



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102009901736588
Data Deposito	28/05/2009
Data Pubblicazione	28/11/2010

Classifiche IPC

Titolo

PROCEDIMENTO ED IMPIANTO PER IL TRATTAMENTO DI PIETRE NATURALI SU SUPERFICI FINITE
--

PROCEDIMENTO ED IMPIANTO PER IL TRATTAMENTO DI PIETRE NATURALI SU SUPERFICI FINITE

DESCRIZIONE

Campo di applicazione

5 La presente invenzione concerne: un procedimento per il trattamento di superfici finite di pietre naturali, ossia un nuovo procedimento per rendere le superfici di pietre lavorate con maggiore idrofobicità, cioè ridurre al minimo la bagnabilità ed assorbimento d'acqua od altri liquidi nelle superfici, cioè di ridurre gli effetti di macchiabilità delle superfici delle pietre naturali. Essendo previsto un
10 impianto specifico per l'applicazione del metodo descritto.

Arte nota

Lo stato della tecnica comprende già l'impiego di trattamenti superficiali per ridurre l'idrofobicità e la macchiabilità delle superfici finite delle pietre naturali.

15 Il trattamento di tipo commerciale prevede la protezione della superficie con resine che penetrano la porosità naturale della superficie interessata, realizzando uno strato di resina di protezione del materiale naturale. Lo strato seppur sottile essendo di un materiale aggiunto, che non si combina con i costituenti la pietra, mantiene un suo spessore e, per quanto la ricerca ed i nuovi prodotti tendano a
20 realizzare uno strato trasparente, qualsiasi tipo di resina col tempo ingiallisce per effetto della luminosità ambientale. Inoltre, le prove di idrofobicità e di macchiabilità con tali tipi di resine hanno dato risultati migliori della pietra naturale non trattata, ma l'assorbimento dell'acqua e delle macchie permane in modo significativo ed ancora inaccettabile se si desidera ottenere una superficie da
25 impiegare in ambienti con facile bagnatura, imbrattamento o macchiabilità come

gli ambienti di cucina. Inoltre, l'impiego delle resine, in particolar modo i monomeri epossidici, rendono l'applicazione e l'inquinamento ambientale che ne consegue un problema in più per il produttore, che si vede costretto a rispettare i sempre più rigidi parametri posti ad evitare l'inquinamento sul luogo di lavoro e nei pressi della
5 fabbrica ove esse resine sono applicate.

Nello stato della tecnica è noto anche il trattamento in superficie, per diminuire la macchiabilità dei materiali ad uso interno nelle costruzioni, che può essere effettuato con agente di trattamento una resina a base di polisilossani, modificata mediante la reazione di condensazione di composti tetraorganosilicici
10 quali il tetrametossisilano ed il tetraetossisilano o TEOS, come descritto nel documento anteriore JP 2001064581, in cui tale condensazione è ottenuta entro cinque giorni ed attivata di preferenza con un catalizzatore acido (es. acido solforico) od un catalizzatore basico (es. monoetanolammina) o metallico (es. ossido di dibutile di stagno).

15 Un altro documento noto nella tecnica, RU 2211206, descrive l'uso di un agente idrofobizzante per le superfici delle pietre dei monumento da restaurare e conservare, che comprende un fluido organosilicico in soluzione di polidietilidrosilossano in tetraetossisilano (o TEOS) od anche una soluzione a base di silani-silossani.

20 Peraltro, dalla tecnica è noto rivestire le superfici dei fabbricati con uno strato microstrutturale, descritto nel documento anteriore KR 20030069616, ottenuto mediante una soluzione a base di silice con aggiunta di ossido di titanio in una soluzione idroalcoolica di tetraetossisilano (o TEOS) in etanolo ed acqua, con un composto catalizzatore blando ed un legante inorganico, al fine di ottenere un
25 miglioramento della resistenza superficiale senza emettere composti organici

volatili.

Ciascuno dei documenti e metodi suddetti propone un impiego di composti organo-silicici per ottenere un miglioramento superficiale dei materiali interessati, tra cui in particolare possono essere comprese le pietre, senza per
5 questo realizzare un insegnamento esaustivo per la protezione superficiale dall'acqua (idrofobicità) delle pietre o limitare od impedire la macchiabilità, rispetto all'uso commerciale di rivestire con resine le superfici da proteggere delle pietre.

Nello stato della tecnica è, inoltre, noto un procedimento di impregnazione delle pietre naturali, dal documento EP 1853533, per consolidarle,
10 migliorarne la resistenza meccanica, ridurne la porosità e rendere utilizzabili le pietre, già ridotte in lastre dello spessore utile all'impiego, che altrimenti non sarebbero durature con l'invecchiamento ed anche fragilità intrinseca della pietra utilizzata. L'impregnante, a base di silicato di sodio, potassio o sodio-potassio, viene introdotto in profondità nella struttura delle pietre naturali così da ridurre gli
15 spazi tra i grani, le fessurazioni e le microporosità per una profondità fino ad anche 5 o 6 mm, su uno spessore d'uso della lastra di 15-25 mm, mediante il vuoto e successivamente consolidato con maturazione in ambiente controllato. Esso procedimento è commercialmente noto col nome di Soundstone®. Tuttavia, la superficie ottenuta e lucidata, nei modi usuali delle lastre in pietra, rimane con una
20 significativa idroaffinità, tale da rendere scarsa l'idrofobicità delle superfici di pietre naturali trattate col metodo descritto.

Pertanto, la necessità di protezione superficiale delle pietre naturali nel loro impiego è reale, dovendo le stesse, se impiegate in ambienti tendenzialmente umidi e facili alla generazione di macchie come gli ambienti cucina, resistere alla
25 presenza di liquidi, acqua soprattutto, e di evitare macchie permanenti se

occasionalmente nell'uso esse siano macchiate con i prodotti d'uso quotidiano.

I documenti anteriori più sopra descritti non suggeriscono una soluzione alla esigenza di maggiori e specifiche proprietà idrofobiche e con ridotta macchiabilità delle superfici delle pietre naturali e che nella tecnica per migliorare
5 la idrofobicità è noto solo l'impiego delle resine protettive come descritto.

Tale stato della tecnica è suscettibile di notevoli perfezionamenti con riguardo alla possibilità di aumentare la idrofobicità e ridurre la macchiabilità delle superfici delle pietre naturali in modo semplice ed economico, nonché con resa
10 industriale del procedimento accettabile, così da mantenere contenuti i costi di trattamento.

Da quanto precede deriva la necessità della risoluzione del problema tecnico di trovare procedimento per aumentare l'idrofobicità delle pietre naturali
15 nelle superfici lavorate, vantaggiosamente lucidate, così da realizzare la migliore qualità nelle pietre naturali che prima del trattamento presentavano una bassa o scarsa idrofobicità.

Un altro problema tecnico, collaterale al precedente, è la realizzazione di un procedimento per ridurre la macchiabilità delle pietre naturali,
20 vantaggiosamente da ottenere in combinazione col trattamento precedente.

Inoltre, e non come ultimo scopo è la ricerca di un procedimento per la applicazione del metodo ritrovato che risulti economico e con basso impatto ambientale, sia per i materiali impiegati nel procedimento, sia per il macchinario da utilizzare per la realizzazione dell'impianto.

25 Un ulteriore e non ultimo scopo è quello di preordinare le fasi di

attuazione del procedimento, con le macchine costituenti l'impianto industriale applicante il metodo, nella realizzazione di macchine semplici e di sicuro funzionamento, nonché economiche nella costruzione e nel funzionamento.

Sommario dell'invenzione

5 L'invenzione risolve il problema tecnico suddetto, adottando un procedimento per il trattamento di superfici di pietre naturali, comprendente una impregnazione previa della pietra interessata mediante una soluzione silicatica a base di silicato di sodio, sodio-potassio o potassio, caratterizzato da ciò, che presenta le fasi di:

- 10 - applicazione di una quantità predeterminata d'acqua per bagnare la superficie della pietra da trattare;
- distribuzione uniforme sulla superficie bagnata di una quantità predeterminata di reagente tetraetossisilano, o TEOS;
- condensazione del reagente sul silicato dell'impregnazione, con eliminazione
15 degli atomi di sodio e potassio, in almeno uno strato superficiale esterno al silicato dell'impregnazione e sulla superficie della pietra, con evaporazione dell'alcool etilico sviluppato dalla reazione.

Inoltre, vantaggiosamente, in una specifica forma il procedimento presenta la superficie da trattare preventivamente lavorata con impiego di acqua
20 di raffreddamento degli utensili, così da rendere la fase di bagnatura con acqua una fase di asportazione dell'acqua in eccesso e di verifica della quantità d'acqua presente sulla superficie al valore predeterminato. La lavorazione preventiva è una lavorazione di lucidatura

Più ancora in una realizzazione preferita, il procedimento presenta la
25 quantità predeterminata di acqua e di reagente tetraetossisilano, o TEOS,

rapportata al litotipo della pietra naturale in trattamento nella ragione di una unità di acqua e di due unità di reagente. In particolare la quantità predeterminata d'acqua è di 100 grammi ogni metro quadro di superficie in trattamento e la quantità predeterminata di reagente tetraetossisilano è di 200 grammi ogni metro
5 quadro di superficie trattata.

Vantaggiosamente, in una forma perfezionata dell'invenzione, il procedimento presenta la fase di condensazione del silicato e di evaporazione dell'alcool etilico suddivisa in due ulteriori fasi parziali: una prima di condensazione/evaporazione a temperatura ambiente ed una seconda con
10 riscaldamento ad agevolare la condensazione e l'evaporazione dell'alcool etilico. Più specificamente, in una variante preferita la prima fase parziale è costituita dalla permanenza di un'ora della superficie trattata a temperatura ambiente in posizione orizzontale. In una ulteriore variante la seconda fase parziale è costituita dalla permanenza in un ambiente riscaldato per 30 minuti. Ed in una specifica
15 applicazione il riscaldamento è effettuato alla temperatura di 60 gradi centigradi.

Un impianto per la applicazione del procedimento di trattamento delle superfici delle pietre comprende :

- una stazione di bagnatura e/o di aspirazione e controllo della quantità d'acqua presente sulla superficie da trattare;
- 20 - una stazione di applicazione del reagente in modo uniforme e nella quantità predeterminata sulla superficie interessata al trattamento, subito a valle della stazione precedente;
- una stazione di condensazione/evaporazione subito a valle della stazione di applicazione del reagente.

25 Vantaggiosamente, in una forma perfezionata dell'invenzione, l'impianto

d'attuazione del procedimento presenta la stazione di bagnatura che comprende: getti di bagnatura eventuale della lastra; uno o più unità di rimozione od aspiratori dell'acqua superficiale in eccesso; almeno una bocca d'aspirazione dell'aria che lambisce la superficie della lastra, in pietra naturale. Più specificamente presenta
5 la stazione di bagnatura che comprende in un condotto d'aspirazione della bocca d'aspirazione dell'aria un rilevatore d'umidità nell'aria aspirata.

In una ulteriore e vantaggiosa soluzione costruttiva, l'impianto presenta la stazione di applicazione del reagente che comprende come apparato distributore del reagente un rullo dotato di superficie assorbente e che rilascia il
10 reagente in contatto con la superficie su cui è posizionato e rotante con asse trasversale alla direzione del moto delle lastre in trattamento.

Infine, vantaggiosamente, in una soluzione preferita l'impianto d'attuazione del metodo presenta nella stazione di condensazione/evaporazione un magazzino elevatore entro un ambiente chiuso, suddiviso in due ambienti, ed
15 in cui nel primo ambiente è presente un elevatore ascendente, di presa e sollevamento di ciascuna lastra; nella seconda parte è presente un elevatore discendente, di presa e abbassamento di ciascuna lastra; un carrello trasbordatore provvede a trasferire le lastre tra le sommità dei due elevatori. Ed in una ulteriore e preferita forma d'attuazione nella stazione di
20 condensazione/evaporazione è presente un dispositivo ad aria riscaldata per il riscaldamento di una zona della stazione medesima in cui le lastre sono condotte e mantenute in essa zona per il tempo necessario alla fase di riscaldamento prevista dal procedimento.

25 Breve descrizione dei disegni

Un modo di attuare l'invenzione è illustrato, a puro titolo esemplificativo, nelle sei tavole di disegno e quattro tavole con tabelle riassuntive dei dati sperimentali allegate in cui:

- Figura 1 è una sezione schematica limitata nello spessore di una superficie di pietra naturale non trattata in cui sono visibili gli spazi interstiziali tra i grani, le microfessurazioni, le microporosità e le fessurazioni superficiali, nonché una goccia di acqua nella forma caratteristica che assume quando è presente un basso valore di idrofobicità;
- Figura 2 è la medesima sezione di Figura precedente dopo il trattamento di impregnazione con soluzione silicatica in profondità, mentre le fessurazioni superficiali sono ancora presenti, la goccia d'acqua ha conformazione come la Figura precedente, cioè presenta una idrofobicità non molto dissimile;
- Figura 3 è la sezione schematica ingrandita della parte III della Figura 2 in cui è visibile lo strato di protezione vetroso generato nel procedimento secondo la presente invenzione;
- Figura 4 è la medesima sezione di Figura 2 precedente dopo il trattamento di idrofobicità dell'invenzione, ove la goccia d'acqua presenta la conformazione caratteristica che assume quando è presente un elevato valore di idrofobicità;
- Figura 5 è una rappresentazione schematica di fianco dell'impianto industriale di applicazione del procedimento secondo l'invenzione, normalmente inserito in un impianto più complesso con stazione precedente di lucidatura superficiale delle lastre di pietra in lavorazione;
- Figura 6 è una rappresentazione schematica della prima fase del procedimento di controllo dell'umidità della superficie della lastra in lavoro,

proveniente dalla stazione di lucidatura a monte; e della seconda fase del procedimento secondo l'invenzione descritto, con la distribuzione e dosaggio del reagente TEOS sulla superficie da trattare;

- Figura 7 è una rappresentazione schematica della fase di reazione e maturazione del reagente con un magazzino mobile in ambiente chiuso e per la

- Figura 8 è una rappresentazione schematica del magazzino di impilaggio delle lastre in lavorazione con gli elevatori utilizzati e gli aspiratori per il controllo della saturazione dell'ambiente durante il consolidamento del TEOS e l'evaporazione dell'alcool etilico sviluppatosi nel processo.

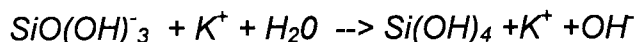
Sono inoltre presenti quattro tavole di tabelle in cui sono riassunti i dati sperimentali rilevati per le prove di idrofobicità dei materiali testati, da Tabella 1 a Tabella 9, analizzati con cinque rilevamenti per ciascun campione testato delle pietre naturali saggiate, senza trattamento e poi con differenti modi e tempi di consolidamento a temperatura ambiente; da Tabelle 10 a Tabella 13 sono riportati i dati sperimentali del trattamento secondo l'invenzione in cui viene applicato un lieve riscaldamento con differenti modalità. Le Tabelle da 14 a 19, poi, raggruppano i dati sui saggi sperimentali sulla ridotta macchiabilità con due prodotti coloranti differenti e con rilievi al momento della generazione della macchia ed in momenti successivi, così da evidenziare la progressione della macchia nel tempo.

Descrizione dettagliata di un metodo d'applicazione e protezione preferito.

Nelle Figure sono visibili con 1, Figura 1, la superficie lucidata di un

tratto di pietra naturale in cui nello spessore sono visibili i grani 2 dei componenti la pietra naturale. Tra i grani sono presenti spazi assai piccoli, interstiziali o microfessurazioni 3 e pori micro e nanometrici con distribuzione casuale, dovuta al modo di formazione dei grani nello specifico litotipo della pietra in lavoro. Sovente le dette microfessurazioni si protendono nella superficie 1 lucidata. Cioè, in vicinanza della superficie 1 le microfessurazioni 4 fungono da conduttura per la penetrazione dei liquidi e dell'umidità all'interno dello spessore. La goccia G1, raffigurata, mostra la forma di un liquido acquoso o simile adagiato sulla superficie lucidata 1; l'angolo d'incidenza nel bordo di contatto B1 della goccia sulla superficie è dell'ordine di 20-30 gradi d'incidenza A1 in funzione del litotipo in misurazione.

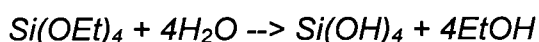
La Figura 2 mostra come una superficie trattata con l'impregnazione silicatica, anche in presenza della penetrazione I del silicato di sodio, sodio-potassio o potassio, del procedimento Soundstone®, la goccia G2, presente sulla superficie 5 lucidata, mostra un angolo di contatto A2 al bordo B2 simile all'angolo di contatto A1 della Figura precedente. L'impregnante è efficace all'interno dello spessore, sono visibili le inclusioni 6 tra i grani 2, tra la linea I di massimo approfondimento e la linea F di permanenza di fessurazioni 7 in contatto con la superficie 5. Peraltro in profondità permangono gli spazi interstiziali o microfessurazioni 3, non raggiunte dall'impregnante nel trattamento. Nelle fessurazioni o microfessurazioni 7 l'impregnante è in contatto con l'acqua utilizzata nel trattamento di lucidatura, così, vista l'affinità con l'acqua del silicato di sodio, sodio-potassio o potassio questa può reagire con il silicato rilasciando idrogenioni, visto che l'acido orto-silicico Si(OH)_4 si dissocia con un pKa di 9-10. Ciò corrisponde alla reazione:



Questo rende basico l'ambiente della fessurazione 7 per la presenza, ancorché dissociata in ioni, della base forte KOH, come accade analogamente per il silicato di sodio o sodio-potassio. Così, nelle fessurazioni 7 è presente un ambiente
5 fortemente basico ed in diretto legame molecolare con l'impregnante che è saldamente legato alla pietra naturale delle pareti della fessurazione.

Il procedimento di trattamento superficiale, previsto dalla presente invenzione, si innesta sullo strato di associazione e dissociazione degli ioni delle basi forti dissociate di sodio e potassio, ed avviene per distribuzione sulla
10 superficie 8 della lastra di una quantità di tetraetossisilano proporzionale alla superficie ricoperta e all'umidità presente sulla superficie. Su pietra naturale è stato sperimentata idonea una quantità di 100 grammi d'acqua su un metro quadro di lastra ed il reagente tetraetossisilano, noto con l'abbreviazione di TEOS, con una quantità di 200 grammi di TEOS ogni metro quadro di lastra.

15 La condensazione e gelificazione successiva avviene secondo la formula:



In cui il componente tetraetossisilano o TEOS in presenza di acqua e, con la particolare ed efficace catalisi del silicato di potassio, sodio-potassio o sodio,
20 presente nelle fessurazioni 7 in ambiente basico come detto, avviene a temperatura ambiente in modo spontaneo, fintanto che il reagente TEOS si trasforma in acido ortosilicico liberando alcool etilico che volatilizza. La reazione avviene mantenendo la superficie della lastra in orizzontale, dovendo il reagente combinarsi con l'acqua ed il silicato dissociato per un tempo da 1 h ad anche uno
25 o più giorni. La reazione raggiunge un valore soddisfacente di trasformazione del

TEOS quando non si forma più alcool etilico o se ne forma una quantità minima, cioè vi è rimasto poco acido orto-silicico, con ciò si forma una catena in cui il silicio si sostituisce al sodio e potassio del silicato rendendo non idrolizzabile il composto ottenuto in uno strato superficiale T, a volte a livello di dimensione molecolare Tm, anche ed in special modo negli spazi assai piccoli, interstiziali o microfessurazioni 9 e pori micro e nanometrici, come schematizzato nella Figura 3. In questo modo la catena in cui s'inserisce il silicio, per la reazione, rimane intimamente collegata al silicato impregnante così da penetrare nelle fessurazioni 9 e ricoprire la superficie 10 trattata, nonché già lucida, della lastra in lavoro, a costituire uno strato vetroso di spessore minimo.

Nella Figura 4 è visibile la superficie trattata con il procedimento e la goccia G4 presenta un angolo di contatto A4 al bordo B4 molto più alto di quanto rilevato precedentemente.

Sono state effettuate varie prove con quantitativi variabili di acqua e reagente TEOS su superficie già impregnate con soluzione silicatica, come descritto nel procedimento Soundstone®, e levigate. I migliori risultati per valori raggiunti e minor impiego di reagente, quindi costo, si sono registrati con la proporzione, in peso sulla unità di superficie, di una unità d'acqua, ad inumidire la superficie della pietra naturale da trattare, unitamente a due unità di reagente tetraetossisilano o TEOS.

Nelle tabelle da 1 a 9 sono raggruppati i dati sperimentali rilevati su diversi litotipi di pietra naturale, in cui nella colonna TM sono indicati il trattamento ed il tempo di condensazione e reazione decorso prima di effettuare il rilevamento, la colonna M riporta il valor medio calcolato sui rilievi fatti; la colonna DV indica la

deviazione standard tra il valore massimo e minimo rilevati tra i vari campioni dei saggi. La riga di valori con SDS ricomprende il valore dell'angolo di contatto nello specifico litotipo di campioni con il solo trattamento di impregnazione Soundstone®; le righe 1h, 2h, 4h, 1D o 3D ricomprendono i valori dell'angolo di
5 contatto del rispettivo campione con tempo trascorso dall'inizio della reazione, stesura del TEOS sulla superficie interessata, di 1, 2 e 4 ore e di 1 o 3 giorni. I valori sono stati rilevati con il metodo noto di misurazione ottica mediante strumentazione ad alto ingrandimento.

I litotipi interessati sono stati vari tipi di granito: Yellow Granite, Yellow
10 Gold, Moon White, Giallo Veneziano, Kashmir White, Juparana Colombo, Crystal White e Serizzo e l'Arenaria Dorata o Sandstone.

I risultati sono stati di un aumento della idrofobicità assai grande, infatti i valori misurati con la sola impregnazione con Soundstone® sono stati mediamente da 18 a 32 d'angolo di contatto, mentre dopo trattamento con il TEOS
15 i valori hanno mostrato un balzo netto di 40-50 almeno, in funzione del tempo di reazione atteso prima della misurazione e del litotipo interessato.

I dati riscontrati nella sperimentazione mostrano come anche con un tempo di condensazione limitato di 1 ora i valori dell'angolo di contatto sono di molto superiori ai valori dell'angolo di contatto col campione solo impregnato.
20 Prendendo ad esempio il Moon White, Tabella 3, l'angolo di contatto tipico del campione impregnato presenta una media di 24; dopo il trattamento dell'invenzione l'angolo di contatto presenta una media di 68, dopo una sola ora dall'inizio della reazione, di 70 dopo due ore, di 71 dopo quattro ore e di 73 dopo un giorno. La differenza riscontrata di 5 gradi tra il tempo minimo di 1 ora ed il
25 massimo di 1 giorno è indica il completamento della reazione. Analogamente la

Tabella 4 mostra come il Giallo Veneziano presenti un aumento di angolo di contatto con l'aumento del tempo di reazione assai maggiore fino a 8 gradi; nella Tabella 5, poi, è stato rilevato un aumento di 9 gradi da 70 a 79 l'angolo di contatto con il maggior tempo di reazione da 1 ora ad 1 giorno nel Kashmir White.

5 Per gli altri litoptipi la situazione si presenta alle medesime condizioni, con un aumento dell'angolo di contatto all'aumento del tempo di reazione.

Nella definizione di un procedimento industrialmente applicabile sono state sperimentate procedure con riscaldamento per accelerare l'evaporazione dei residui di alcool etilico che si forma nella condensazione del TEOS in catene più
10 complesse con la sostituzione con un atomo di silicio del sodio o potassio nel silicato del trattamento d'impregnazione.

L'effetto del riscaldamento del campione dopo l'applicazione del TEOS è raggruppato nelle tabelle da 10 a 13 per il Moon White, il Kashmir White ed il Giallo Veneziano.

15 Dopo l'applicazione del tetraetossisilano o TEOS la reazione è stata mantenuta a temperatura ambiente per un'ora, poi, come visibile in Tabella 10, per il Moon White, il riscaldamento è stato applicato a 40 °C per un'ora e trenta minuti: il valore medio rilevato è stato di 70; attendendo fino a 4 ore od 1 giorno, a temperatura ambiente, il valore dell'angolo di contatto rimane invariato cioè la
20 reazione raggiunge il suo massimo risultato al termine del periodo di riscaldamento.

In Tabella 11 i valori riportati sono stati ottenuti, sempre per il Moon White, con un tempo di applicazione a temperatura ambiente di un'ora e, successivamente, un riscaldamento a 60 °C per soli 30 minuti. Il valore dopo il
25 riscaldamento, cioè dopo 1 ora e 30 minuti dall'applicazione, è risultato già di 72,

che non varia anche dopo un ulteriore tempo di attesa di 4 ore o di 1 giorno.

A controprova del risultato ottenuto nelle Tabelle 12 e 13 sono riassunti i valori rilevati per il Kashmir White ed il Giallo Veneziano, per cui dopo il trattamento con il riscaldamento a 60 °C per 30 minuti, sempre dopo un'ora di attesa a temperatura ambiente dall'applicazione del TEOS, viene raggiunto un
5 valore molto alto di 76 per il Kashmir White e di 72 per il Giallo Veneziano, già maggiore dei valori esposti nelle Tabelle 4 e 5 senza la fase di azione del calore.

Nelle tabelle relative alla ridotta macchiabilità il litotipo interessato è stato il solo Granito Giallo (o Yellow Granite) raggruppando i risultati per colorante:
10 da Tabella 14 a 16 il colorante interessato è un rosso organico (perilene) disciolto in olio di oliva; e per tipologia di misura: Tabella 14 il diametro; Tabella 15 il raggio medio della macchia; Tabella 16 l'area della macchia; suddivise nelle colonne coi rilievi alla formazione zero ore, dopo sei ore e dopo tre giorni dalla applicazione della macchia. Analogamente nelle tabelle successive: da 17 a 19 il colorante
15 interessato è un verde (ossido di cromo trivalente) disciolto in olio di oliva; e per tipologia di misura: Tabella 17 il diametro; Tabella 18 il raggio medio della macchia; Tabella 19 l'area della macchia; in queste tabelle limitate ai rilievi alla formazione zero ore e dopo tre giorni. In tutte le tabelle precedenti 14-19 sono presenti colonne con l'incremento in millimetri (Δ mm; Δ mmq) del valore misurato
20 ed in percentuale sul valore di partenza (Δ %).

Le righe dei saggi misurati sono suddivise in SDSx ed SDSy, per differenti formulazioni dell'impregnante dal procedimento brevettato Soundstone®, e le righe con SDSxT o SDSyT o solo SDST fanno riferimento all'impiego del metodo già previsto per l'idrofobicità di cui alla tabella 1, per il Yellow Granite,
25 dopo il procedimento di condensazione del TEOS per essa previsto sul Granito

Giallo. I valori rilevati sono stati misurati con successive immagini della macchia nel tempo dall'applicazione, mediante un raffronto dimensionale dell'ingrandimento della macchia, con fotocamera ad alta risoluzione, dopo aver stabilito una corrispondenza biunivoca con i pixel dell'immagine rilevata dalla fotocamera e la
5 dimensione fisica della macchia di partenza.

Dai valori riportati l'ingrandimento della macchia in presenza del trattamento secondo l'invenzione risulta minore rispetto all'ingrandimento con il solo trattamento d'impregnazione, cioè il trattamento previsto e sperimentato per l'idrofobicità della superficie delle pietre naturali si è dimostrato valido e
10 conveniente, visto che non deve essere applicato nessun ulteriore trattamento o prodotto, anche per ottenere un miglioramento significativo della superfici delle pietre per quanto riguarda la resistenza alle macchie.

L'applicazione del procedimento descritto più sopra avviene con
15 l'impianto raffigurato nelle Figure 5-8 in cui la lastra 21 proveniente dalla linea di impregnazione e lucidatura 22 in cui le teste di lucidatura 23, necessariamente, lavorano la superficie 5 della lastra con una quantità d'acqua sufficiente al raffreddamento degli utensili abrasivi come noto. Il nastro trasportatore 24 della linea provvede a trasferire la lastra 25, lucidata, nella stazione 26 di bagnatura e/o
20 aspirazione dell'acqua in eccesso e controllo dell'umidità superficiale. A sopperire ad un eccesso od eventuale mancanza di acqua superficiale provvede l'unità BG comprendente una lama flessibile d'asporto meccanico dell'acqua in eccesso e getti disposti trasversalmente all'ingresso nella stazione 26, che spruzzano acqua nel caso vengano introdotte in lavoro lastre 25 asciutte; unità BG che opera in
25 alternativa per la bagnatura o per l'asporto meccanico dell'acqua. La lastra

scorrendo sul un piano a rulli 27 entra nella zona d'intervento 28 di unità di rimozione 29 dell'acqua superficiale in eccesso e quindi nell'area d'intervento della bocca d'aspirazione 30 dell'aria presente e che lambisce la superficie 5 della lastra 25, così da controllare l'umidità della superficie 5. Per il migliore e più sicuro
5 funzionamento di controllo dell'umidità, nel condotto d'aspirazione 31 dell'aria è posto un rilevatore di umidità 32 che provvede ad aumentare o diminuire l'aspirazione dell'acqua superficiale dalle bocche 33 delle unità di rimozione 29, dette anche aspiratori, ed anche ad aumentare o diminuire l'aria aspirata dalla bocca 30. La regolazione dei valori di aspirazione deve avvenire per ogni litotipo e
10 per ogni larghezza di lastra 25 in trattamento. Subito dopo la stazione di aspirazione dell'acqua sul medesimo piano a rulli 27 è posizionata la stazione 34 di applicazione del reagente tetraetossisilano o TEOS che è presente nel caricatore 35 e che bagna la superficie 36 del rullo distributore 37, così nello strisciare e/o rotolare della superficie del rullo sulla superficie 5 della lastra 25, il
15 TEOS rimane depositato nella quantità desiderata e un istante dopo l'applicazione inizia la fase di attesa del TEOS per la condensazione secondo le formule chimiche indicate. Il reagente TEOS che debordi dalla lastra 25 viene raccolto da un imbuto di raccolta e ricircolo R per il riutilizzo nel caricatore 35. La lastra 38 prosegue sul piano a rulli 39 entro un magazzino elevatore 40 per far trascorrere il
20 tempo di condensazione/evaporazione previsto dal procedimento a costituire la stazione di condensazione/evaporazione del reagente.

Il magazzino elevatore 40 è suddiviso in due elevatori 41 ascendente e 42 discendente con nastri a sviluppo verticale 43 dotati di mensole sporgenti 44, così da raccogliere una lastra 38 proveniente dalla stazione 34 di applicazione del
25 reagente TEOS e sollevarla in successione, una lastra dietro l'altra, permettendo

la permanenza in posizione orizzontale ed in ambiente 45 per il primo periodo di trattamento, fino alla posizione massima 46. Raggiunta la sommità un carrello trasbordatore meccanizzato 47 provvede a prelevare la lastra 48 e trasbordarla nell'ambiente 49 per il prosieguo del trattamento, ove l'elevatore discendente 42
5 provvede a fare il percorso inverso fino a livello del piano a rulli 50 d'uscita dall'impianto di trattamento.

Al passaggio tra gli ambienti 45 e 49 è previsto una barriera mobile o flessibile al passaggio del carrello trasbordatore 47, con la lastra 48 od anche a vuoto nella corsa di ritorno, non raffigurata. Nell'ambiente 45 sono disposte le
10 bocche di aspirazione 51 dell'aria ambientale che presenta alta concentrazione di alcool etilico, per effetto della condensazione più rapida che avviene nel primo periodo di tempo dopo la applicazione del reagente TEOS. Nei condotti di aspirazione 52 sono posti dei rilevatori 53 della concentrazione di alcool etilico per controllare il normale funzionamento del processo.

15 Le lastre 54 poste nell'ambiente 49 e discendenti con l'elevatore 42 sono sottoposte, nella parte finale del loro percorso di discesa ad una zona d'aria calda ad una temperatura uguale o di poco maggiore a quella prevista dal ciclo di riscaldamento, così da accelerare l'ultimo periodo di condensazione del reagente TEOS nei prodotti di reazione: il silicato di sodio e/o potassio in cui gli atomi di
20 sodio e/o potassio sono sostituiti da atomi di silicio rendendo così non più igroscopica la superficie della pietra oggetto del trattamento. La zona ad aria calda è realizzata mediante bocche laterali, non raffigurate essendo nascoste dalle lastre 54 presenti sull'elevatore 42 discendente. Dalle bocche laterali fuoriesce da un lato e viene aspirata dall'altro una lama d'aria riscaldata che evita
25 così di disperdersi nella parte alta dell'ambiente 49 o di propagarsi verso

l'ambiente 45 precedente. Come detto oltre alla parete 55 tra gli ambienti 45 e 49 , vi è, non raffigurata, una barriera mobile o flessibile di separazione tra essi.

Una lastra 54 al termine del percorso discendente nell'elevatore 42 viene adagiata sul piano a rulli 50 che provvede ad evacuarla all'esterno del
5 magazzino 40 su un piano a rulli 56 di raccolta e/o imballaggio finale.

I vantaggi ottenuti da questa invenzione sono: il procedimento di trattamento superficiale migliora notevolmente la proprietà di assorbimento dell'acqua e idrofobicità rispetto alla pietra non trattata e rispetto alla pietra con il solo trattamento di impregnazione silicatica, Soundstone®; il miglioramento è
10 significativo passando da bassi angoli di contatto, 20-30 gradi, ad angoli elevati di contatto da 70 ad 80 gradi in funzione dello specifico litotipo interessato. Contemporaneamente alla minore igroscopicità della pietra è stato riscontrato una maggiore resistenza alle macchie, con un minore ingrandimento delle macchie sui campioni trattati con il metodo dell'invenzione. Inoltre, è stato riscontrato anche un
15 lieve aumento delle proprietà meccaniche oltre a quello già ottimo raggiunto con il procedimento di impregnazione silicatica.

La protezione dall'acqua e dalle macchie è stata ottenuta senza l'impiego di resine polimeriche o di monomeri epossidici, di base delle resine; cioè le pietre trattate con il procedimento di impregnazione e di trattamento
20 dell'invenzione non cambiano colore nel tempo, cioè non ingialliscono, in quanto i costituenti il trattamento sono molto affini ai composti di condensazione del vetro di uso comune, di cui non è stata dimostrata alcuna nocività, contrariamente alle dette resine attualmente impiegate per limitare l'igroscopicità delle pietre naturali. Inoltre, gli scarichi di prodotti volatili che sfuggono nell'ambiente dal macchinario
25 che applica il procedimento descritto non sono inquinanti, visto che sfugge solo

l'alcool etilico evaporato, e quindi il metodo dell'invenzione descritto presenta un bassissimo impatto ambientale, al contrario dell'applicazione superficiale di resine noto nella tecnica.

L'applicazione del metodo, come descritto, si presta assai
5 convenientemente ad una applicazione industriale anche per grandi volumi di produzione, senza generare volumi eccessivi di materiale in sosta tra due fasi successive di applicazione del trattamento.

Più ancora, i prodotti liberati nell'ambiente dal trattamento si riducono ad alcool etilico, che non è dannoso all'uomo ed all'ambiente se inalato in piccole
10 quantità, quindi non particolarmente dannoso nell'ambiente di lavoro. Infine le macchine costituenti l'impianto di applicazione industriale del metodo dell'invenzione sono assai semplici sia come costruzione sia come caratteristiche operative, limitando in partenza il costo del medesimo impianto. Anche il costo del reagente risulta contenuto rispetto al costo delle resine impiegate attualmente.

15

Nell'attuazione pratica i materiali, le dimensioni, i particolari esecutivi potranno essere diversi da quelli indicati, ma ad essi tecnicamente equivalenti, senza per questo uscire dal dominio giuridico della presente invenzione. Così, seppur meno vantaggiosamente, il trattamento descritto può essere applicato a
20 superfici non completamente finite; oppure, le proporzioni di acqua e reagente tetraetossisilano possono essere differenti da quanto descritto; inoltre, i tempi di attesa prima del riscaldamento, in un processo industriale, o delle modalità di riscaldamento medesimo, possono variare da quanto descritto, ma pur sempre rientrando dette varianti nella soluzione inventiva riassunta nelle seguenti
25 rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per il trattamento di superfici (1) di pietre naturali, comprendente una impregnazione previa della pietra interessata mediante una soluzione silicatica a base di silicato di sodio, sodio-potassio o potassio, caratterizzato da ciò, che presenta le fasi di:
- 5 - applicazione di una quantità predeterminata d'acqua per bagnare la superficie (5) della pietra da trattare;
- distribuzione uniforme sulla superficie bagnata di una quantità predeterminata di reagente tetraetossisilano, o TEOS;
- 10 - condensazione del reagente sul silicato dell'impregnazione, con eliminazione degli atomi di sodio e potassio, in almeno uno strato superficiale esterno (T, Tm) al silicato dell'impregnazione e sulla superficie (8) della pietra, con evaporazione dell'alcool etilico sviluppato dalla reazione.
- 15 2. Procedimento per il trattamento di superfici di pietre naturali, secondo la rivendicazione 1, in cui la superficie da trattare è preventivamente lavorata con impiego di acqua di raffreddamento degli utensili, così da rendere la fase di bagnatura con acqua una fase di asportazione dell'acqua in eccesso e di verifica della quantità d'acqua presente sulla superficie (5) al valore predeterminato.
- 20 3. Procedimento per il trattamento di superfici di pietre naturali, secondo la rivendicazione 2, in cui la lavorazione preventiva è una lavorazione di lucidatura della superficie planare della pietra naturale in trattamento.
- 25 4. Procedimento per il trattamento di superfici di pietre naturali, secondo una

delle rivendicazioni precedenti, in cui la quantità predeterminata di acqua e di reagente tetraetossisilano, o TEOS, è rapportata al litotipo della pietra naturale in trattamento nella ragione di una unità di acqua e di due unità di reagente.

- 5 5. Procedimento per il trattamento di superfici di pietre naturali, secondo la rivendicazione 4, in cui la quantità predeterminata d'acqua è di 100 grammi ogni metro quadro di superficie in trattamento e la quantità predeterminata di reagente tetraetossisilano è di 200 grammi ogni metro quadro di superficie trattata.
- 10 6. Procedimento per il trattamento di superfici di pietre naturali, secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui la fase di condensazione del silicato e di evaporazione dell'alcool etilico è suddivisa in due ulteriori fasi parziali: una prima di condensazione/evaporazione a temperatura ambiente ed una seconda con riscaldamento ad agevolare la condensazione e l'evaporazione dell'alcool etilico.
- 15
7. Procedimento per il trattamento di superfici di pietre naturali, secondo la rivendicazione precedente 6, in cui la prima fase parziale è costituita dalla permanenza di un'ora della superficie trattata a temperatura ambiente in posizione orizzontale.
- 20
8. Procedimento per il trattamento di superfici di pietre naturali, secondo la rivendicazione precedente 6, in cui la seconda fase parziale è costituita dalla permanenza in un ambiente riscaldato per 30 minuti.
- 25 9. Procedimento per il trattamento di superfici di pietre naturali, secondo una

delle rivendicazioni 6, 8, in cui il riscaldamento è effettuato alla temperatura di 60 gradi centigradi.

10. Un impianto per la applicazione del procedimento di trattamento delle
5 superfici delle pietre di cui alle rivendicazioni precedenti, comprende :

- una stazione di bagnatura e/o di aspirazione (26) e controllo della quantità d'acqua presente sulla superficie (5) da trattare;

- una stazione di applicazione del reagente (34) in modo uniforme e nella quantità
10 predeterminata sulla superficie interessata al trattamento, subito a valle della stazione precedente;

- una stazione di condensazione/evaporazione (40) subito a valle della stazione di applicazione del reagente.

11. Impianto di trattamento delle superfici delle pietre, secondo la rivendicazione
15 10, precedente, in cui la stazione di bagnatura comprende: getti (BG) di bagnatura eventuale della lastra (25); uno o più unità di rimozione od aspiratori (29) dell'acqua superficiale in eccesso; almeno una bocca d'aspirazione (30) dell'aria che lambisce la superficie della lastra (5), in pietra naturale.

20 12. Impianto di trattamento delle superfici delle pietre, secondo la rivendicazione 11, precedente, in cui la stazione di bagnatura (26) comprende in un condotto d'aspirazione (31) della bocca d'aspirazione (30) dell'aria un rilevatore d'umidità (32) nell'aria aspirata.

25 13. Impianto di trattamento delle superfici delle pietre, secondo la rivendicazione

10, precedente, in cui la stazione (34) di applicazione del reagente comprende come apparato distributore del reagente un rullo (37) dotato di superficie assorbente (36) e che rilascia il reagente in contatto con la superficie (5) su cui è posizionato e rotante con asse trasversale alla direzione del moto delle lastre (25)
5 in trattamento.

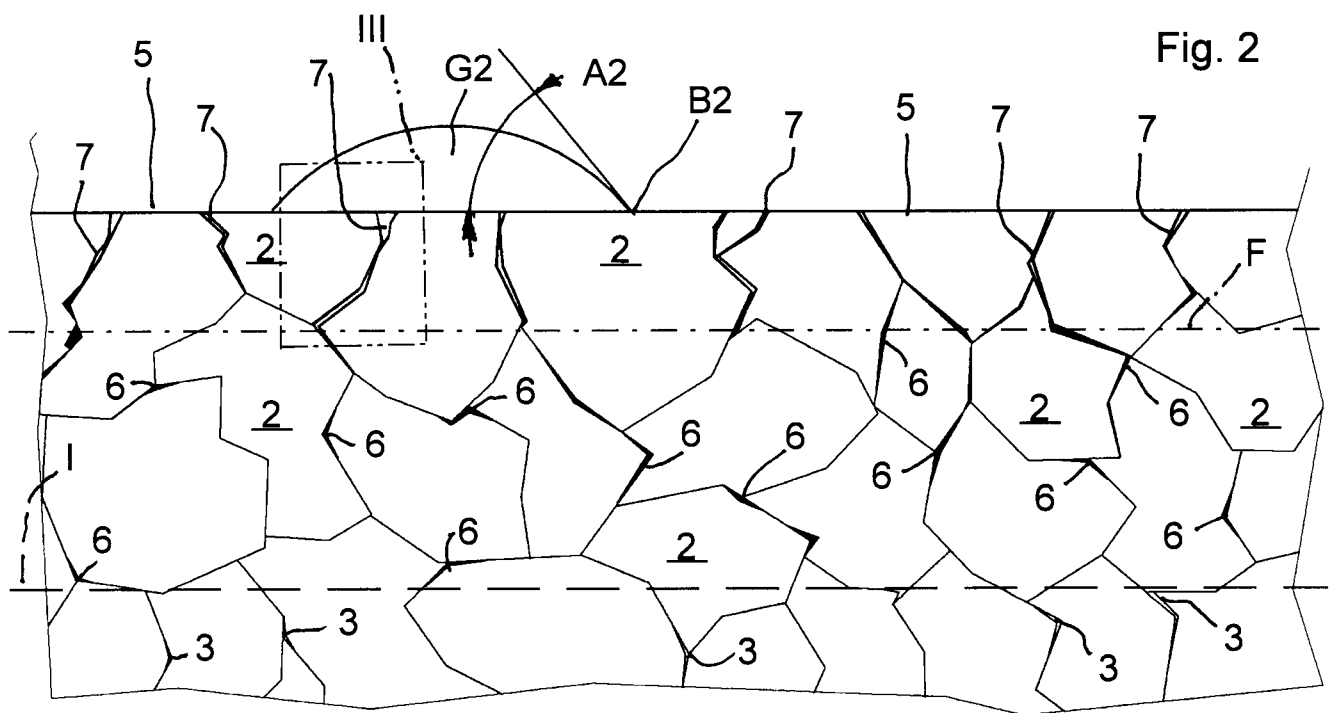
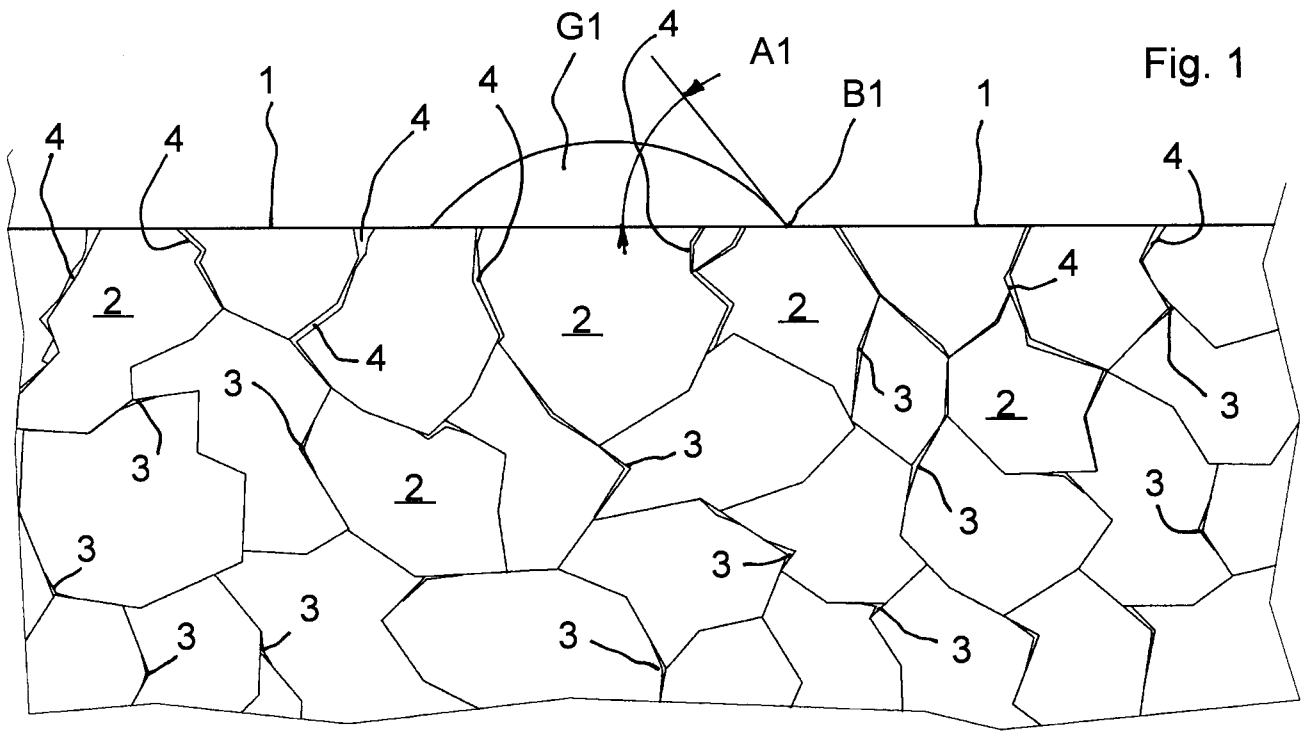
14. Impianto di trattamento delle superfici delle pietre, secondo la rivendicazione 10, precedente, in cui nella stazione di condensazione/evaporazione è presente un magazzino elevatore (40) entro un ambiente chiuso, suddiviso in due ambienti
10 (45, 49), ed in cui nel primo ambiente (45) è presente un elevatore ascendente (41), di presa e sollevamento di ciascuna lastra; nella seconda parte è presente un elevatore discendente (42), di presa e abbassamento di ciascuna lastra; un carrello trasbordatore (47) provvede a trasferire le lastre (46, 48, 54) tra le sommità dei due elevatori.

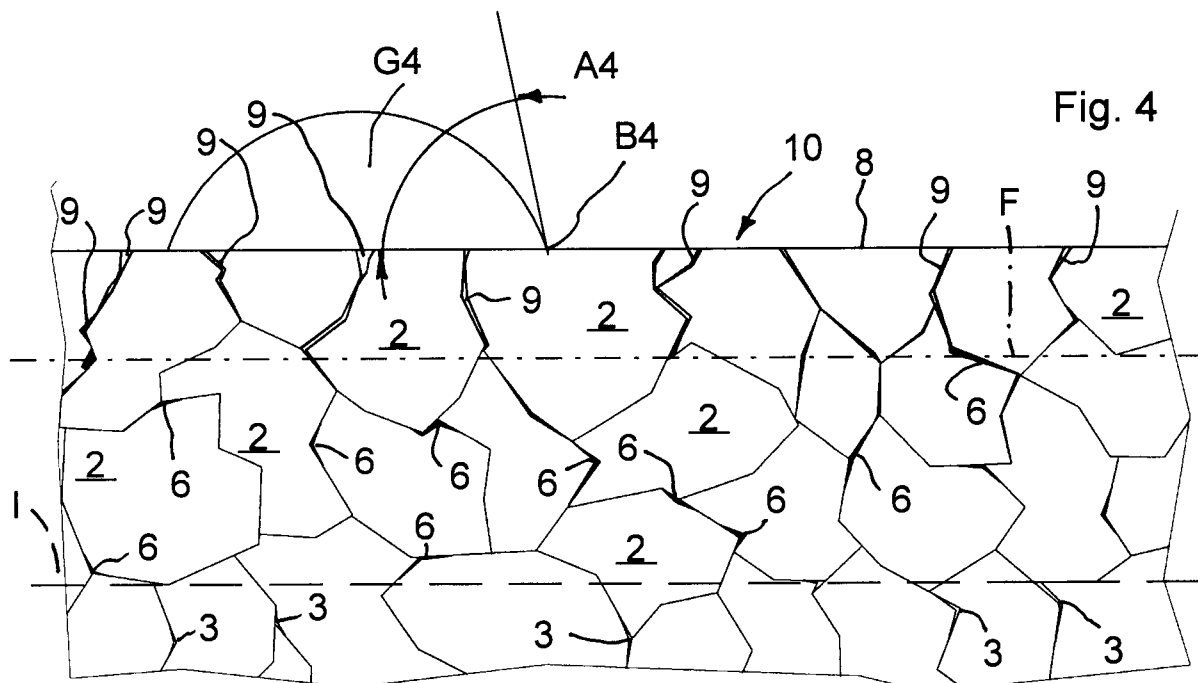
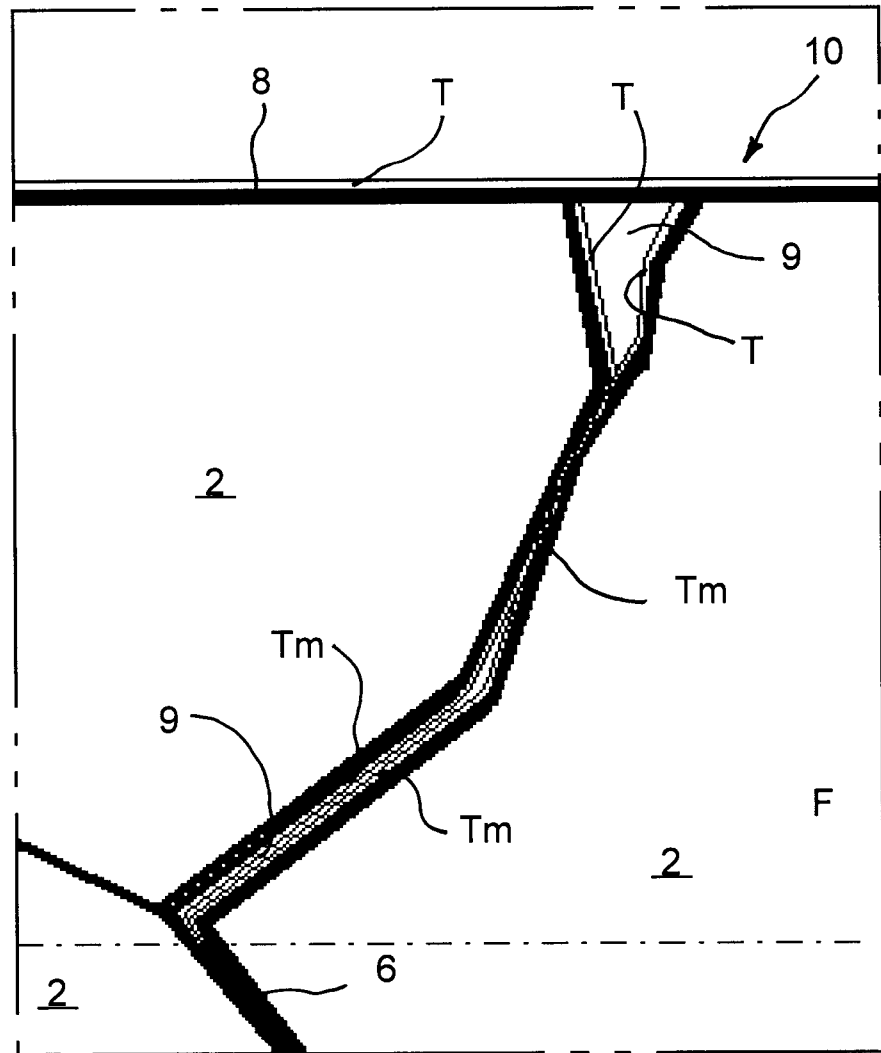
15

15. Impianto di trattamento delle superfici delle pietre, secondo la rivendicazione 10, in cui nella stazione di condensazione/evaporazione è presente un dispositivo ad aria riscaldata per il riscaldamento di una zona della stazione medesima in cui le lastre sono condotte e mantenute in essa zona per il tempo necessario alla fase
20 di riscaldamento prevista dal procedimento.

per incarico

Alberto Gasparini (reg. 474 BM)





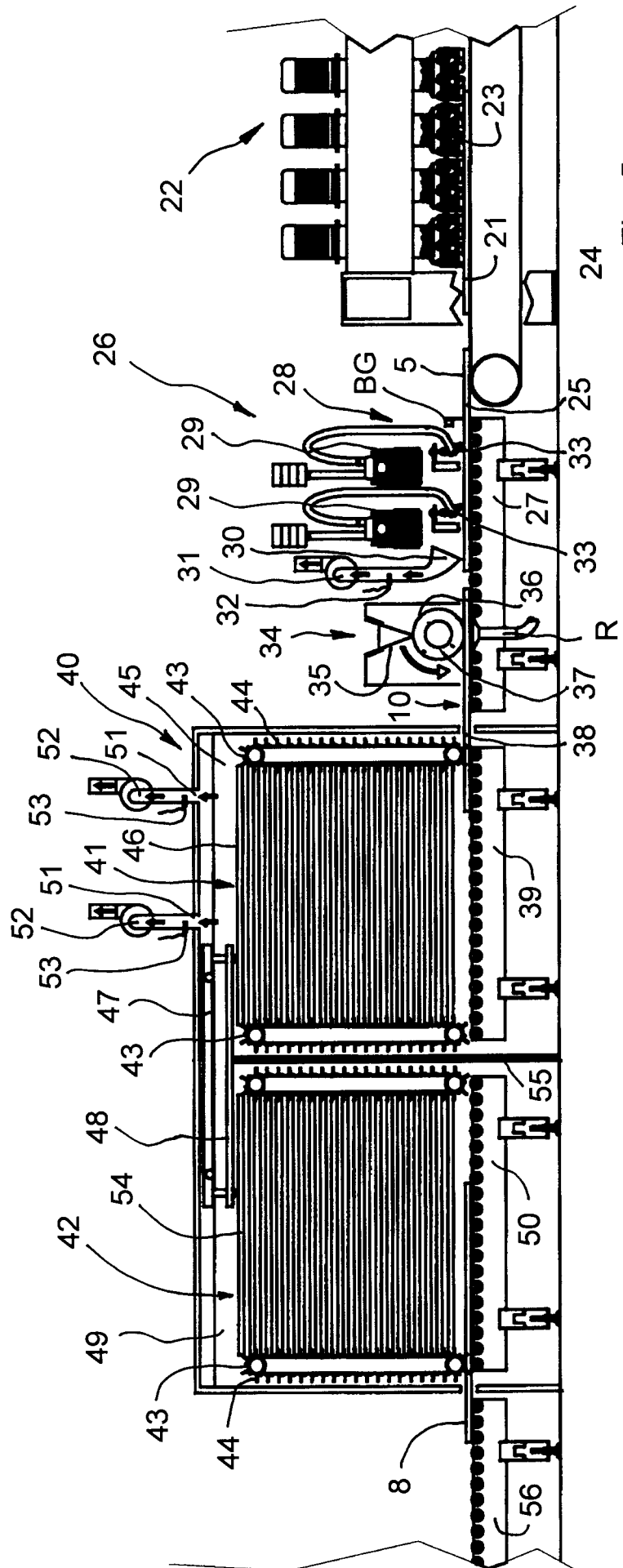


Fig. 5

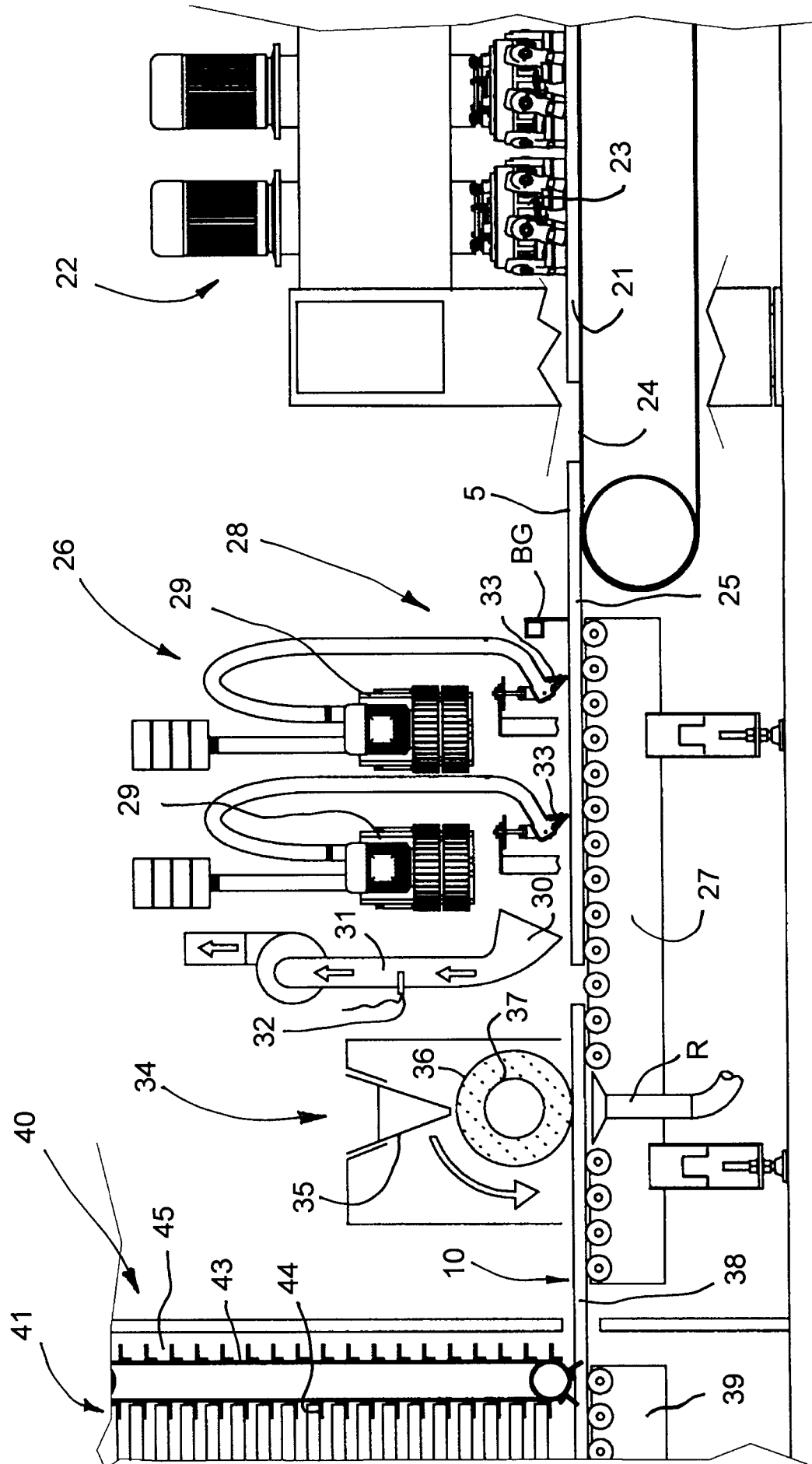


Fig. 6

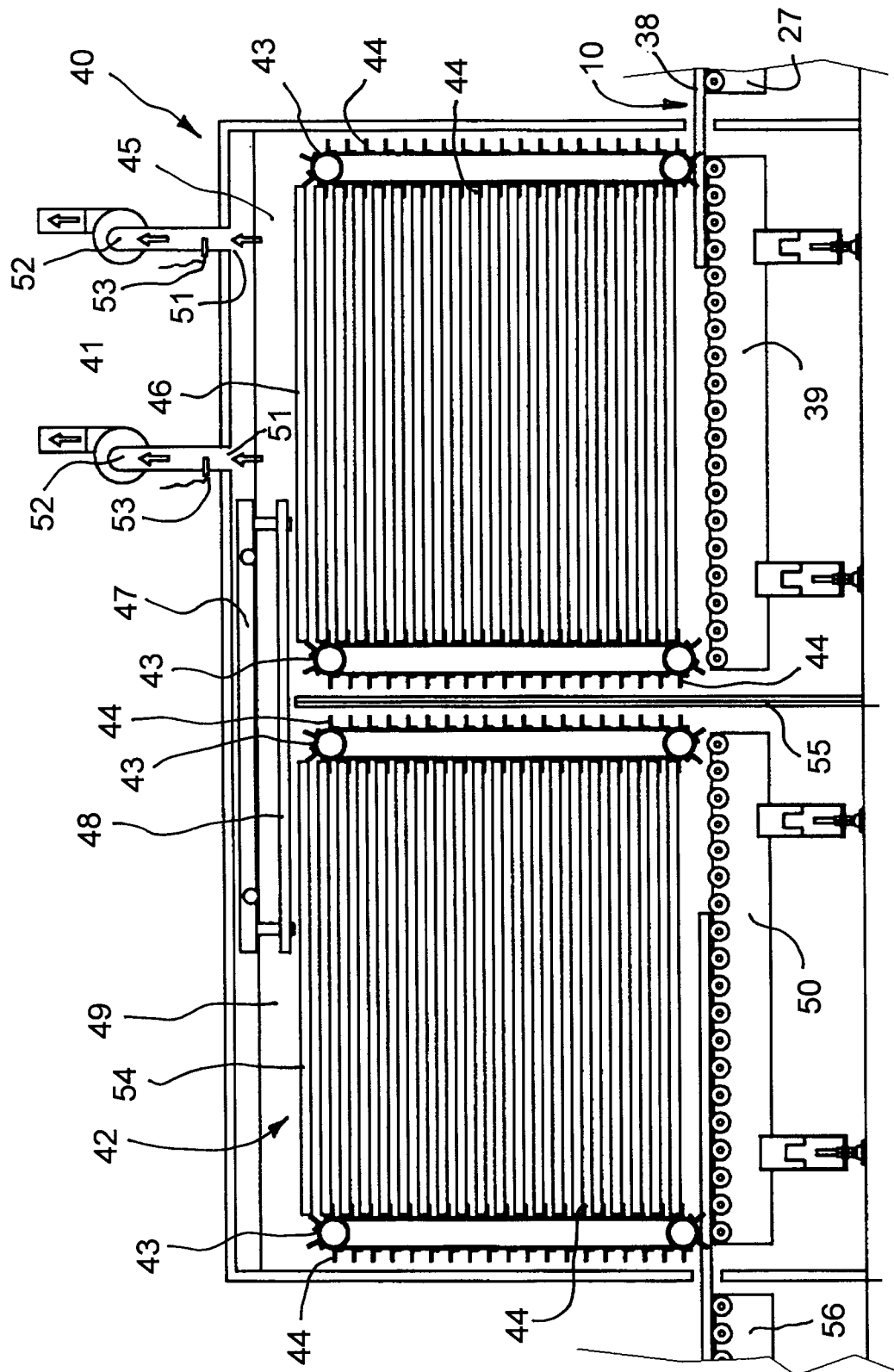


Fig. 7

Fig. 8

7/10

Tab. 1	TM		Yellow Granite				M	DV
	SDS	29,5	32,4	33,65			32	2
	1h	81,9	82,65	82,45	80,45	81,8	82	1
	2h	82,95	79,45	80,2	79,55	76,8	80	2
	4h	80,65	82,75	83,15	78,6	78,8	81	2
	1 D	79,9	79,84	79,85	81,95	82,3	81	1

Tab. 2	Yellow Gold							
	SDS	21,1	21,2	21,95	23,5	24	22	1
	1h	75,1	75,5	80,75	82,1		78	4
	2h	63,4	65,3	66,45	67,6	70,4	67	3
	4h	73,75	77,6	79,2	79,9	81,35	78	3
	3 D	77,9	78,95	79,8	80,4	80,5	80	1

Tab. 3	Moon White							
	SDS	21,3	23,3	24,8	25,55	26,2	24	2
	1h	60,55	69,7	70,1	70,2	71,05	68	4
	2h	66,5	68,5	70,9	70,45	71,45	70	2
	4h	68,05	70,9	71,8	71,75	74,5	71	2
	1 D	70,1	72,25	73,15	73,75	75,4	73	2

Tab.4	Giallo Veneziano							
	SDS	20	21,2	23,1	23	24,45	22	2
	1h	67,9	70,3	70,6	70,55	71,5	70	1
	2h	68,75	68,95	70,95	73,9	73,95	71	3
	4h	70,75	72,1	72,4	73,4	74,55	73	1
	3 D	75,7	77,1	77,85	77,95	79	78	1

Tab.5	Kashmir White							
	SDS	19,9	19,85	23,95	25,7	26,5	23	3
	1h	68,75	69,5	69,6	70	72,45	70	1
	2h	68,5	69,05	69,65	69,85	71,05	70	1
	4h	68,65	69,5	70,75	73,05	75,85	72	3
	1 D	76,55	77,45	78,6	80,6	80,7	79	2

Tab. 6	Juparana Colombo						TM	M	DV
	SDS	17,7	17,45	20,85	21,95	22,35		20	2
	1h	60,25	60,35	61,9	62	64,85		62	2
	2h	63,95	64,2	64,4	65,55	67,05		65	1
	4h	65,8	66,3	68,5	68,8	68,85		68	1
	1 D	71,05	71,15	72,4	73,05	74,05		72	1

Tab. 7	Crystal White								
	SDS	16,7	16,8	17,3	17,9	20,5		18	2
	1h	67,7	68,2	68,75	71,35	72,15		70	2
	2h	70,6	73,2	73,6	73,7	74		73	1
	4h	71,7	72,1	72,7	75,6	76,3		74	2
	1 D	73,2	74,25	75,95	76,6	77,7		76	2

Tab. 8	Serizzo								
	SDS	28,4	32,2	32,15	32,95	34,15		32	2
	1h	72,5	72,65	73,8	75,95	76,05		74	2
	2h	74,8	74	76,8	76,65	79,7		76	2
	4h	78,35	78,85	79,7	79	80,65		79	1
	1 D	78,1	78,25	80,2	80,3	80,25		79	1

Tab.9	Sandstone								
	SDS	17,8	18,7	21,4	22,65	23,3		21	2
	1h	69,75	70,25	72,4	72,95	73,1		72	2
	2h	69,95	71,85	72,1	72,4	72,55		72	1
	4h	76,35	77,35	78,05	79,7	79,75		78	1
	1 D	74,1	75,25	78,6	78,15	76,6		77	2

TM		Moon White					M	DV
Tab. 10	2g TEOS 1g H ₂ O 40 °C							
	2h 30 min	68,1	68,7	69,55	71,45	73,45	70	2
	4h	67,1	68,75	70,25	70,55	71,1	70	2
	1 D	67,8	69,25	69,65	70,1	71,5	70	1

Tab. 11

		Moon White						
		2g TEOS 1g H ₂ O 60 °C						
1h	30 min	70,4	70,5	71,35	72,35	75,75	72	2
	4h	69,15	70,1	70,7	72,35	72,45	71	1
	1 D	70,55	71,7	71,8	72,2	73,1	72	1

Tab. 12

Kashmir White								
2g TEOS 1g H ₂ O 60 °C								
1h 30 min	74,4	74,5	74,95	76,55	77,95	76	2	
4h	74,3	74,35	76,3	76,65	79	76	2	
1 D	75,65	76,6	76,95	77,75	78,5	77	1	

Tab. 13

Giallo Veneziano								
2g TEOS 1g H ₂ O 60 °C								
1h	30 min	70,65	71,4	71,45	72,9	72,35	72	1
	4h	71,55	71,75	72,2	72,5	73,05	72	1
	1 D	74,2	74	75,7	75,25	76,25	75	1

RCR

Tab. 14

	0h (mm)	6h (mm)	Δ (mm)	Δ %	3days (mm)	Δ (mm)	Δ %
SDSx	5,2	6,0	0,73	13,9	6,2	1,01	19,2
SDSy	5,4	5,7	0,32	5,9	5,7	0,38	7,1
SDSxT	4,6	4,9	0,28	6,1	5,0	0,41	8,9
SDSyT	4,7	5,1	0,33	7,0	5,1	0,40	8,6

Tab. 15

	0h (mm)	6h (mm)	Δ (mm)	Δ %	3days (mm)	Δ (mm)	Δ %
SDS	2,6	2,9	0,26	9,9	3,0	0,35	13,1
SDST	2,3	2,5	0,15	6,5	2,5	0,20	8,7

Tab. 16

	0h (mmq)	6h (mmq)	Δ (mmq)	Δ %	3days (mmq)	Δ (mmq)	Δ %
SDS	989,4	1194,0	204,67	20,7	1265,3	275,91	27,9
SDST	772,8	877,1	104,37	13,5	913,6	140,78	18,2

GCR

Tab. 17

	0h (mm)	3days (mm)	Δ (mm)	Δ %
SDSx	12,60	14,17	1,57	12,5
SDSy	12,28	13,84	1,55	12,6
SDSxT	10,90	11,04	0,14	1,3
SDSyT	10,47	11,34	0,87	8,3

Tab. 18

	0h (mm)	3days (mm)	Δ (mm)	Δ %
SDS	6,22	7,00	0,78	12,6
SDST	5,34	5,60	0,25	4,7

Tab. 19

	0h (mmq)	3days (mmq)	Δ (mmq)	Δ %
SDS	5470,23	6931,72	1461,50	26,7
SDST	4034,07	4425,77	391,70	9,7