

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901902084A1

Publication Date

20120623

Applicant

SOILMEC S.P.A.

Title

METODO ED APPARATO PER LA PERFORAZIONE DEL TERRENO.

Metodo ed apparato per la perforazione del terreno.

La presente invenzione si riferisce ad un metodo ed apparato per la perforazione del terreno in cui tramite la misurazione di parametri di perforazione, si calcola l'effettiva energia necessaria alla perforazione stessa. Tale metodo viene applicato in particolare alla esecuzione di pali da fondazione nel terreno.

In particolare, la presente invenzione riguarda un metodo ed un apparato per l'esecuzione di pali nel terreno realizzati secondo la tecnologia chiamata CAP (Cased Augered Piles) e CSP (Cased Secant Piles). Tali tecnologie prevedono l'utilizzo di un'attrezzatura di scavo composta da un'elica continua destinata alla trivellazione del terreno la quale è alloggiata all'interno di un tubo di rivestimento che ha lo scopo principale di stabilizzare le pareti dello scavo e di consentire avanzamenti nei terreni particolarmente duri.

Tale attrezzatura comprende in generale una macchina perforatrice, come illustrata nella figura 1, generalmente cingolata, avente una torretta di perforazione 2 con un'antenna di guida verticale 3 ed almeno una testa rotary per movimentare le batterie di perforazione, scorrevoli sull'antenna e azionate da un meccanismo (generalmente a fune) che può imprimere alle batterie un tiro ed una spinta.

Primi mezzi motori interni sono collegati ad una batteria di eliche 5 e secondi ed indipendenti mezzi motori esterni, sono collegati al tubo 7, al fine di produrre una rotazione selettiva tra i due elementi. Nella configurazione più comune i mezzi motori interni sono appartenenti ad una prima testa rotary superiore 4 mentre i mezzi motori

esterni sono collegati ad una seconda testa rotary 6, inferiore alla precedente. Elica e tubo sono messi in rotazione, in modo preferibilmente discorde, con senso preferenziale sinistro per il tubo e destro per l'elica. Elica e tubo sono capaci di muoversi assialmente in modo relativo attraverso opportuni e selettivi mezzi di movimentazione.

Il tubo di rivestimento ha lo scopo principale di stabilizzare le pareti dello scavo e di consentire avanzamenti nei terreni particolarmente duri mantenendo un elevato grado di verticalità della perforazione eseguita. Il tubo di rivestimento è anche dotato di denti scavanti sul bordo inferiore per aggredire il terreno sulla porzione anulare di scavo. Le rotazioni devono vantaggiosamente avvenire in senso opposto per permettere al terreno di risalire lungo l'elica, grazie agli attriti interni del materiale contro la parete del tubo, ed essere quindi scaricato nella parte superiore del tubo di rivestimento.

L'attrezzatura per lo scavo comprende inoltre una cabina comandi 8 per un operatore, nella quale sono presenti tutti i manipolatori di azionamento della macchina ed i sistemi di visualizzazione e controllo dei principali parametri.

E' noto che la realizzazione di pali da fondazione nel terreno ed in particolare della realizzazione dei fori per tali pali è agevolata dalla conoscenza del tipo di terreno che interessa la perforazione. Un modo possibile di conoscere le caratteristiche del terreno è di realizzare sondaggi preliminari nel luogo della perforazione. Questa procedura non è sempre compatibile con i tempi a disposizione. Inoltre eseguire un sondaggio preliminare per ogni perforazione comporterebbe un considerevole aumento dei costi. Risulta quindi necessario poter dedurre le

caratteristiche del terreno contemporaneamente alla perforazione. Grazie ai sensori a disposizione sulla macchina operatrice è possibile eseguire delle analisi in tempo reale e riuscire a interpretare le caratteristiche del terreno attraversato.

Il brevetto EP1942247 descrive un metodo e un dispositivo di perforazione a costipamento in cui un utensile di perforazione avanza nel terreno per effetto della spinta e rotazione generati da opportuni mezzi.

I parametri operativi di perforazione (coppia, velocità di rotazione, velocità di discesa per giro, costituenti il parametro alfa e spinta) sono misurati durante la perforazione e contemporaneamente inviati ad un computer che li correla matematicamente per determinare la capacità di carico di un palo "ideale" gettato nel foro appena scavato. Per valutare la capacità di carico del foro il sistema calcola la caratteristica della capacità di carico, denominata α , e la inserisce in una tabella preparata precedentemente che contiene i dati relativi a test di perforazione eseguiti in terreni dalle caratteristiche note. Tale stima del tipo di terreno, permette inoltre di stabilire quale dovrà essere la profondità finale del palo da realizzare, in funzione dei valori misurati.

La richiedente ha osservato che il metodo descritto in tale documento non potrebbe essere applicato in modo efficiente a macchine che lavorano secondo la tecnologia chiamata CAP e/o CSP, in quanto la macchina in esso descritta non presenta la tubazione esterna che avvolge l'elica di perforazione.

Infatti, la richiedente ha percepito che in macchine del tipo utilizzato nella presente invenzione ci sono delle interazioni interne, assolutamente non trascurabili, che

possono falsare il valore dell'energia specifica di perforazione.

Inoltre la forma dell'utensile è allungata alla totalità della profondità di perforazione e tali attriti risultano essere distribuiti su ampie e non trascurabili superfici di contatto. Questo a differenza di quello che succede con normali utensili di scavo che generalmente sono limitati in altezza (non superano i 2m) e che vengono movimentati da aste (anche telescopiche) che non vengono in contatto con le pareti del foro.

Infatti, nelle perforazione CAP e/o CSP, durante la perforazione, il tubo di rivestimento viene riempito di terreno dall'elica. Durante la rotazione delle due batterie di scavo (tubo ed elica), che come già visto girano in senso opposto, si generano forti attriti tra: la superficie interna del tubo di rivestimento, il terreno in esso contenuto e l'elica continua.

Per vincere questi attriti la macchina operatrice deve erogare una maggior quantità di coppia alle rotary e di forze assiali per il tiro o la spinta se si vogliono azionare anche movimenti relativi assiali tra tubo di rivestimento ed elica.

Nella perforazione con tecnologia CAP e/o CSP, l'energia specifica di perforazione misurata dai sensori è quindi data dalla somma di tre contributi, dovuti a:

- attriti esterni: che si generano nel contatto tra la parete esterna del tubo e il terreno che forma la superficie del foro.
- attriti interni: che si generano nel contatto tra la parete interna del tubo, il terreno scavato e l'elica.

- attriti e resistenze per scavo al fronte: che si generano nel contatto tra il bordo inferiore del tubo e dell'elica che penetrano nel terreno.

Scopo della presente invenzione è di realizzare un metodo ed un apparato per l'esecuzione di pali nel terreno in cui si misurano dei parametri di perforazione, che permettano di valutare l'energia specifica di perforazione, e quindi determinare le variazioni di resistenza del terreno durante lo scavo.

Un aspetto della presente invenzione riguarda un metodo avente le caratteristiche della allegata rivendicazione 1.

Un ulteriore aspetto della presente invenzione riguarda un apparato avente le caratteristiche della allegata rivendicazione 8.

Una forma di realizzazione della presente invenzione, esemplificativa ma non limitativa, è di seguito descritta con riferimento ai disegni allegati che illustrano rispettivamente:

- in figura 1 l'attrezzatura di scavo con la batteria di perforazione completamente sollevata;
- in figura 2 l'attrezzatura di scavo con la batteria di perforazione parzialmente inserita nel terreno;
- in figura 3 l'attrezzatura di scavo con la batteria di perforazione parzialmente inserita nel terreno e con l'elica di perforazione disposta in avanzamento rispetto al tubo;
- le figure 4a-4d illustrano la porzione terminale della batteria di perforazione rispettivamente a vuoto, con uno due e tre strati di materiale inserito tra elica e tubo.

Con riferimento alle citate figure l'attrezzatura di perforazione secondo la presente invenzione essenzialmente

almeno una torretta di perforazione 2 con un'antenna di guida verticale 3, almeno una testa rotary per movimentare batterie di perforazione. Tali batterie comprendono almeno un'elica continua 5 rotante destinata alla trivellazione del terreno alloggiata all'interno di un tubo di rivestimento 7.

Primi mezzi motori interni, o una prima testa rotary superiore 4 è atta a movimentare tale elica 5, secondi mezzi indipendenti esterni, o una seconda testa rotary 6, inferiore alla precedente, è collegata al tubo 7 che ne consente la movimentazione.

Elica e tubo sono capaci di ruotare e di muoversi assialmente in modo relativo l'una rispetto all'altro, in maniera selettiva ed indipendente.

L'attrezzatura comprende inoltre una cabina comandi 8 per un operatore, nella quale sono presenti tutti i manipolatori di azionamento della macchina ed i sistemi di visualizzazione di parametri misurati.

Per attuare la presente invenzione l'attrezzatura comprende un sistema di controllo dei parametri di scavo (ad esempio un PLC, un computer o più genericamente una unità di elaborazione dati) che è abilitato a ricevere le informazioni provenienti da sensori di controllo dei parametri di perforazione. Tali sensori comprendono preferibilmente sensori di coppia, sensori di tiro-spinta, sensori di velocità di rotazione, sensori di velocità di avanzamento e sensori di profondità.

In particolare, Il sistema è abilitato a immagazzinare dati provenienti dai sensori e correlati tra loro o in base al tempo. A tale scopo il sistema di controllo comprende una base dati nella quale sono immagazzinati i dati misurati a dell'attrezzatura.

Il sistema prevede di confrontare i dati attuali con quelli presenti nel database restituire i valori reali delle misure, dirette o indirette (ricavate mediante formule), necessarie a conoscere in anticipo le caratteristiche di una porzione di terreno attraversata dallo scavo.

Il sistema di controllo dei parametri di scavo che è abilitato a visualizzare e/o produrre grafici di tali parametri durante lo scavo e/o dotato di possibilità di esportare queste informazioni per consentire il trattamento dei dati con mezzi esterni (p.e. computer, palmari, iphone, ipad, ecc...).

Inoltre, il sistema è in grado di avvisare l'operatore quando uno dei precedenti parametri varia molto rapidamente, assumendo valori anomali oltre un limite predefinito e settabile.

Elica e tubo sono messi in rotazione, in modo discorde, con senso preferenziale sinistro per il tubo e destro per l'elica. Elica e tubo sono capaci di muoversi assialmente in modo relativo attraverso opportuni e selettivi mezzi di movimentazione.

Il tubo di rivestimento ha lo scopo principale di stabilizzare le pareti dello scavo e di consentire avanzamenti nei terreni particolarmente duri. Il tubo di rivestimento è anche dotato di denti scavanti sul bordo per aggredire il terreno sulla porzione anulare. Le rotazioni devono avvenire in senso opposto per permettere al terreno di risalire lungo l'elica, grazie agli attriti interni del materiale contro la parete del tubo, ed essere quindi scaricato nella parte superiore del tubo di rivestimento.

L'energia specifica di perforazione, introdotta nel settore da Paone (1963) e Tale (1965), esprime la quantità di energia espressa in kJ che è necessario spendere per

asportare tramite perforazione, una determinata quantità di terreno, pari a 1 m^3 .

La formula dell'energia specifica di perforazione è la seguente:

$$E = \frac{F}{A} + \frac{2\pi NT}{AR}, \quad (1),$$

dove si calcola l'energia specifica di perforazione E kJ/m^3 ;

sulla base dei seguenti parametri di perforazione misurati da sensori dell'attrezzatura

T = Coppia effettiva agente sulle aste

$\text{kN}\cdot\text{m}$;

F = Spinta effettiva agente sull'utensile

kN ;

N = Velocità di rotazione delle aste (e dell'utensile)

giri/min ;

R = Velocità di avanzamento della perforazione

m/min ,

mentre è nota a priori l'area (A) in pianta dell'utensile, cioè la sezione del foro in m^2 .

Per effettuare tale misurazione complessiva sull'attrezzatura sopradescritta si deve quindi tener conto dell'effetto degli attriti interni all'attrezzatura CAP e/o CSP e correggere la misurazione dell'energia specifica di perforazione in maniera opportuna. Per sapere quanta energia viene spesa effettivamente per avanzare e quanta ne viene spesa in attriti interni, è opportuno separare quest'ultimo contributo dagli altri.

Infatti, il procedimento logico che potrebbe essere seguito volendo misurare i parametri principali di perforazione per ricavarsi la spesa energetica durante lo scavo, sarebbe quello di attribuire a ciascuna delle due batterie (tubo ed elica) una propria energia calcolata con la formula (1).

Tenendo conto delle interazioni tra le due batterie di perforazione, occorre apporre un fattore correttivo per determinare la reale spesa energetica sulle singole batterie e quindi quella complessiva totale reale.

Secondo un aspetto della presente invenzione un metodo per valutare la componente di interazione interna tra le due batterie di perforazione (elica e tubo), è quello che prevede il riempimento del tubo con l'elica, in modo da simulare il comportamento effettivo a fine scavo ed effettuare misurazioni tramite i sensori in quelle condizioni.

Inizialmente, si misurano i valori in assenza di terreno, per determinare così le caratteristiche energetiche disperse dalla macchina, tenendo conto della reale conformazione costruttiva del tubo e dell'elica utilizzati, che possono di caso in caso avere tolleranze e dimensioni diverse e quindi essere soggette a diversi assorbimenti di attrito e performance non facilmente determinabili a priori. Va detto che ciascuna di queste macchine può operare in un range di diametri di scavo dal 400mm al 1200mm, conseguentemente gli attriti (proporzionali alla superficie laterale del tubo) saranno molto diversi ed andranno correlati alla misura del diametro ed alla lunghezza effettiva di scavo.

E' quindi possibile, per passi successivi (come ad esempio fig.4a-4d), stabilito un certo diametro di batteria, riempire di materiale M parzialmente l'elica scavando normalmente (per esempio a passi di 1m di profondità), estrarla assieme al tubo, dal foro ed una volta fuori andare a determinare le caratteristiche di coppia - spinta necessarie a mantenere in rotazione il terreno estratto, per esempio azionando la rotazione dell'elica interna, e

mantenendo fermo il tubo esterno. Questi parametri possono essere determinati sia per l'elica che per il tubo, azionandoli separatamente, quindi ruotando il tubo e mantenendo ferma l'elica è possibile determinare gli stessi parametri "a vuoto" originati dai mezzi motori esterni. A profondità crescenti, corrisponderanno incrementi di terreno contenuti nelle batterie di scavo e conseguentemente valori maggiori di coppia e spinta misurati "a vuoto".

Durante la misura dei parametri del tubo è possibile tenere ferma l'elica, oppure metterla in moto (con senso discorde, analogamente alle reali condizioni operative) per evitare che il materiale presente al suo interno possa scendere. In questo secondo caso, si terrà conto dell'effetto di sollevamento esercitato dall'elica sul terreno in essa contenuto (effetto coclea) e nel caso di movimenti di risalita del terreno sul piano dell'elica, si terrà conto dei contributi di coppia dovuti all'attrito interno tra il terreno e la superficie superiore del piano elicato.

Tali misurazioni a "vuoto" prevedono che si parta con l'interno della tubazione completamente vuota simulando l'inizio scavo fino a simulare le condizioni di massima profondità (fine scavo) con quindi la tubazione completamente piena.

Partendo da tali misurazioni "a vuoto", durante l'effettiva esecuzione di una perforazione, in cui sono note la velocità di avanzamento (media e istantanea) e quella di rotazione dell'elica e del tubo, essendo note le caratteristiche di coppia e spinta "a vuoto" è possibile determinare il contributo passo per passo dell'energia di perforazione spesa per l'interazione e quindi diagrammarla, ad esempio in funzione della profondità e/o del tempo.

Decurtando dai valori di coppia e spinta registrati sulle due batterie, quelli di coppia e spinta "a vuoto" derivanti dalla interazione interna, è possibile determinare il valore dell'energia specifica di perforazione effettivamente spesa per attraversare un determinato terreno, già epurata della interazione interna.

Questo valore reale può essere utile per determinare le effettive caratteristiche del terreno o per analizzare le modifiche progettuali necessarie a contrastare indesiderate e non previste condizioni, durante l'esecuzione dello scavo stesso.

Avendo determinato la corrispondenza tra entità di terreno contenuta nell'elica e la relativa entità dei parametri "a vuoto", è possibile utilizzare i valori massimi, relativi ad elica piena, quando per esempio la perforazione successiva avvenga senza aver svuotato l'elica. Infatti se alla partenza del primo foro, con batterie pulite, il caricamento progressivo dell'elica avviene in maniera proporzionale alla profondità raggiunta, il secondo foro può invece partire con la batteria ripulita (se al termine di ogni perforazione l'operatore svuota completamente l'elica) oppure parzialmente piena, o più semplicemente piena (ammesso che le condizioni di stabilità della attrezzatura lo consentano).

Quindi in sintesi il metodo secondo la presente invenzione prevede che si effettui una misurazione dei parametri di perforazione a "vuoto" al fine di calcolare l'energia necessaria per mettere in rotazione la batteria di perforazione.

Tale misurazione "a vuoto" (effettuata con la batteria di perforazione al di fuori del terreno) comprende una fase di misurare tali parametri con lo spazio tra le eliche ed il

tubo vuoto o privo di materiale, successivamente misurare tali parametri almeno una volta con una quantità intermedia predeterminata di materiale al suo interno, in modo da simulare la fase di scavo in una posizione intermedia. Infine, la misurazione "a vuoto" prevede possibilmente anche la fase di misurare tali parametri con lo spazio tra eliche e tubo completamente pieno di materiale, simulando in questo modo le condizioni a fine scavo.

Una volta calcolata tale energia a vuoto è possibile procedere con l'effettuazione dello scavo inserendo la batteria di perforazione nel terreno, misurando durante tale fase effettiva di scavo i parametri attuali di perforazione e sottraendo ad essi i valori misurati a vuoto è possibile misurare l'energia effettiva necessaria per effettuare lo scavo ed ottenere quindi informazioni sulla effettiva consistenza del terreno.

La fase di misurazione "a vuoto" dei parametri di perforazione deve prevedere la possibilità di poter riempire lo spazio tra elica e tubo con materiale simile a quello dove deve essere effettuata la perforazione.

Secondo un ulteriore aspetto peculiare, la presente invenzione prevede che si effettui una perforazione del terreno con la batteria di perforazione ponendo, ad una predeterminata quota in avanzamento l'elica rispetto al tubo, di un valore prefissato, ad esempio 0.1 m - 1 m. Azionando la sola elica interna, mantenendo fermo il tubo, è possibile controllare i principali parametri di scavo (coppia, velocità di rotazione, velocità di avanzamento e la spinta richiesta), e calcolando con essi l'energia totale necessaria alla perforazione al fine di ottenere informazioni sulla effettiva consistenza del terreno. La perforazione con l'elica si completerà alla profondità

prevista (H in fig.3), ottenuta imponendo un predeterminato valore (da registrare), ad esempio correlandolo al diametro di scavo e imponendo un volume prefissato (ad esempio un metro cubo) per la fase di test.

In questo caso particolare, volendo determinare le caratteristiche del terreno avanzando con la sola elica, non serve uscire dal foro per determinare le caratteristiche "a vuoto" in quanto c'è la necessità solamente di determinare quelle appartenenti all'elica. La richiesta di fuoriuscire dal foro per determinare i parametri "a vuoto" è necessaria per caratterizzare i valori sul tubo che se fosse inserito nel foro, risentirebbe non solo degli attriti interni causati da elica e terreno, ma anche di quelli esterni prodotti tra tubo e terreno.

Sollevando a questo punto l'elica fino ad esempio a riportarla internamente al tubo, è possibile misurare i valori di coppia e le forze assiali in gioco per avere la misura "a vuoto" di queste caratteristiche, con anche il terreno inserito nello spazio tra elica e tubo. La necessità in questo caso è quella di evitare il contatto tra la punta dell'elica ed il terreno e l'eventuale contatto laterale (quando presente) tra elica e foro.

L'utensile di scavo è configurabile sia nell'elica che nel tubo, analizzando ora la forma fortemente allungata del tubo, è evidente come questa sia affetta dagli attriti laterali contro le pareti del foro e che conseguentemente, l'energia richiesta per la sua movimentazione sia crescente con la profondità. Per determinare questo contributo, è possibile sollevare di poco la punta del tubo dal fondo del foro, per evitare i contatti in testa e azionando con la stessa rotazione sia il tubo che l'elica (in modo da non

avere movimenti relativi interni) si potrebbe leggere quindi il solo contributo dovuto all'attrito esterno. Se non fosse possibile ruotare solidalmente le due batterie allora andrebbe messo in rotazione il tubo e andrebbe alla fine sottratto il contributo "a vuoto" che è stato determinato in precedenza con la misura fatta fuori dal foro. A questo punto noto il contributo dovuto agli attriti interni e a quelli esterni è possibile trovare il contributo sulla faccia inferiore di scavo misurando i parametri con il tubo in avanzamento.

Se da questo momento avanzassimo solo con il tubo, andremmo a determinare il semplice contributo dell'attrito laterale interno ed esterno dovuto alla variazione di quota e sommandolo al contributo della faccia inferiore, potremmo determinare il valore della energia specifica spesa per avanzare con il tubo (rapportata al volume pari al prodotto tra la superficie anulare individuata dallo spessore di taglio della corona del tubo e l'altezza di scavo in cui si sono misurati i parametri).

Tenendo monitorati i parametri di perforazione e conoscendo quelli "a vuoto" è possibile verificare anche lo stato del terreno scavato all'interno del tubo. Infatti la generazione degli attriti prodotti dal terreno dipendono dalla sua natura (p.e. dal grado di adesività) e dalla presenza o meno di acqua (p.e. inserita durante lo scavo o incontrata attraversando una falda). Ma se eventuali sassi, ciottoli e blocchi più consistenti andassero a incastrarsi tra elica e tubo, conseguentemente aumenterebbe la resistenza al movimento e monitorando la coppia assorbita con elica non in avanzamento rispetto al tubo e confrontando questo valore con i parametri "a vuoto"

sarebbe possibile determinare se si sta verificando una condizione anormale di attrito interno oppure no.

Tramite la presente invenzione è possibile determinare i parametri effettivi di scavo quando viene utilizzata più di una batteria e determinare l'energia specifica di perforazione utilizzando batterie di forma allungata.

Inoltre, è possibile misurare correttamente il valore dell'energia specifica per l'attraversamento di un determinato strato di terreno permettendo di conoscere in tempo reale le tipologie di materiale da attraversare ed individuare il reale valore dell'energia specifica spesa per lo scavo depurata di tutte le perdite, gli attriti e le inefficienze della macchina e delle batterie di perforazione.

Tramite la misurazione dell'energia richiesta per la rotazione del tubo, mantenendolo parzialmente sollevato dal fronte di scavo si è in grado di determinare la progressione degli attriti durante la discesa e legarla alla profondità. Nota la superficie laterale alla profondità raggiunta, con la coppia epurata dal contributo "a vuoto" e' possibile determinare i valori di attrito medio agenti tra tubo e pareti di scavo. Conoscere i valori reali richiesti e le effettive perdite per attrito e sull'impianto, può aiutare gli sviluppi futuri dei sistemi di movimentazione, di quelli di alimentazione o degli utensili per ottimizzare le prestazioni. Inoltre potrebbe aiutare a determinare preventivamente le scelte degli utensili più corretti (si pensi per esempio al rapporto tra i diametri di elica e tubo con i relativi giochi per i quali il database dei valori "a vuoto" ed in perforazione potrebbe suggerire gli abbinamenti più idonei o quelli che evitano problemi di incagli per l'incastro di detriti di

grandi dimensioni, sassi o pezzi di roccia) o anche alla determinazione della miglior rotary con la relativa coppia che sarà necessaria per eseguire il lavoro (e che tenga conto delle effettive perdite). Questo è un parametro fondamentale perché prefissata la coppia massima, a parità di potenza disponibile e prelevabile dall'impianto, ridurre la coppia significa aumentare i giri e quindi se si ritaglia il corretto intervallo di valori della coppia, è possibile sfruttare sempre la massima potenza e quindi aumentare la produttività.

La forma dell'attrezzatura indicata non è vincolante e varianti meccaniche sull'architettura della macchina non costituiscono una differenziazione sostanziale. Per esempio sono noti nel settore dispositivi ad una sola testa rotary dotata di due uscite in rotazione (mezzi motori interni ed esterni) a cui connettere rispettivamente l'elica ed il tubo. Questi sistemi sono dotati di un limitato spostamento assiale (di regola 400mm realizzato tramite un martinetto di connessione tra batteria interna e rotary stessa, solidale al tubo), anche queste tipologie di rotary consentono di controrotare le batterie, di azionarle in maniera selettiva e indipendente e di posizionare in avanzamento una batteria rispetto ad un'altra, per poter eseguire le misure precedentemente descritte.

Barzanò & Zanardo Milano s.p.A.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per la perforazione del terreno tramite un'attrezzatura di scavo in particolare per l'installazione di pali da fondazione, detta attrezzatura comprendendo

- almeno una torretta di perforazione (2) con un'antenna di guida verticale (3) almeno una testa rotary per movimentare batterie di perforazione comprendenti almeno un'elica continua (5) rotante destinata alla trivellazione del terreno alloggiata all'interno di un tubo di rivestimento (7),
- primi mezzi motori interni sono atti a movimentare tale elica (5),
- secondi mezzi motori esterni sono collegati al tubo (7) e ne consentono la movimentazione,
- elica e tubo essendo capaci di ruotare e muoversi assialmente l'una rispetto all'altro in maniera selettiva ed indipendente,
- una cabina comandi (8) per un operatore, nella quale sono presenti tutti i manipolatori di azionamento della macchina ed i sistemi di visualizzazione e controllo di parametri misurati,
- sensori atti a misurare parametri di perforazione,

detto metodo essendo caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti fasi:

- perforare il terreno di una profondità predeterminata con la batteria di perforazione ponendo, ad una predeterminata quota in avanzamento l'elica rispetto al tubo, ruotando e avanzando l'elica interna,
- misurare tali parametri di perforazione determinando l'energia totale necessaria alla perforazione al fine

di ottenere informazioni sulla effettiva consistenza del terreno.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui dopo aver determinato l'energia totale necessaria alla perforazione, viene calcolata l'energia effettiva togliendo alla energia totale i contributi energetici dovuti agli attriti che sono stati determinati con prove "a vuoto".

3. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui durante la rotazione dell'elica il tubo resta fermo.

4. Metodo secondo la rivendicazione 1, comprendente ulteriormente le fasi di

- sollevare l'elica fino a riportarla almeno parzialmente internamente al tubo, e
- misurare i parametri di perforazione "a vuoto" dopo aver effettuato tale sollevamento.

5. Metodo per la perforazione del terreno tramite un'attrezzatura di scavo avente le caratteristiche dell'attrezzatura della rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti fasi:

- misurare parametri di perforazione "a vuoto", al fine di calcolare l'energia necessaria per mantenere in rotazione la batteria di perforazione,
- inserire la batteria di perforazione nel terreno da scavare,
- misurare durante tale fase effettiva di scavo i parametri attuali di perforazione,
- sottrarre ai valori attuali i valori misurati "a vuoto",
- calcolare l'energia effettiva necessaria per effettuare lo scavo al fine di ottenere informazioni sulla effettiva consistenza del terreno.

6. Metodo secondo la rivendicazione 5, in cui tale fase di misurazione "a vuoto" comprende le fasi di:

- mettere in rotazione o l'elica o il tubo o entrambi, con la batteria di perforazione al di fuori del terreno,
- misurare tali parametri di perforazione con lo spazio tra le eliche ed il tubo privo di materiale,
- misurare tali parametri di perforazione almeno una volta con una quantità intermedia predeterminata di materiale al suo interno, in modo da simulare la fase di scavo in una posizione intermedia.

7. Metodo secondo la rivendicazione 5, in cui tale fase di misurazione "a vuoto" comprende la fase di misurare tali parametri di perforazione con lo spazio tra elica e tubo interamente riempito di materiale, mettendo in rotazione o l'elica o il tubo o entrambi.

8. Metodo secondo la rivendicazione 1, comprendente ulteriormente le fasi di

- sollevare la punta del tubo dal fondo del foro, per evitare i contatti in testa e azionando con la stessa rotazione sia il tubo sia l'elica, e
- misurare i parametri di perforazione e calcolare il valore di energia necessario a vincere l'attrito esterno tra tubo e foro.

9. Metodo secondo la rivendicazioni precedenti, in cui tali parametri di perforazione sono scelti nel seguente insieme di parametri: coppia, tiro-spinta, velocità di rotazione, velocità di avanzamento e profondità raggiunta.

10. Apparato per la perforazione del terreno in particolare per l'installazione di pali da fondazione comprendente:

- almeno una torretta di perforazione (2) con un'antenna di guida verticale (3) almeno una testa rotary per movimentare batterie di perforazione comprendenti almeno un'elica continua (5) rotante destinata alla trivellazione del terreno alloggiata all'interno di almeno un tubo di rivestimento (7),
- primi mezzi motori interni sono atti a movimentare tale elica (5),
- secondi mezzi motori esterni sono collegati al tubo (7) e ne consentono la movimentazione,
- una cabina comandi (8) per un operatore, nella quale sono presenti tutti i manipolatori di azionamento della macchina ed i sistemi di visualizzazione di parametri misurati,
- un sistema di controllo dei parametri di scavo che è abilitato a ricevere le informazioni provenienti da sensori di controllo dei parametri di perforazione,

caratterizzato dal fatto che tale elica e tale tubo sono in grado di muoversi assialmente relativamente l'uno rispetto all'altro, in modo da poter perforare di una profondità predeterminata il terreno con la batteria di perforazione, ponendo ad una predeterminata quota in avanzamento l'elica rispetto al tubo, ruotando la sola elica interna e da poter misurare tali parametri di perforazione e calcolare l'energia totale necessaria per effettuare lo scavo al fine di ottenere informazioni sulla effettiva consistenza del terreno.

11. Apparato secondo la rivendicazione 8, in cui tali sensori di controllo sono scelti tra il seguente insieme di sensori: sensori di coppia, sensori di tiro-spinta, sensori di velocità di rotazione, sensori di velocità sensori di avanzamento e sensori di profondità.

CLAIMS

1. Method for the drilling of the ground through an excavation equipment in particular for the installation of foundation piles, said equipment comprising

- at least a drilling turret (2) with a vertical guiding antenna (3) at least a rotary head for maneuvering drilling batteries comprising at least a rotating continuous propeller (5) for drilling the ground housed inside a covering tube (7),
- first inner drive means are adapted for maneuvering said propeller (5),
- second external drive means are connected to the tube (7) and permit its maneuvering,
- propeller and tube being capable of rotating and moving axially the one with respect to the other in a selective and independent way,
- a driving cab (8) for an operator, wherein there are all the operating manipulators of the machine and the display and control systems of measured parameters,
- sensors for measuring the drilling parameters,

said method being characterized in that it comprises the following steps :

- drilling the ground at a predetermined depth with the drilling battery placing, at a predetermined advancement height the propeller with respect to the tube, rotating and moving forward the inner propeller,
- measuring said drilling parameters determining the total power necessary for the drilling in order to obtain information on the effective consistency of the ground.

2. Method according to claim 1, wherein after having determined the total power necessary for the drilling, it is calculated the effective power subtracting from the total power the energetic contributions due to the frictions which have been determined with "loadless" trials.
3. Method according to claim 1, wherein during the rotation of the propeller the tube stands still.
4. Method according to claim 1, comprising also the steps of
 - lifting the propeller up to bring it again at least partially inside the tube, and
 - measuring the "loadless" drilling parameters after said lifting.
5. Method for the drilling of the ground through an excavation equipment having the characteristics of the equipment of claim 1, characterized in that it comprises the following steps:
 - measuring "loadless" drilling parameters, in order to calculate the power necessary for keeping rotating the drilling battery,
 - inserting the drilling battery into the ground to be excavated,
 - measuring during this effective excavation step the present drilling parameters,
 - subtracting from the present values the "loadless" measured values,
 - calculating the effective power necessary for carrying out the drilling in order to obtain information on the effective consistency of the ground.

6. Method according to claim 5, wherein said "loadless" measuring step comprises the steps of:

- putting in rotation either the propeller or the tube or both of them, with the drilling battery outside of the ground,
- measuring said drilling parameters with the space between the propellers and the tube free from material,
- measuring said drilling parameters at least once with a predetermined intermediate quantity of material inside it, in such a way as to simulate the excavation step in an intermediate position.

7. Method according to claim 5, wherein said "loadless" measuring step comprises the step of measuring said drilling parameters with the space between the propeller and the tube fully filled with material, putting the propeller or the tube or both of them in rotation.

8. Method according to claim 1, comprising also the steps of

- lifting the tip of the tube from the bottom of the hole, for avoiding contacts on the head and operating with the same rotation both the tube and the propeller, and
- measuring the drilling parameters and calculating the value of the power necessary for overcoming the external friction between the tube and the hole.

9. Method according to the preceding claims, wherein said drilling parameters are chosen in the following group of parameters: torque, pull-thrust, rotation speed, advancement speed and depth reached.

10. Apparatus for drilling the ground in particular for the installation of foundation piles comprising:

- at least a drilling turret (2) with a vertical guiding antenna (3) at least a rotary head for maneuvering drilling batteries comprising at least a rotating continuous propeller (5) for drilling the ground housed inside a covering tube (7),
- first inner drive means are adapted for maneuvering said propeller (5),
- second external drive means are connected to the tube (7) and permit its maneuvering,
- a driving cab (8) for an operator, wherein there are all the operating manipulators of the machine and the display and control systems of measured parameters,
- a control system of the excavation parameters which is enabled to receive the information deriving from control sensors of the drilling parameters,

characterized in that said propeller and said tube are able to move relatively axially the one with respect to the other, in such a way as to drill at a predetermined height the ground with the drilling battery, placing at a predetermined height the propeller in advancement with respect to the tube, rotating the sole inner propeller and to measure said drilling parameters and to calculate the total power necessary for carrying out the excavation in order to obtain information on the effective consistency of the ground.

11. Apparatus according to claim 8, wherein said control sensors are chosen among the following group of sensors: torque sensors, pull-thrust sensors, rotation speed sensors, speed sensors, advancement sensors and depth sensors.

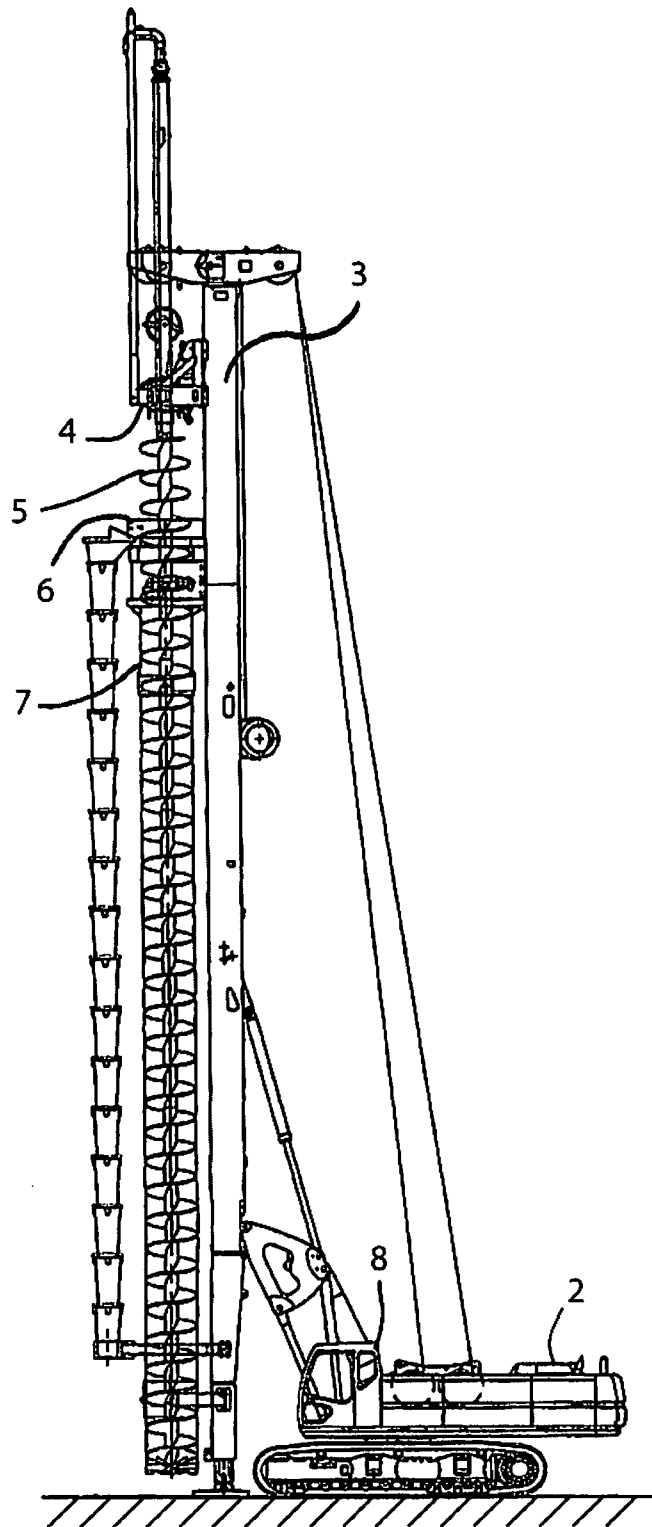


Fig. 1

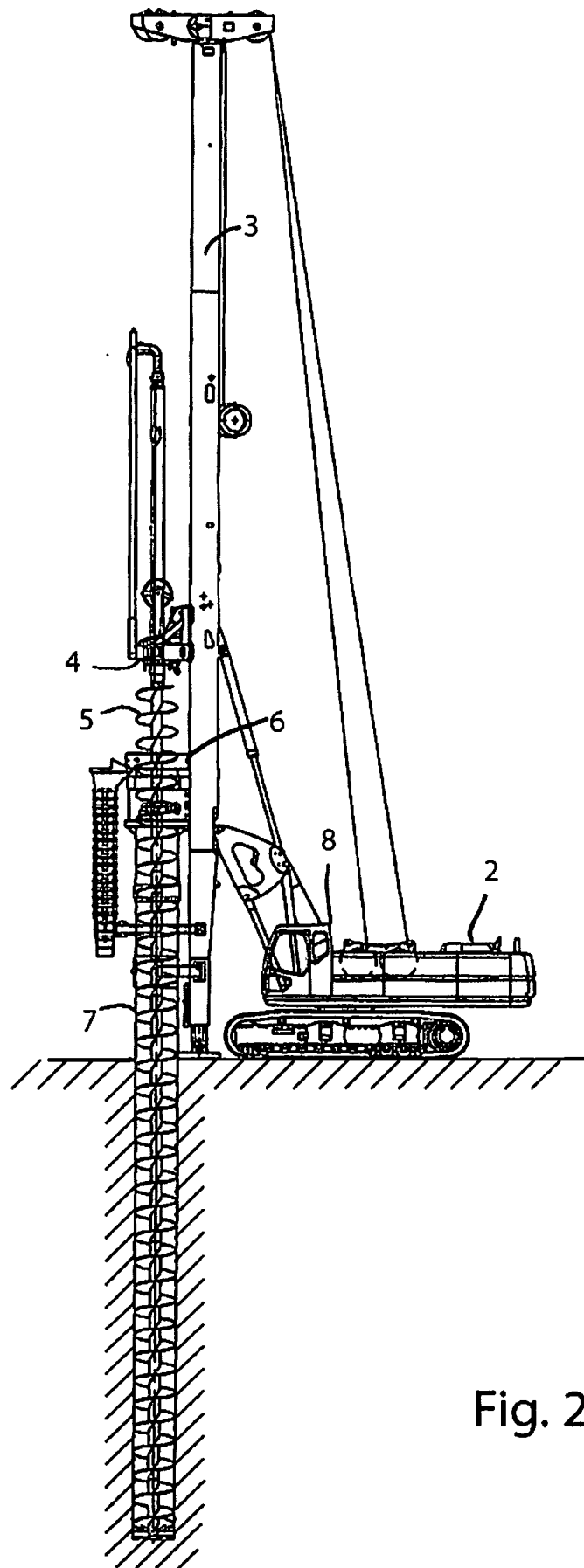


Fig. 2

3/4

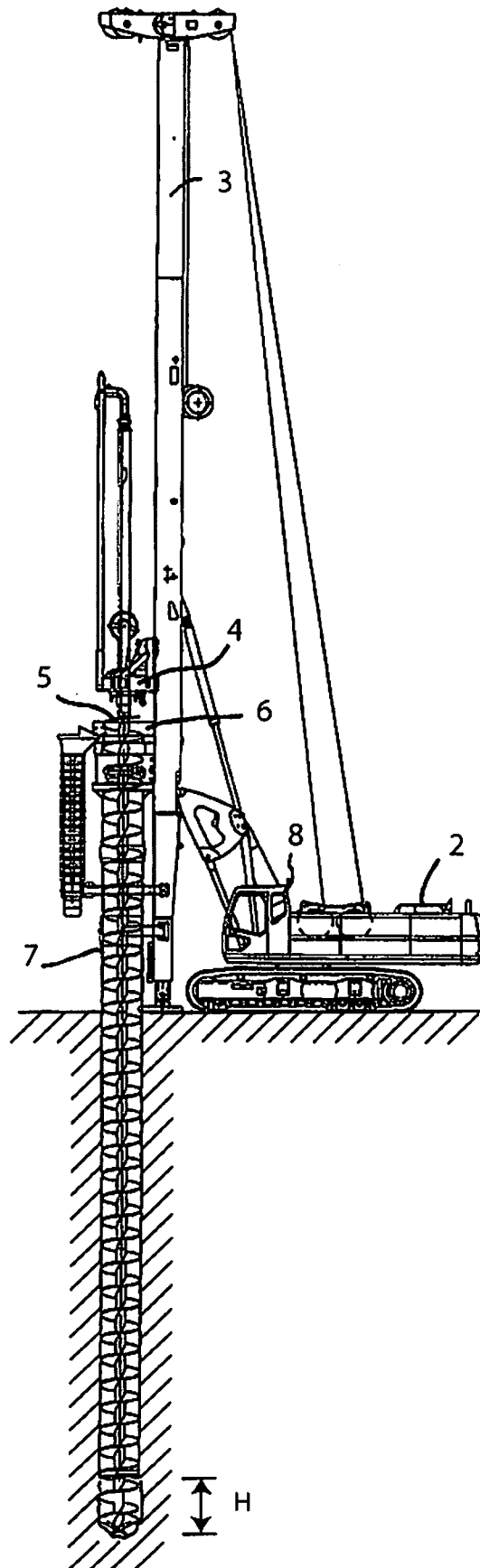


Fig. 3

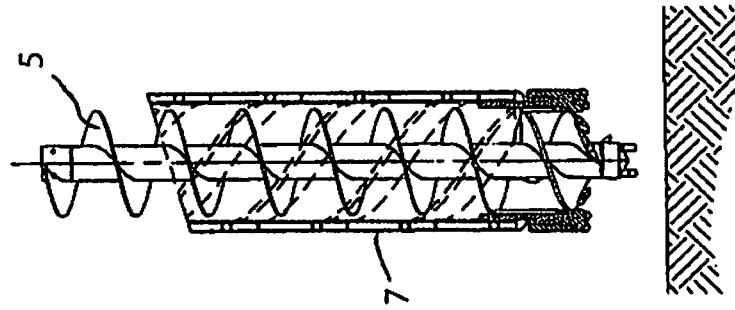


Fig. 4A

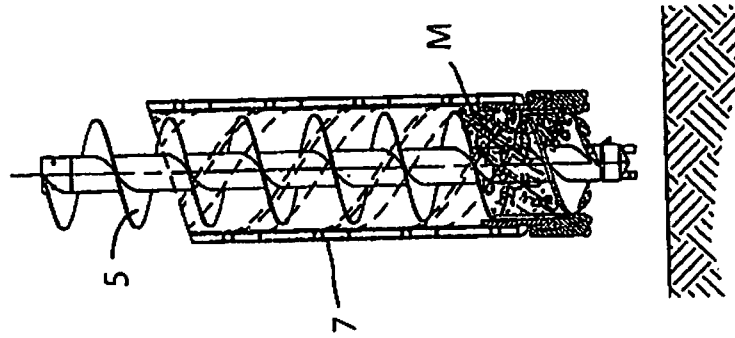


Fig. 4B

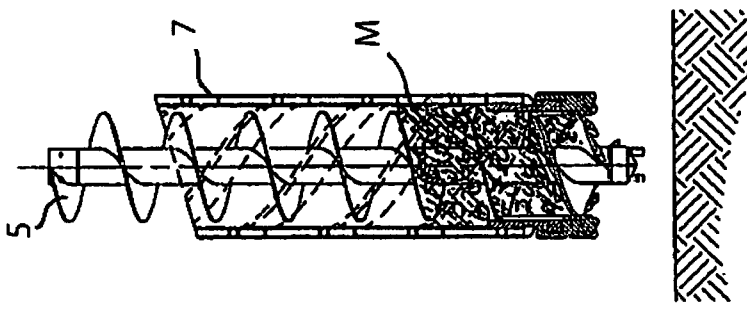


Fig. 4C

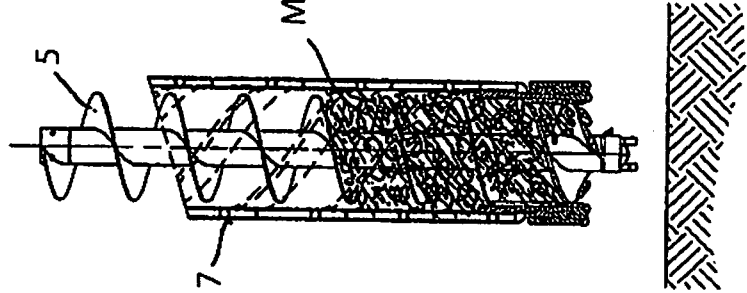


Fig. 4D