



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

# UIBM

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| <b>DOMANDA NUMERO</b>     | <b>101994900358937</b> |
| <b>Data Deposito</b>      | <b>05/04/1994</b>      |
| <b>Data Pubblicazione</b> | <b>05/10/1995</b>      |

|                |               |                    |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|
| <b>Sezione</b> | <b>Classe</b> | <b>Sottoclasse</b> | <b>Gruppo</b> | <b>Sottogruppo</b> |
| E              | 04            | B                  |               |                    |

Titolo

PROCEDIMENTO ED APPARECCHIATURA PER CONTROLLARE CEDIMENTI ASIMMETRICI  
DEL TERRENO IN CORRISPONDENZA DEL BASAMENTO DI EDIFICI, TORRI, CAMPANILI E  
SIMILI

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Procedimento ed apparecchiatura per controllare cedimenti asimmetrici del terreno in corrispondenza del basamento di edifici, torri, campanili e simili".

Di: SIRPROGETTI S.r.l., nazionalità italiana, Viale Majno, 17 - 20122 Milano

Inventore designato: Giulio CAMBIUZZI

Depositata il: 5 aprile 1994

TO 94A000252

\* \* \*

La presente invenzione riguarda un procedimento ed un'apparecchiatura per controllare cedimenti del terreno.

L'invenzione è stata sviluppata con particolare riguardo a cedimenti asimmetrici del terreno o sottosuolo che si verificano in corrispondenza del basamento di edifici, torri, campanili e simili.

I cedimenti del tipo suddetto risultano particolarmente pericolosi nel caso di edifici che si sviluppino prevalentemente in altezza, poiché in tal caso a pochi gradi di inclinazione del basamento corrispondono spostamenti significativi della sommità dell'edificio ed in generale del suo baricentro, con il conseguente sovraccarico delle strutture murarie poste sul lato pendente, con il

JACOBIACCI - CASETTA & PERAN  
S.p.A.

conseguente rischio di crollo per cedimento strutturale o per il venir meno delle condizioni di equilibrio stabile.

L'uso di tecniche note, quali ad esempio il puntellamento dell'edificio o lo zavorramento del suo basamento, per il ripristino dei margini di sicurezza delle strutture murarie non è soddisfacente nel caso specifico di edifici di interesse storico od artistico. In tale caso, infatti, è solitamente preferibile mantenere intatto l'aspetto esteriore visibile dell'edificio e inoltre spesso le strutture murarie esistenti mal sopportano l'aggiunta di tiranti o puntelli ad esse accoppiati, così come potrebbe risultare più dannosa che utile, in vista della resistenza complessiva dell'edificio e dei carichi unitari a cui esso è sottoposto, l'aggiunta di zavorra al basamento. Inoltre i metodi noti hanno generalmente lo scopo di impedire ulteriori inclinazioni dell'edificio, indipendentemente dalle cause d'inclinazione e dalla loro possibile evoluzione.

Un esempio di edificio soggetto ad un cedimento asimmetrico del terreno è la torre campanaria di Pisa, comunemente denominata "torre pendente". Il cedimento del terreno che inizialmente aveva

caratterizzato la torre appunto come "pendente" è progressivamente aumentato nel corso degli anni ed ha raggiunto un'entità tale da compromettere seriamente la stabilità e solidità complessiva della torre.

Scopo della presente invenzione è di fornire un procedimento ed un'apparecchiatura per controllare i cedimenti del terreno del tipo sopra indicato, in modo da ridurre, eliminare ed eventualmente invertire la tendenza di un edificio soprastante ad inclinarsi.

Al fine di raggiungere tale scopo, la presente invenzione ha per oggetto un procedimento avente le caratteristiche indicate nella rivendicazione 1 che segue.

Le caratteristiche dell'apparecchiatura secondo la presente invenzione sono indicate nelle rivendicazioni 4 a 6 che seguono.

Un vantaggio dell'invenzione consiste nel fatto che non è necessario alterare l'aspetto esteriore o comunque l'accessibilità dell'edificio a cui è applicata, potendosi dunque vantaggiosamente utilizzare nel caso di edifici di interesse storico, architettonico o artistico in generale.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno dalla descrizione che segue, con riferimento ai disegni annessi dati a puro titolo di esempio non limitativo, in cui:

- la figura 1 è una vista laterale dell'apparecchiatura della presente invenzione ad installazione avvenuta,

- la figura 2 è una sezione in maggiore scala secondo la linea II-II della figura 1,

- la figura 3 è una vista in pianta di un particolare dell'apparecchiatura delle figure 1 e 2, e

- la figura 4 è una vista prospettica parzialmente in sezione di un elemento dell'apparecchiatura della figura 3.

Con riferimento alle figure, con T è indicato un edificio (una torre nell'esempio illustrato) comprendente un basamento B fondato su uno strato di terreno S ed inclinato rispetto alla verticale V-V passante per il centro del basamento B (inclinato verso sinistra nella figura 1) a causa di un cedimento asimmetrico del terreno S sottostante il basamento B rispetto alla suddetta verticale V-V. In questa condizione la struttura muraria (ad esempio costituita da pilastri o colonne portanti) sul lato sottopendente della torre T (indicando con



tale termine il lato della torre, a sinistra in figura 1, dalla parte di massima pendenza) è soggetta a carichi notevoli sicuramente superiori a quelli di progetto, che potrebbero determinare il crollo della torre.

Una schiera 10 di guaine tubolari 11 aventi assi sostanzialmente paralleli e complanari è disposta interrata sotto al basamento B secondo una superficie parallela alla superficie del terreno S. Gli assi delle guaine 11 sono diretti secondo la direzione di massima pendenza della torre T.

Ogni guaina tubolare 11, realizzata con un materiale flessibile e impermeabile, comprende una prima porzione cilindrica 12 che si prolunga in una seconda porzione rastremata 13, generalmente conica o troncoconica, chiusa alla sua estremità 13a.

L'estremità 14 della guaina 11 opposta all'estremità 13a è chiusa da una parete di fondo 14, integrale con la porzione cilindrica 12, attraversata da una valvola 15 di regolazione o intercettazione di fluidi di tipo generalmente noto, atta a mettere in comunicazione la camera interna della guaina 1 con l'ambiente esterno.

Nell'esempio illustrato nelle figure, il basamento B della torre T ha un profilo circolare e la

sua proiezione orizzontale P, indicata con linea a tratti nella figura 3, stante il piccolo angolo d'inclinazione, è anch'essa praticamente circolare.

La schiera di guaine 11 è simmetrica rispetto ad un asse parallelo agli assi delle guaine e passante per la proiezione orizzontale del centro del basamento B. Le pareti di fondo 14 e le valvole 15 di tutte le guaine 11 sono allineate su una linea S5, orizzontale ed ortogonale alla direzione di massima pendenza del terreno S. Le porzioni cilindriche 12 sono tutte lunghe uguali e si estendono sostanzialmente dalla retta S5 alla retta parallela S4, tangente alla proiezione P.

Le porzioni coniche e troncoconiche 13 si estendono entro l'area della proiezione P del basamento della torre, fino al punto d'intersezione con la proiezione P più distante dalla retta S4. L'andamento rastremato delle porzioni 13 è tale che l'area delle sezioni trasversali delle guaine 11 è uguale per sezioni effettuate secondo piani paralleli alla direzione di massima pendenza, aventi traccia S1, S2, S3 nel piano orizzontale di figura 3. Di conseguenza, le guaine centrali (indicate con 11a) hanno la porzione rastremata 13 più lunga di quella delle guaine laterali, indicate con 11b, ed

inoltre hanno una configurazione conica, mentre le guaine laterali 11b terminano a tronco di cono.

Le porzioni cilindriche 12 delle guaine 11 sono rivestite da tubi cilindrici 16, preferibilmente di acciaio inossidabile. I tubi cilindrici 16 si prolungano, di preferenza, anche lungo la porzione rastremata 13, in particolare delle guaine laterali 11b, fino all'intersezione con la proiezione P.

L'installazione dell'apparecchiatura avviene nel modo seguente.

Ad una certa distanza dalla verticale V-V, dalla parte opposta a quella di massima inclinazione della torre T, viene effettuato un primo scavo trasversale C (v. fig. 1) che si estende per una lunghezza almeno pari alla larghezza massima del basamento B e per una profondità superiore alla profondità dello strato di terreno S su cui poggia il basamento stesso.

Nel terreno S si realizza poi un foro orizzontale orientato nel verso di massima pendenza della torre T e avente l'asse che interseca la proiezione P del basamento della torre T in un punto prossimale 17 e in un punto distale 18. Il foro così realizzato ha una sezione circolare costante dallo scavo C fino alla retta S4; la porzione

restante di foro presenta una sezione circolare rastremata a conicità costante.

Nel foro così realizzato viene inserito il tubo cilindrico 16 fino al punto prossimale 18. In seguito all'interno del foro viene inserita la guaina 11 corrispondente, la cui porzione rastremata 13 riveste almeno in parte la parete della porzione rastremata del foro e risulta direttamente a contatto con il terreno S.

La guaina 11 viene riempita con un fluido in pressione, preferibilmente olio, attraverso la valvola 15. La pressione del fluido contrasta la pressione unitaria che la torre T esercita sul terreno S sottostante il basamento B. In sostanza, la pressione all'interno della guaina 11, in particolare in corrispondenza della sua porzione rastremata 13, è pari alla pressione che il terreno S circostante esercita sulla guaina 11 per effetto del peso della torre T, pressione che tende a schiacciare la guaina 11.

L'effetto risultante è quello di sostituire al volume di terreno S asportato mediante l'esecuzione del foro un uguale volume, in massima parte costituito dal volume di fluido in pressione, che, nella prima fase di installazione dell'apparecchiatura,

JACOBI & CASSIN  
S.p.A.



si sostituisce al terreno asportato garantendo le stesse proprietà di resistenza.

In seguito vengono realizzati in sequenza, nel modo precedentemente descritto, altri fori orizzontali, con assi paralleli all'asse del primo foro ed intersecanti la proiezione P nei punti prossimi li 17a e distali 18a. Anche per tali fori successivi le rispettive porzioni cilindriche si estendono fino alla retta S4 e proseguono, con le porzioni rastremate 13, fino ai punti d'intersezione distale 18a.

Analogamente a quanto precedentemente descritto, le porzioni dei fori esterne all'area della proiezione P sono rivestite con i rispettivi tubi 16 e nei fori vengono inserite corrispondenti guaine 11 nelle quali viene poi immesso il fluido in pressione attraverso le valvole 15.

La distanza fra le guaine 11 adiacenti e la profondità della schiera 10 rispetto al basamento B è calcolata in modo che nell'intervallo di tempo necessario alla realizzazione di ogni foro, al suo rivestimento con la guaina 11 e al riempimento della guaina con il fluido in pressione, le variazioni di resistenza del terreno S rimangano localizzate

in un intorno del foro senza che la struttura della torre T ne risenta.

La disposizione delle guaine tubolari 11, e in particolare l'insieme delle porzioni rastremate 13 ad apparecchiatura installata, possono essere viste globalmente come una sostituzione di un volume di terreno cilindrico a sezione obliqua con un analogo volume di fluido in pressione, idrostaticamente in equilibrio con le spinte esercitate dalla torre T tramite il basamento B.

Il controllo e il recupero del cedimento del terreno S è realizzabile così attraverso il controllo della quantità di fluido contenuto nelle guaine 11, vale a dire della pressione esercitata dalle porzioni rastremate 13 sul terreno S circostante e quindi sul basamento B della torre.

Dalle valvole 15 possono essere spillate ad intervalli regolari quantità prefissate di fluido, in misura proporzionale al volume complessivo di ogni guaina 11 e in definitiva della sua posizione rispetto alla mezzeria della schiera 10. In altri termini, volendo impedire un'incremento dell'inclinazione della torre T rispetto alla verticale V in caso di continuo cedimento del terreno S, si esegue un prelievo controllato e intervallato di fluido

che deve essere in proporzione maggiore per le guaine centrali rispetto alle guaine laterali. Con questo procedimento, e cioè spillando fluido dalle guaine 11, si può anche, volendo, invertire il movimento d'inclinazione della torre T in direzione opposta, fino a ridurre il carico gravante sulla struttura dal lato sottopendente nella misura voluta.

In questo modo si riduce la pressione esercitata sul terreno S circostante dal fluido contenuto nelle guaine 11 o, comunque, si riduce la quantità di fluido che occupa i fori in cui sono alloggiate le guaine flessibili 11, cosicché il peso della torre S tende a schiacciare le porzioni rastremate 13. Tale schiacciamento produce un abbassamento della porzione di basamento B opposta al lato di massima pendenza, grazie alla forma rastremata delle guaine 11. La porzione di basamento B sopra-stante l'estremità 13a delle porzioni rastremate 13 non subisce alcuno spostamento verticale poiché la quantità di fluido contenuta nelle guaine 11 è praticamente nulla in tale zona.

La pressione esercitata dal peso della torre T schiaccia dunque in progressione le guaine tubolari

JACOBI & C. CASSETTA S. PERANI  
S.p.A.



11 e quindi forza il fluido ad uscire dalle valvole 15 ogni volta che si effettua uno spillamento, per cui non è necessario prevedere alcun sistema aggiuntivo per estrarre il fluido dalle guaine 11.

In pratica, con il procedimento secondo la presente invenzione si compensa l'asimmetria del cedimento del terreno S con lo svuotamento delle guaine 11 che determina lo schiacciamento asimmetrico delle stesse in direzione opposta a detto cedimento.

Con il procedimento descritto si può realizzare quindi un assestamento graduale del terreno S, per impedire l'incremento o ridurre il carico strutturale sul lato sottopendente della torre T, e in generale di un edificio pendente, senza intervenire in alcun modo sulla struttura portante della torre stessa e preservandone l'aspetto esteriore e l'accessibilità.

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, i particolari di realizzazione e le forme di attuazione potranno ampiamente variare, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

JACOBACCI - CASSETTA & PERANI  
S.p.A.

### RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per controllare cedimenti del terreno (S), in particolare cedimenti asimmetrici in corrispondenza del basamento (B) di edifici (T), torri, campanili e simili, caratterizzato dal fatto che comprende le fasi di:

- a) realizzare un primo scavo (C) avente una lunghezza almeno pari alla larghezza del basamento (B) e profondità maggiore della profondità del basamento (B),
- b) realizzare un foro, sostanzialmente perpendicolare a detto primo scavo (C), comprendente una prima porzione cilindrica ed una seconda porzione rastremata estendentesi almeno parzialmente nell'area di proiezione (P) del basamento (B),
- c) inserire in detto foro mezzi di guaina (11) allungati e complessivamente deformabili, aventi uno sviluppo complessivo sostanzialmente corrispondente allo sviluppo del foro,
- d) riempire detti mezzi a guaina (11) con mezzi fluidi in pressione,
- e) ripetere le fasi b) a d) per realizzare una schiera (10) di mezzi di guaina (11),

la quantità di fluido contenuto nei mezzi di guaina (11) essendo regolabile attraverso mezzi a

valvola (15).

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre la fase di rivestire almeno parte delle pareti delle porzioni cilindriche dei suddetti fori per mezzo di strutture tubolari rigide (16).

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto fluido in pressione è un liquido incompressibile.

4. Apparecchiatura per controllare cedimenti del terreno (S), caratterizzata dal fatto che comprende una pluralità di guaine tubolari (11) deformabili comprendenti una prima porzione cilindrica (12) ed una seconda porzione rastremata (13), e mezzi a valvola (15) per la regolazione o l'intercettazione di un fluido atto ad essere contenuto all'interno dalle suddette guaine tubolari (11).

5. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che comprende inoltre una pluralità di strutture tubolari rigide (16) atte a rivestire le corrispondenti porzioni cilindriche (12) delle suddette guaine tubolari (11).

6. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 4, sostanzialmente come descritta ed illustrata e per gli scopi specificati.

JACOBBACCI - CASETTA & PERANI  
S.p.A.

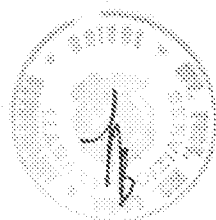
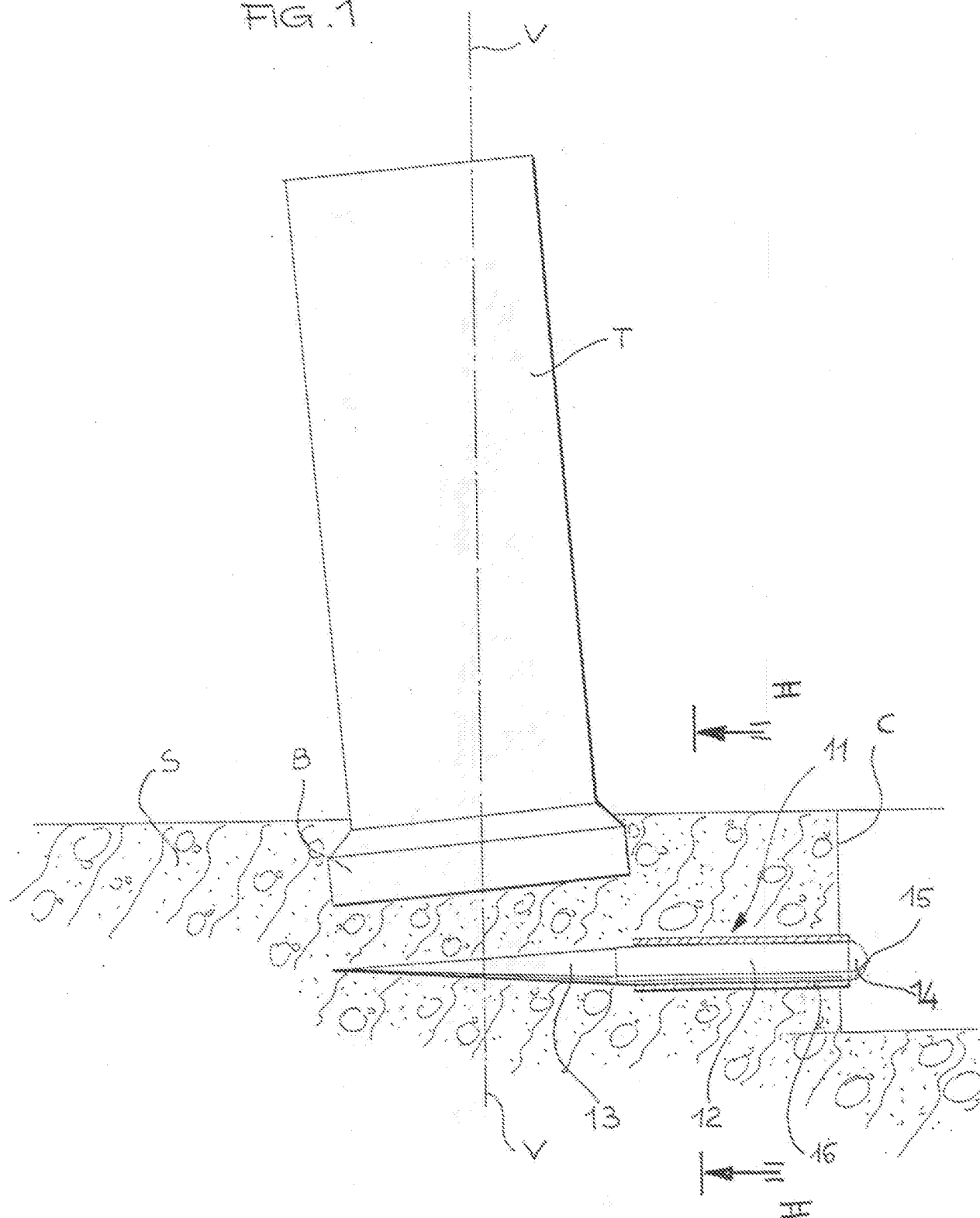
- 15 -

Per incarico



Ing. Luciano BOSOTTI  
N. licenz. 4180 260  
(in proprio) per gli atti

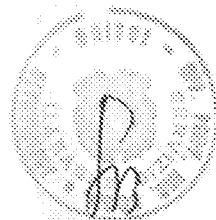
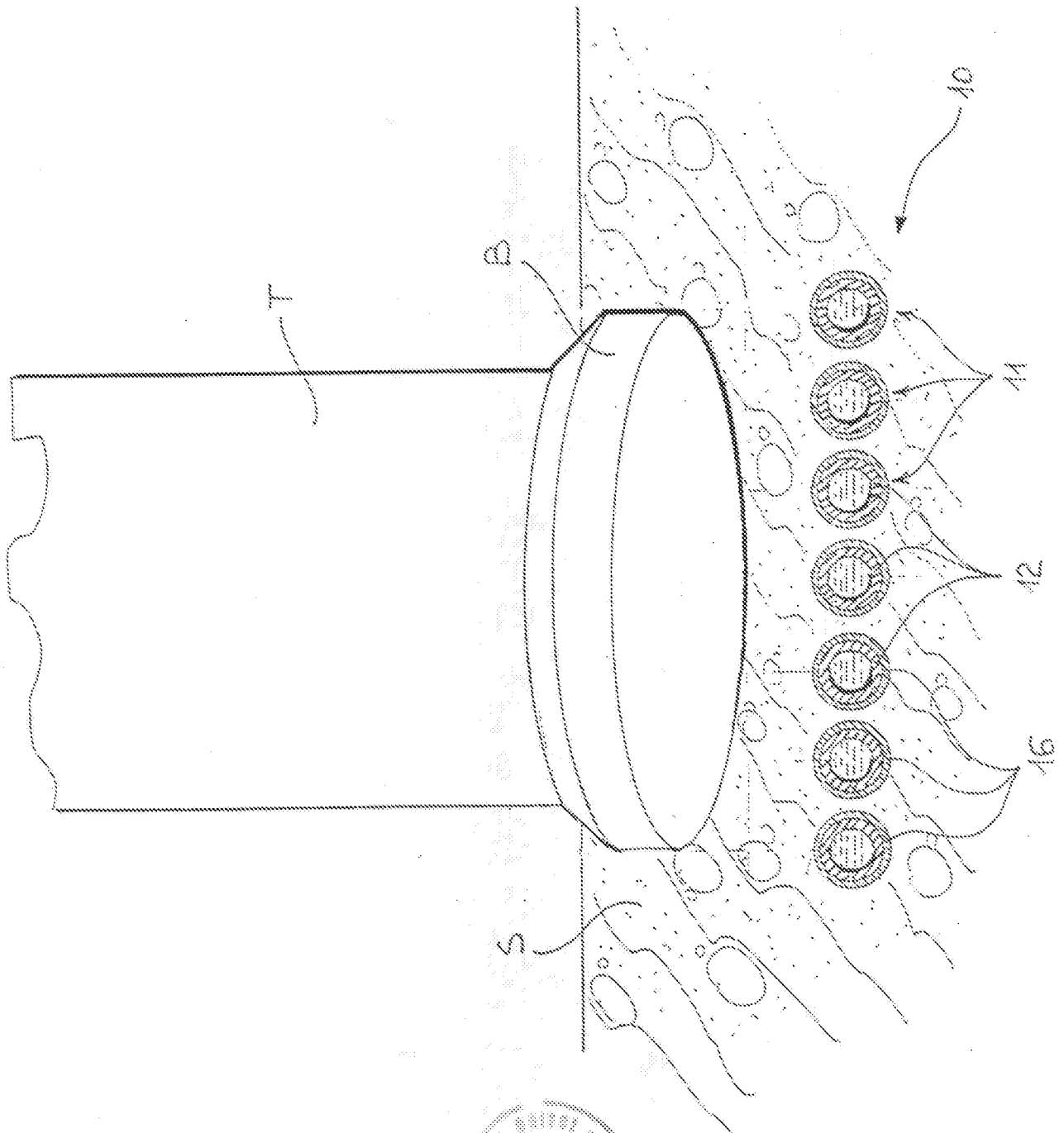
FIG. 1



ing, and the 2007  
 2008-2009  
 2010-2011

Per incarico di: SIRPROGETTI S.p.A.

FIG. 2

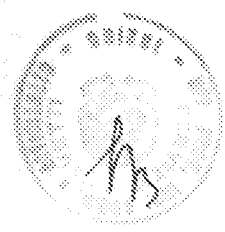
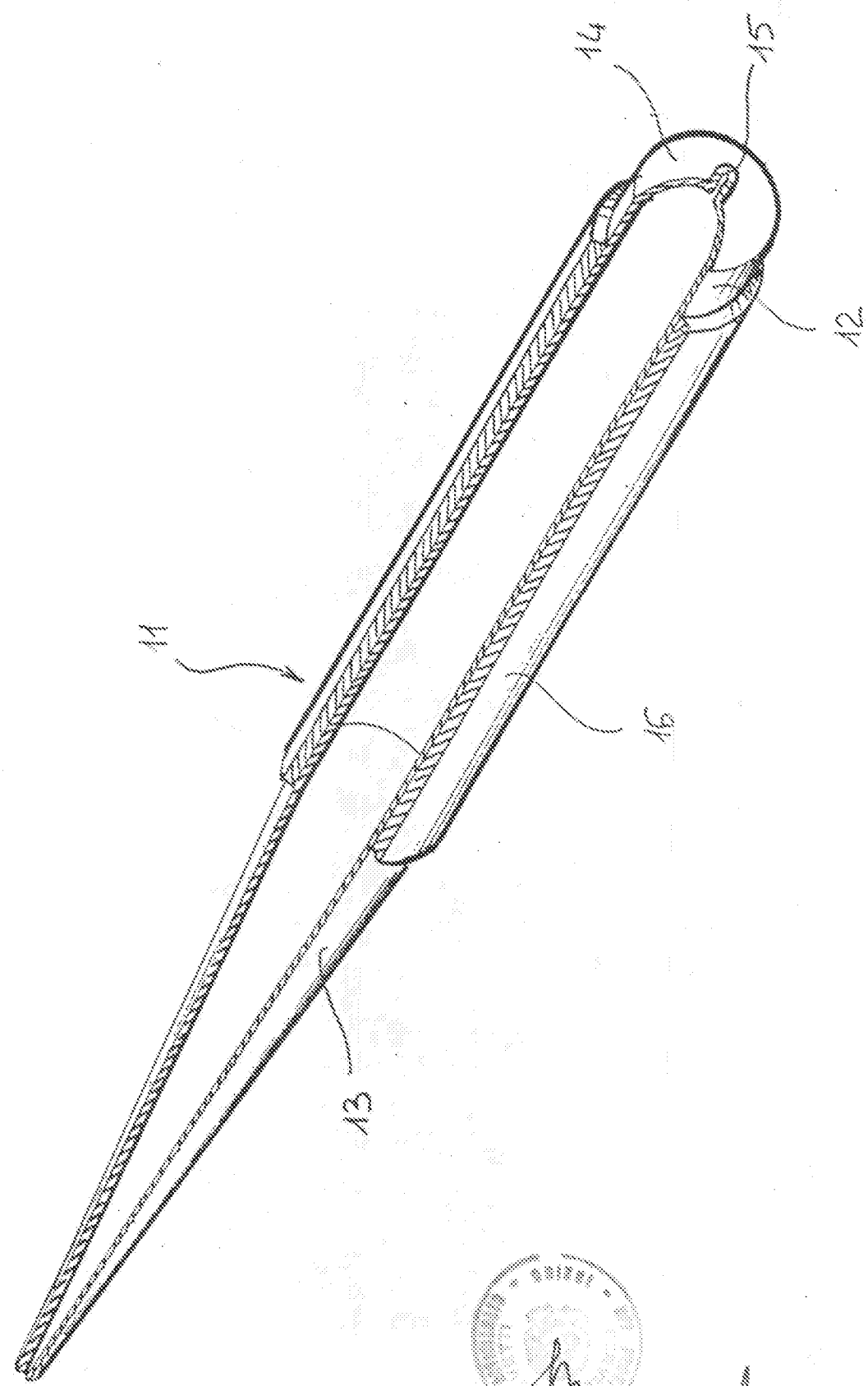


Per incarico di: SIRPROGETTI S.r.l.

Ing. Roberto ROSOTTI  
 10121 MILANO  
 (in proprio e per gli altri)



FIG. 4



Per incarico di: SIRPROGETTI S.r.l.

Ing. L. BOSOTTI  
 15.000.000.000  
 (in proprio e per gli altri)