall'irrigazione e dalla pioggia, attraversa lo strato drenante 30 con formazione di un percolato 40.

Lo strato drenante 30 può essere, ad esempio,
25 costituito da uno strato di sabbia 31 al di sotto del quale viene realizzato un primo strato di ghiaia 32a avente una determinata granulometria ed un secondo strato di ghiaia 32b avente una diversa granulometria. Ad esempio, la sabbia può avere una granulometria compresa
30 tra 1 e 3 mm, il primo strato di ghiaia 32a una

granulometria compresa tra 8 e 20 mm ed il secondo strato di ghiaia 32b granulometria compresa tra 30 e 60 mm (figura 3).

Il percolato 40 così ottenuto viene, quindi, rimosso
5 dalla vasca di contenimento 10a, o 10b, ad esempio
attraverso un condotto di scarico 45 disposto sulla
superficie di base 11, oppure in prossimità di essa. Il
condotto di scarico 45 presenta una superficie laterale
provvista di un certo numero di fori 46 (figura 5B) che
10 consentono al percolato 40 di passare dallo strato
drenante 30 all'interno del condotto di scarico 45
attraverso il quale viene trasferito in un canale 75 di
scarico del percolato, ad esempio disposto tra le due
vasche di trattamento 10a e 10b. Il canale di scarico 75
15 ed il condotto di scarico 45 del percolato 40 sono in
comunicazione idraulica mediante almeno un pozzetto di
raccolta 90. Inoltre, sono previsti mezzi di pompaggio,
non mostrati in figura, che trasferiscono il percolato 40
dal condotto di scarico 45 al pozzetto di raccolta 90 e da
20 questo al canale di scarico 75 attraverso un canale di
adduzione 47 (figura 4).

Tra la superficie di base 11 e lo strato drenante 30
viene applicato uno strato di materiale impermeabile 80,
ad esempio una geomembrana, per evitare che il residuo
25 trattato in ciascuna vasca 10a, 10b, ed in particolare il
percolato, possano penetrare nel terreno sottostante ed
inquinarlo. La geomembrana 80 può avere uno spessore ad
esempio compreso tra circa 20 e circa 80 mm ed essere
realizzata in Polietilene ad Alta Densità (HDPE), oppure
30 in Polietilene a Bassa Densità (LDPE), o ancora in un

materiale ottenuto dalla combinazione dei due. Al di sopra dello strato drenante 30 può essere, inoltre, disposto uno strato protettivo 85, ad esempio realizzato in un materiale geotessile. Questo ha la funzione di impedire il
5 trasferimento della componente più fine del residuo di dragaggio nello strato drenante 30 e di proteggere lo stesso strato drenante 30 e lo strato impermeabile 80 ed evitare il loro danneggiamento durante la rimozione dei sedimenti dalla vasca di trattamento 10a, 10b, che viene
10 effettuata periodicamente per rinnovare l'impianto 100.

Il percolato 40 attraverso il canale di scarico 75 viene trasferito in un serbatoio di stoccaggio 120 all'interno del quale è previsto un elemento di separazione 125, preferibilmente realizzato in un
15 materiale flessibile, che suddivide il serbatoio di stoccaggio 120 stesso in una prima camera di contenimento 121 ed in una seconda camera di contenimento 122.

Più precisamente, l'impianto 100 prevede anche una apparecchiatura 170 per l'osmosi inversa atta a trattare
20 il percolato 40 con ottenimento di acqua osmotizzata, ossia povera in contenuto salino, e di una salamoia con un elevato contenuto salino. L'apparecchiatura per l'osmosi inversa 170 è in collegamento idraulico sia con la prima camera 121 che con la seconda camera 122 del serbatoio di
25 stoccaggio 120.

In particolare, il percolato 40 presente nella prima camera 121 viene alimentato nell'apparecchiatura per l'osmosi inversa 170. L'acqua osmotizzata prodotta dall'apparecchiatura per l'osmosi inversa 170 viene,
30 quindi, inviata nella seconda camera 122 sottostante la

prima camera 121. Pertanto, la prima camera 121 contiene esclusivamente il percolato 40, mentre la seconda camera 122, idraulicamente separata dalla prima camera 121 dalla membrana 125 contiene acqua osmotizzata. Questa soluzione
5 costruttiva consente di ridurre gli ingombri in quanto viene impiegato un unico serbatoio di stoccaggio per stoccare sia il percolato 40 che l'acqua osmotizzata.

L'elemento di separazione, o membrana, 125 può essere realizzata in un materiale scelto tra polietilene a bassa
10 densità, polietilene ad alta densità, una loro combinazione, o altri materiali flessibili e resistenti. Come mostrato schematicamente in figura 7, inoltre, il serbatoio 120 può essere almeno in parte interrato e realizzato ad esempio mediante palancole di contenimento
15 laterale, non illustrate in figura per semplicità di illustrazione.

L'impianto 100 comprende, inoltre, un impianto di irrigazione per irrigare le piante 200 radicate, a seguito di opportuna piantumazione, nella frazione solida 21 dei
20 residui di dragaggio 20 nei periodi di maggiore siccità. Ad esempio, le piante 200 che possono essere piantumate nella frazione solida 21 del residuo di dragaggio possono essere *Eucaliptus sp.*, *Tamarix sp.*, *Paspalum sp.*. In particolare, le piante 200 sono atte a ridurre il
25 contenuto in metalli pesanti del residuo di dragaggio 20.

Come fluido di irrigazione può essere impiegata una miscela di una predeterminata quantità di acqua osmotizzata e di percolato. Più in dettaglio, al momento di operare l'irrigazione vengono prelevate determinate
30 quantità di percolato 40 e di acqua osmotizzata

rispettivamente dalle camere 121 e 122 ed inviate ai mezzi di miscelazione in un predeterminato rapporto. In tal modo, si ottiene un fluido di irrigazione con un contenuto salino appropriato, ossia superiore a quello dell'acqua osmotizzata troppo povera in sali, ma inferiore a quello del percolato 40.

Secondo quanto previsto dall'invenzione, mentre l'impianto di irrigazione viene messo in funzione soltanto in predeterminati periodi dell'anno, oppure avviato in caso di necessità, l'apparecchiatura per l'osmosi inversa 170 può rimanere in funzione tutto l'anno. Ciò consente di ridurre notevolmente le dimensioni dell'apparecchiatura per l'osmosi inversa 170 stessa.

In una possibile forma realizzativa prevista ed illustrata in figura 6, la salamoia prodotta dall'apparecchiatura di osmosi inversa 170 può essere stoccata in un serbatoio 185 e da qui, nei periodi più caldi dell'anno, alimentata in un bacino di evaporazione 180 nel quale la frazione liquida viene fatta evaporare concentrando la salamoia. Segue, quindi, il conferimento in discariche controllate del residuo solido presente nel bacino 185, costituito prevalentemente da sali di varia natura e dalla frazione di idrocarburi che non si sono degradati durante le varie fasi del processo, una volta raggiunto un predeterminato grado di concentrazione.

Come mostrato in figura 6 un impianto 100, secondo l'invenzione, può comprendere un determinato numero di vasche di contenimento 10a, 10b, eventualmente accoppiate, in modo da ottenere un determinato numero di coppie di vasche di trattamento, ad esempio 15 coppie di vasche di

trattamento 10a, 10b. Ciascuna vasca di contenimento 10a, o 10b, è provvista di un tampone di filtrazione 150 Le dimensioni dell'impianto 100 vengono di volta in volta stabilite in base alla quantità di residui di dragaggio da
5 trattare e dalla disponibilità del terreno sul quale effettuare l'installazione. In questo caso, i canali di scarico 75 del percolato 40 possono essere realizzati tra due coppie attigue di vasche di contenimento 10a e 10b (figura 8). In corrispondenza della superficie compresa
10 tra due coppie attigue di vasche di contenimento 10a e 10b può essere inoltre realizzato un percorso carrabile 65 per consentire ai mezzi di servizio di raggiungere qualsiasi punto dell'impianto 100. In particolare, il canale di scarico 75 può essere realizzato in corrispondenza del
15 percorso carrabile 65.

Una volta decontaminati e quindi trasformati in terreno inerte, i sedimenti di dragaggio possono essere rimossi dalla vasca di contenimento 10a, o 10b, ad esempio dopo un tempo di circa due anni, per essere utilizzati
20 come materiale di riempimento di cave, o per altre applicazioni.

La descrizione di cui sopra di una forma esecutiva specifica è in grado di mostrare l'invenzione dal punto di vista concettuale in modo che altri, utilizzando la tecnica
25 nota, potranno modificare e adattare in varie applicazioni tale forma esecutiva specifica senza ulteriori ricerche e senza allontanarsi dal concetto inventivo, e, quindi, si intende che tali adattamenti e modifiche saranno considerabili come equivalenti della forma esecutiva
30 esemplificata. I mezzi e i materiali per realizzare le

varie funzioni descritte potranno essere di varia natura
senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione. Si
intende che le espressioni o la terminologia utilizzate
hanno scopo puramente descrittivo e per questo non
5 limitativo.

RIVENDICAZIONI

1. Impianto (100) per il trattamento di residui, o sedimenti, di dragaggio **caratterizzato dal fatto** di comprendere:

- 5 - almeno una vasca di trattamento (10) dei residui, detta, o ciascuna, vasca di trattamento (10) essendo delimitata lateralmente da un argine di contenimento (15) atto a contenere un predeterminato volume di residui di dragaggio, detti residui di dragaggio
- 10 essendo atti a decantare in detta, o ciascuna, vasca di trattamento (10), in modo tale da formare una frazione solida (21) che si accumula principalmente su una superficie di base (11) ed una frazione liquida (22) che si dispone prevalentemente al di sopra della
- 15 frazione solida (21), in detta frazione solida (21) potendo radicare almeno una specie vegetale (200);
- un tampone di filtraggio (150) disposto in detta, o ciascuna, vasca di trattamento (10), detto tampone di filtraggio (150) essendo atto a filtrare detta
- 20 frazione liquida (22) di detti residui di dragaggio con ottenimento di una frazione liquida filtrata (23);
- uno strato drenante (30) disposto su detta superficie di base (11) di detta, o ciascuna, vasca di trattamento (10), una porzione di detta frazione
- 25 liquida percolando attraverso detto strato drenante (30) con ottenimento di un percolato (40);
- un canale di deflusso (70) della frazione liquida filtrata (23);
- un canale (75) di scarico del percolato (40).

30 2. Impianto (100), secondo la rivendicazione 1, in cui

sono previsti, inoltre:

- almeno un condotto di scarico (45) associato a detto strato drenante (30), detto condotto di scarico (45) essendo provvisto di una pluralità di fori (46) attraverso i quali detto percolato (40) entra in detto condotto di scarico (45);

- almeno un pozzetto di raccolta (90) in comunicazione idraulica con detto condotto di scarico (45) del percolato (40);

- mezzi di pompaggio atti a trasferire detto percolato (40) da detto condotto di scarico (45) a detto pozzetto di raccolta (90) e da detto pozzetto di raccolta (90) a detto canale di scarico (75) attraverso un condotto di deflusso (47) del percolato (40).

3. Impianto (100), secondo la rivendicazione 1, in cui detto tampone di filtraggio (150) è disposto in corrispondenza di una porzione ribassata (16) di detto argine di contenimento (15) per cui detta frazione liquida (22) dei residui di dragaggio è atta ad attraversare detto tampone di filtraggio (150) e a passare per tracimazione in detto canale di deflusso (70).

4. Impianto (100), secondo la rivendicazione 1, in cui detto tampone di filtraggio (150) comprende una gabbia di contenimento (155) avente una struttura reticolare atta a contenere un predeterminato volume di materiale sfuso di predeterminate dimensioni, detto materiale sfuso comprendendo ciottoli, ghiaia, o sassi, di diametro medio compreso tra 200 mm e 300 mm.

5. Impianto (100), secondo la rivendicazione 1, in cui su detta superficie di base (11) di ciascuna vasca di trattamento (10) è previsto uno strato di materiale impermeabile (80) atto ad impedire che detto residuo
5 trattato, ed in particolare detto percolato (40), possano penetrare nel terreno sottostante detta vasca di trattamento (10), detto strato di materiale impermeabile (80) essendo scelta tra:
- 10 - una geomembrana in Polietilene ad Alta Densità (HDPE);
 - una geomembrana in Polietilene a Bassa Densità (LDPE);
 - o una loro combinazione,
- ed in cui al di sopra di detto strato drenante (30) essendo disposto uno strato protettivo (85) realizzato
15 in un materiale geotessile, detto strato protettivo (85) essendo atto a proteggere detto strato drenante (30) e detto strato di materiale impermeabile (80) e ad evitare il loro danneggiamento durante la rimozione
20 da detta vasca di trattamento (10) di detti sedimenti una volta stabilizzati.
6. Impianto (100), secondo la rivendicazione 1, in cui è, inoltre, prevista una apparecchiatura di
25 chiarificazione (140) di detta frazione liquida filtrata (23) di detti residui, detta apparecchiatura di chiarificazione (140) delle acque comprendendo un chiarificatore lamellare a tre stadi.
7. Impianto (100), secondo la rivendicazione 1, in cui detto strato drenante (30) è costituito da:
- 30 - uno strato di sabbia (31) avente una granulometria

compresa tra 1 e 3 mm;

- un primo strato di ghiaia (32a) avente granulometria compresa tra 8 e 20 mm;

5 - un secondo strato di ghiaia (32b) avente granulometria compresa tra 30 e 60 mm.

8. Impianto (100), secondo la rivendicazione 1, in cui detto impianto (100) comprende, inoltre, una apparecchiatura per l'osmosi inversa, detta apparecchiatura (170) per l'osmosi inversa essendo
10 atta a trattare detto percolato (40) proveniente da detta vasca di trattamento (10) in modo da ridurre il contenuto salino con ottenimento di una predeterminata quantità di acqua osmotizzata ed in cui è previsto un serbatoio di stoccaggio (120) comprendente un elemento
15 di separazione (125) atto a separare detto serbatoio di stoccaggio (120) in:

- una prima camera di contenimento (121) atta a contenere una predeterminata quantità di percolato (40) proveniente dallo strato drenante (30) della
20 prima e/o della seconda vasca di trattamento (10); ed in

- una seconda camera di contenimento (122) atta a contenere una predeterminata quantità di acqua osmotizzata;

25 in cui detta prima camera di contenimento (121) e detta seconda camera di contenimento (122) sono in comunicazione idraulica con detta apparecchiatura (170) per l'osmosi inversa ed essendo previsti mezzi per prelevare l'acqua da detta prima camera di
30 contenimento e per alimentarla in detta apparecchiatura (170) per l'osmosi inversa e mezzi per

prelevare l'acqua osmotizzata da detta apparecchiatura (170) per l'osmosi inversa ed immetterla in detta seconda camera di contenimento (122).

5 9. Impianto (100), secondo la rivendicazione 8, in cui, sono previsti, inoltre, mezzi di miscelazione atti a miscelare una predeterminata quantità di acqua osmotizzata prelevata da detta prima camera di contenimento (121) con una predeterminata quantità di percolato (40) prelevata da detta seconda camera di
10 contenimento (122) in modo da ottenere un fluido di irrigazione avente un predeterminato contenuto salino che viene direttamente alimentato all'impianto (100) di irrigazione ed essendo, inoltre, previsto un impianto di irrigazione attraverso il quale detto
15 fluido di irrigazione viene alimentato in detta, o ciascuna, vasca di trattamento (10).

10. Metodo per il trattamento di residui di dragaggio **caratterizzato dal fatto** di comprendere le fasi di:

- realizzazione di almeno una vasca di trattamento
20 (10) dei residui di dragaggio, detta, o ciascuna, vasca di trattamento (10) essendo delimitata lateralmente da un argine di contenimento (15) atto a contenere un predeterminato volume di residui di dragaggio da trattare ed essendo provvista di una
25 superficie di base (11);

- realizzazione di un tampone di filtraggio (150) disposto in detta, o ciascuna, vasca di trattamento (10);

- realizzazione di uno strato drenante (30) disposto
30 su una superficie di base di detta, o ciascuna, vasca

di trattamento (10);

- introduzione di un predeterminato volume di residui di dragaggio in detta, o ciascuna, vasca di trattamento (10);

5 - decantazione in detta, o ciascuna, vasca di trattamento (10) di un predeterminato volume di residui, in modo tale da formare una frazione solida (21) che si accumula principalmente sulla superficie di base (11) di detta vasca (10) ed una frazione
10 liquida (22) che si dispone prevalentemente al di sopra della frazione solida (21), in detta frazione solida (21) potendo radicare almeno una specie vegetale;

15 - filtrazione di detta frazione liquida (22) attraverso detto tampone di filtraggio (150) con ottenimento di una frazione liquida filtrata (23);

- deflusso della frazione liquida filtrata (23) dalla vasca di trattamento (10) attraverso un canale di deflusso;

20 - percolazione di una porzione di detta frazione liquida e di un fluido successivamente proveniente da pioggia, o da un impianto di irrigazione, attraverso detto strato drenante (30) con ottenimento di un percolato (40);

25 - rimozione di detto percolato (40) da detta superficie di base (11) di detta vasca di trattamento (10);

- piantumazione di una pluralità di piante (200) in detta frazione solida (21) di detti residui.

CLAIMS

1. A plant (100) for treatment of residues, or sediments, of dredging **characterized in that** it comprises:

5 - at least one treatment basin (10) of the residues, said, or each, treatment basin (10) laterally defined by an containing embankment (15) arranged to contain a predetermined volume of dredging residues, said dredging residues arranged to decant in said, or each, treatment basin (10), in order to form a solid
10 fraction (21) that accumulates mainly on a base surface (11) and a liquid fraction (22) that arranges mainly above said solid fraction (21), in said solid fraction (21) at least one vegetable species (200) arranged to root;

15 - a filtering pad (150) arranged in said, or each, treatment basin (10), said filtering pad (150) arranged to filter said liquid fraction (22) of said dredging residues obtaining a filtered liquid fraction (23);

20 - a draining layer (30) arranged on a base surface (11) of said, or each, treatment basin (10), a portion of said liquid fraction leaching through said draining layer (30) obtaining a leachate (40);

25 - an exit flow channel(70) of the filtered liquid fraction (23);

 - a discharge channel (75) for discharging said leachate (40).

2. The plant (100), according to claim 1, wherein are also provided:

30 - at least one discharge duct (45) associated to said

draining layer (30), said discharge duct (45) having a plurality of holes (46) through which said leachate (40) enters into said discharge duct (45);

- at least one collection well (90) hydraulically connected to said discharge duct (45) of said leachate (40);

- a pump means that is arranged to transfer said leachate (40) from said discharge duct (45) to said collection well (90) and from said collection well (90) to said discharge channel (75) through an exit flow duct (47) of said leachate (40).

3. The plant (100), according to claim 1, wherein said filtering pad (150) is arranged at a depressed portion (16) of said containing embankment (15) such that said liquid fraction (22) of the dredging residues is arranged to cross said filtering pad (150) and to overflow into said exit flow channel (70).

4. The plant (100), according to claim 1, wherein said filtering pad (150) comprises a containing gabion (155) having a reticular structure arranged to contain a predetermined volume of loose material having a predetermined size, said loose material comprising cobbles, gravel, or stones, having an average diameter set between 200 mm and 300 mm.

5. The plant (100), according to claim 1, wherein on said base surface (11) of each treatment basin (10) a layer made of an impermeable material (80) is provided arranged to avoid that said treated sediments, and, in particular, said leachate (40), can seep into the ground located underneath said treatment basin (10),

said layer made of impermeable material (80) being selected from the group consisting of:

- a geomembrane of high density polyethylene (HDPE);
- a geomembrane of low density polyethylene (LDPE);
- 5 - or a combination thereof,

and wherein above said draining layer (30) a protective layer (85) is arranged that is made of a geotextile material, said protective layer (85) arranged to protect said draining layer (30) and said layer made of impermeable material (80) and to avoid their damage during the removal from said treatment basin (10) of said sediments once stabilized.

6. The plant (100), according to claim 1, wherein, furthermore, an apparatus (140) is provided for clarifying said filtered liquid fraction of said residues, said apparatus for clarifying (140) the water comprising a three stages clarifier.

7. The plant (100), according to claim 1, wherein said draining layer (30) consists of:

- 20 - a layer of sand (31) having a granulometry set between 1 and 3 mm;
- a first layer of gravel (32a) having a granulometry set between 8 and 20 mm;
- a second layer of gravel (32b) having a granulometry set between 30 and 60 mm.

8. The plant (100), according to claim 1, wherein said plant (100) also comprises a reverse osmosis apparatus, said reverse osmosis apparatus (170) arranged to treat said leachate (40) coming from said treatment basin (10), in order to reduce its saline

content obtaining a predetermined amount of osmotized water and wherein a storage tank (120) is provided comprising a separation element (125) arranged to separate said storage tank (120) into:

5 - a first containing chamber (121) arranged to contain a predetermined amount of leachate (40) coming from the draining layer (30) of the first and/or the second treatment basin (10); and into

10 - a second containing chamber (122) arranged to contain a predetermined amount of osmotized water;

wherein said first containing chamber (121) and said second containing chamber (122) are hydraulically connected with said reverse osmosis apparatus (170) and a means is provided for drawing the water from
15 said first containing chamber and for feeding it inside said reverse osmosis apparatus (170) and a means for drawing the osmotized water from said reverse osmosis apparatus (170) and for feeding it inside said second containing chamber (122).

20 **9.** The plant (100), according to claim 8, wherein, a mixing means is further provided arranged to mix a predetermined amount of osmotized water that is drawn from said first containing chamber (121) with a predetermined amount of said leachate (40) that is
25 drawn from said second containing chamber (122), in such a way to obtain an irrigation fluid having a predetermined saline content that is directly fed to the plant (100) and being, further, provided an irrigation plant through which said irrigation fluid
30 is fed into said, or each, treatment basin (10).

10. Method for treating dredging residues characterized in that it comprises the steps of:

- making at least one treatment basin (10) of the dredging residues, each, or said, treatment basin (10) laterally defined by a containing embankment (15) arranged to contain a predetermined volume of dredging residues to treat and being provided with a base surface (11);

- making a filtering pad (150) arranged in said, or each, treatment basin (10);

- making a draining layer (30) arranged on a base surface (11) of said, or each, treatment basin (10);

- introducing a predetermined volume of dredging residues in said, or each, treatment basin (10);

- settling a predetermined volume of residues in said, or each, treatment basin (10) in such a way to form a solid fraction (21) that accumulates mainly on a base surface (11) of said basin (10) and a liquid fraction (22) that is mainly arranged above the solid fraction (21), at least one vegetable species arranged to root in said solid fraction (21);

- filtering said liquid fraction (22) through said filtering pad (150) obtaining a filtered liquid fraction (23);

- outflowing of the filtered liquid fraction from the treatment basin (10) through an exit flow channel;

- leaching of a portion of said liquid fraction (22) and of a fluid successively coming from rain, or from an irrigation plant, through said draining layer (30) obtaining a leachate (40);

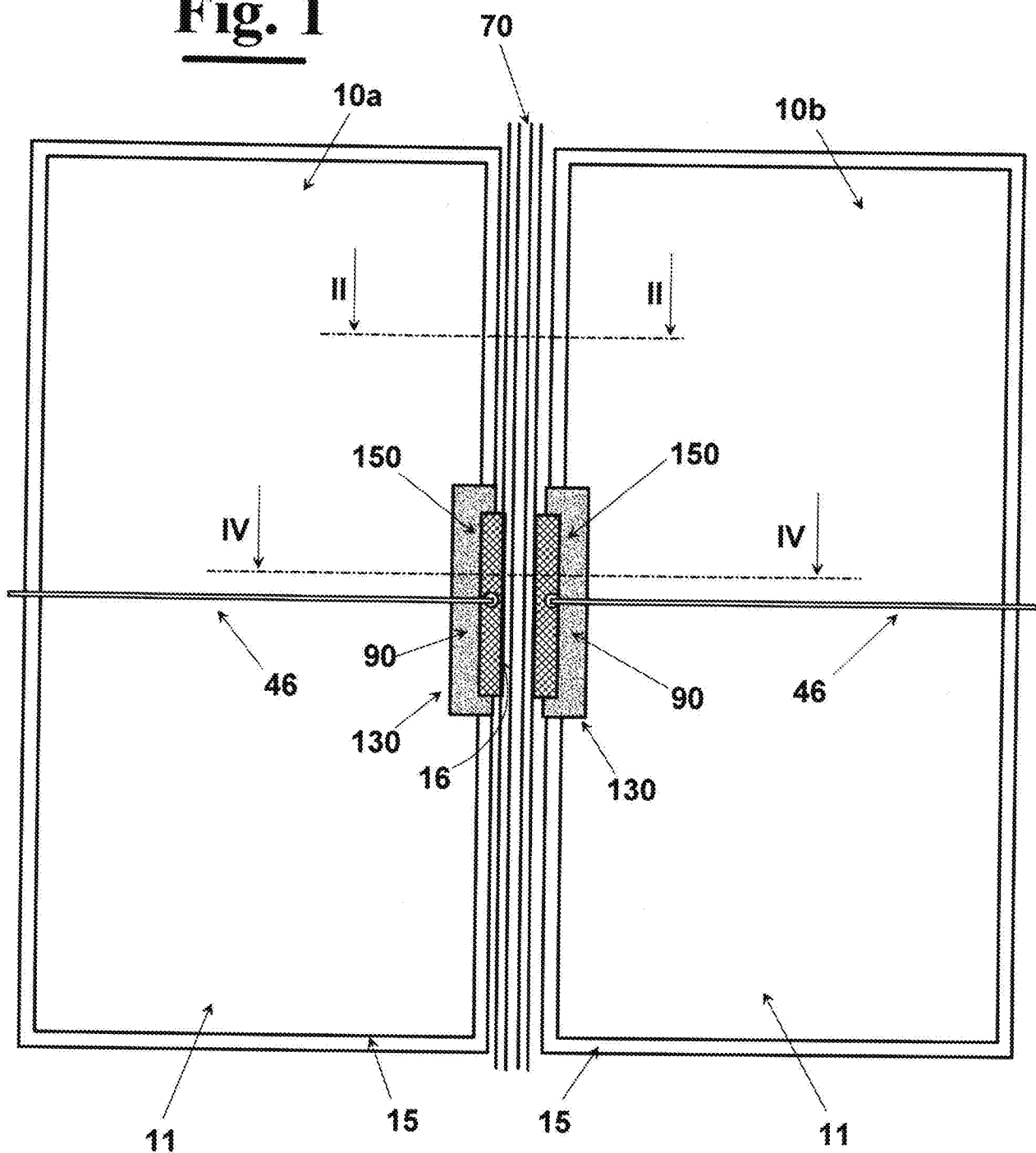
- removal of said leachate (40) from said base

surface (11) of said treatment basin (10);

- planting of a plurality of plants (200) in said solid fraction (21) of said residues.

5 p.p. S.G.I. - STUDY GALLI ENGINEERING S.p.A.

Fig. 1



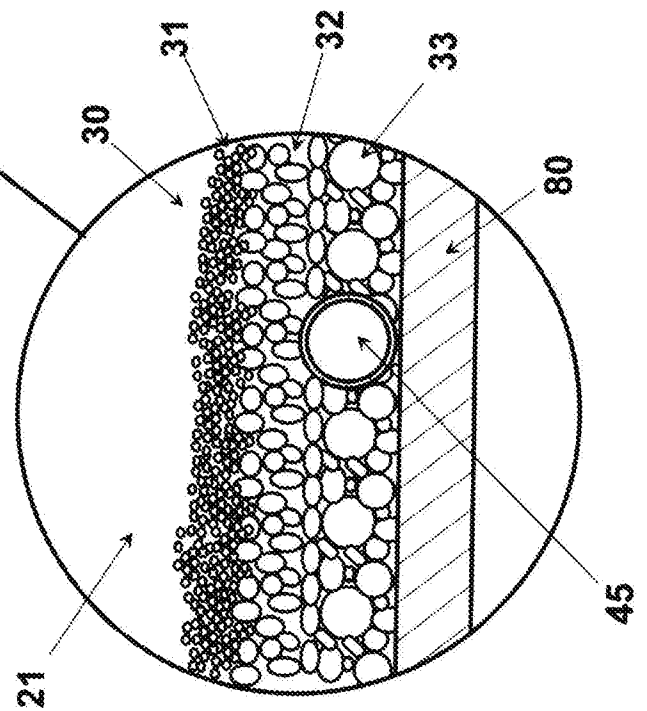
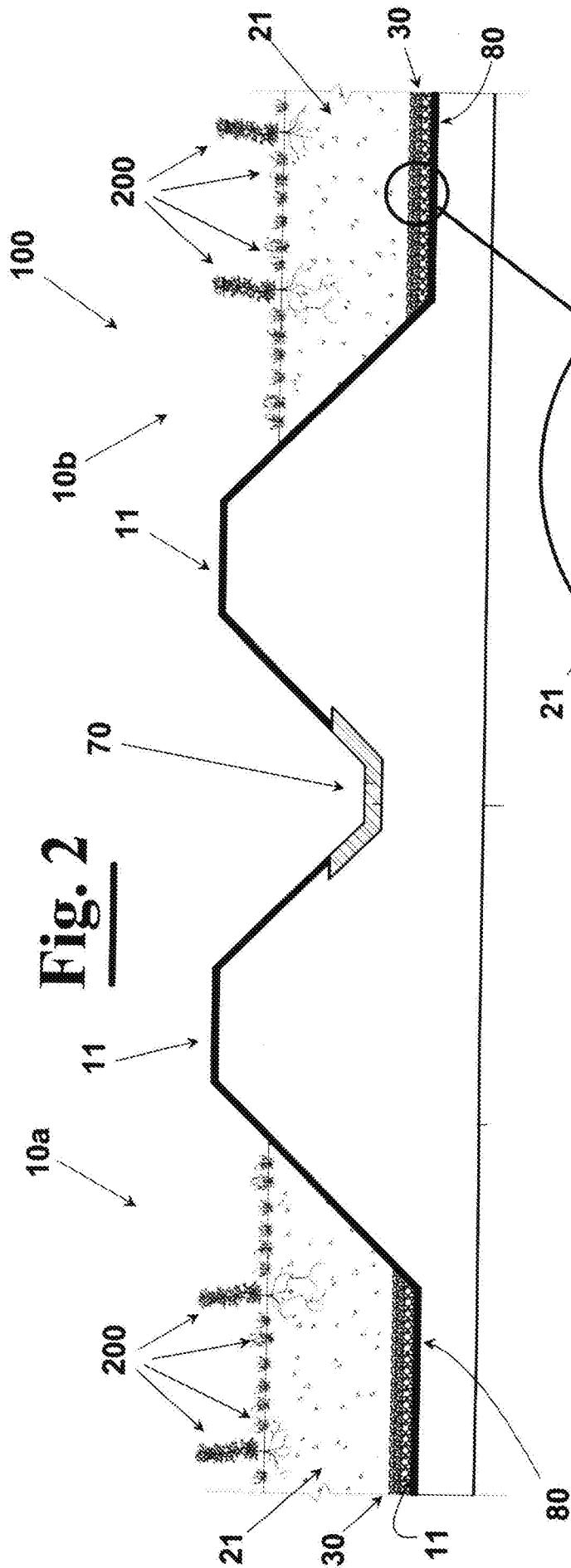
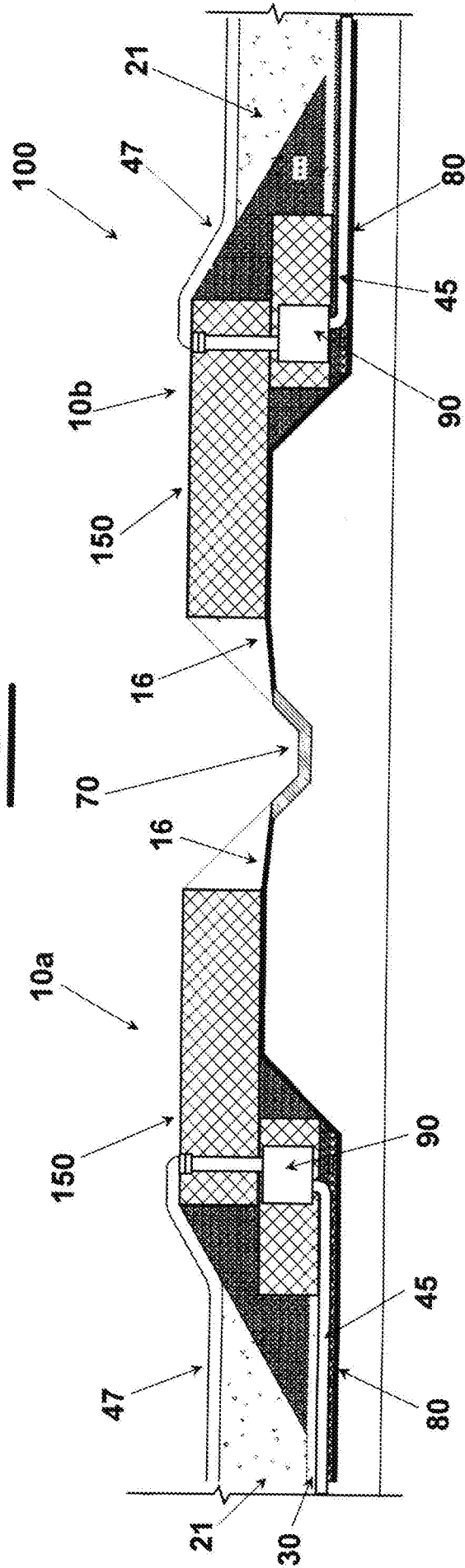


Fig. 4



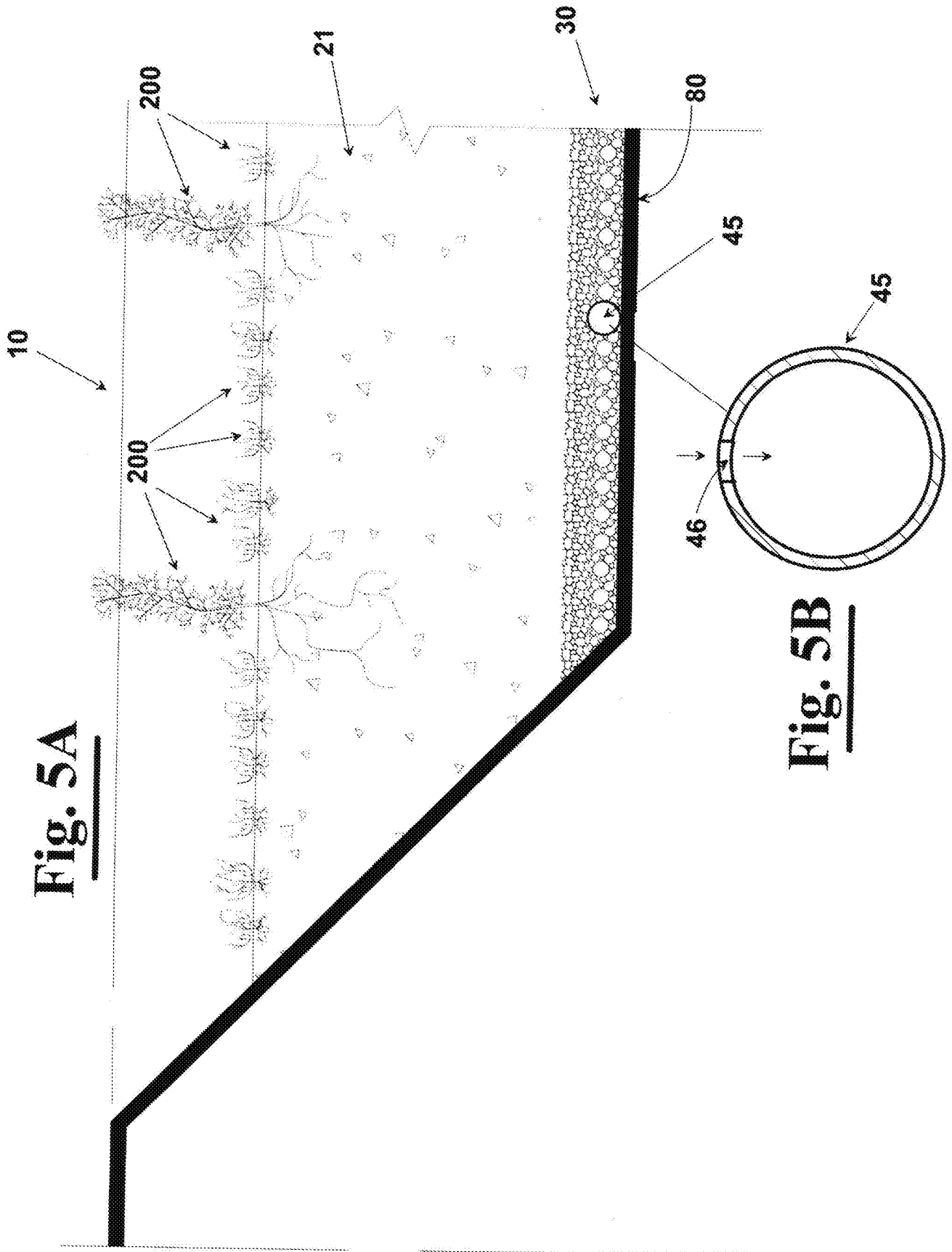


Fig. 5B

Fig. 7

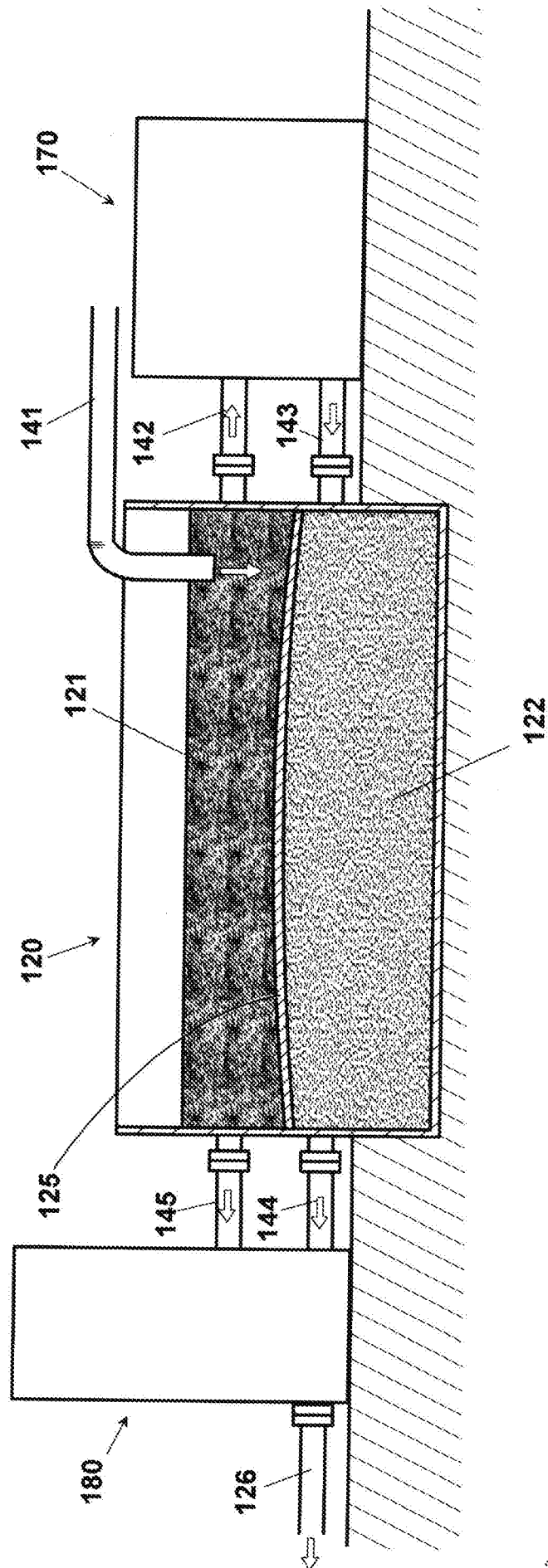


Fig. 8

