ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/235635641

Valutazione dell'efficacia di trattamenti conservativi a base di silicato di etile su pietra arenaria: il caso della cinta muraria di Castiglione di Paludi (CS)

Conference Paper · January 2011

CITATIONS
0

READS
377

6 authors, including:

Loredana Matera
Università degli Studi di Bari Aldo Moro
33 PUBLICATIONS **180** CITATIONS

SEE PROFILE

Angela Calia
Italian National Research Council
91 PUBLICATIONS **446** CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Project NDT evaluation of in situ concrete strength View project

Project NDT evaluation of historic masonries structures View project

All content following this page was uploaded by Angela Calia on 24 November 2016.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DI TRATTAMENTI CONSERVATIVI A BASE DI SILICATO DI ETILE SU PIETRA ARENARIA: IL CASO DELLA CINTA MURARIA DI CASTIGLIONE DI PALUDI (CS).

Davide Melica*, Loredana Matera, Angela Calia** Mariagrazia Dilillo***, Silvana Luppino****, Giuseppe Lanza*****, Giovanni Riccardi ********

* *Conservation Scientist*, via C. D'Angiò 31, 73043 Copertino (LE), tel. 0832 934168, *info@diagnosticarestauro.it*
** CNR-IBAM Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali, via per Monteroni, 73100 Lecce, *l.matera@ibam.cnr.it, a.calia@ibam.cnr.it*
*** Chimico, Remet s.a.s., via Scarlatti 2, 40033 Ceretolo di Casalecchio (BO), 051 758888, *laboratorio@remet.it*
**** Soprintendenza per i Beni Archeologici della Calabria, Ufficio Territoriale della Sibaritide, Sibari (CS), tel 0981 70391, *silvana.luppino@beniculturali.it*
***** Geologo, via Galeno 97, 87012 Castrovillari (CS), tel. 098126710, *moslan@inwind.it*
****** Restauratore, via Donizetti 2, 87072 Francavilla Marittima (CS), tel. 0981 994160, *impresariccardi@tiscali.it*

Abstract

L'insediamento archeologico di Castiglione di Paludi (CS), viene identificato, già dagli anni '80 del secolo scorso, come un centro fortificato brezio del IV sec. a.C., la cui cinta muraria rappresenta un importante esempio di architettura militare antica. I grossi conci rettangolari delle murature sono costituiti da un'arenaria marnosa, poco durevole, che presenta una fitta laminazione piano-parallela. L'elevata porosità di questo litotipo e la presenza di argilla al suo interno sono responsabili della sua scarsa durabilità. Il degrado, causato dalle acque meteoriche e da fenomeni di risalita capillare dal terreno, si manifesta principalmente con la disgregazione e con il distacco di porzioni di materiale in corrispondenza di superfici preferenziali; esso si è accentuato in seguito ad un precedente restauro condotto in maniera impropria e con prodotti inadeguati.
Il presente studio è finalizzato alla valutazione delle prestazioni di alcuni prodotti commerciali a base di silicato di etile, da impiegare per il consolidamento e la protezione dei materiali lapidei, attraverso la verifica del comportamento della pietra trattata e dell'assenza di effetti negativi.
Per valutare l'efficacia dei prodotti scelti per l'applicazione sulle murature, nel recente intervento conservativo, è stata effettuata una serie di prove di laboratorio (assorbimento d'acqua per capillarità, permeabilità al vapor d'acqua, assorbimento d'acqua per immersione totale, misura dell'indice di asciugamento, misura dell'angolo di contatto) che ha permesso di simulare i fenomeni di migrazione dell'acqua sia allo stato liquido sia in quello di vapore e le proprietà idrofobe della superficie. Il lavoro sperimentale è stato suddiviso in tre fasi successive: nella prima fase sono state determinate le caratteristiche di assorbimento d'acqua ed i parametri colorimetrici di provini di arenaria reperita in loco; in seguito, sugli stessi provini, sono stati applicati i prodotti ed infine sono state ripetute le prove realizzate nella fase iniziale, insieme ad alcuni test di invecchiamento artificiale.
I risultati ottenuti hanno permesso di individuare il trattamento con cui si raggiunge il giusto compromesso tra l'aumento della coesione e le proprietà idriche della pietra, risultando quindi il più efficace e allo stesso tempo il meno dannoso. Le prove si sono inoltre rivelate indispensabili per definire gli ottimali quantitativi di prodotto da applicare, che consentono di ottenere i migliori risultati.

1. Introduzione

Il sito di Castiglione di Paludi (CS), esplorato sistematicamente a partire dalla metà degli anni '50 del secolo scorso, costituisce una delle più importanti testimonianze archeologiche della presenza del popolo italico dei Brettii nella Calabria Settentrionale a partire dalla seconda metà del IV sec. a.C. (1, 2). L'abitato fortificato è caratterizzato da un'imponente cinta muraria in blocchi squadrati di arenaria, dotata di porte di accesso e torri a pianta circolare, che racchiude una vasta area in cui si conservano i resti di edifici monumentali a carattere pubblico e privato, realizzati con la stessa tecnica costruttiva (3). L'abbandono del sito si fissa entro la fine del III sec. a.C., a seguito degli esiti della Seconda Guerra Punica, sfavorevoli ai Brettii.
Il presente lavoro sperimentale si inserisce nell'ambito del progetto di restauro e recupero del sito archeologico.
La pietra costituente le strutture murarie presenta evidenti problemi di degrado legati essenzialmente a perdita di materiale, particolarmente accentuata lungo superfici preferenziali corrispondenti a strutture di laminazione; essa pertanto richiede interventi conservativi volti ad aumentarne la coesione e a realizzare una protezione nei confronti dell'acqua che rappresenta uno dei principali agenti di degrado (4). Sulla base di tali presupposti, è nata l'esigenza di valutare, in via preliminare, le prestazioni di alcuni prodotti consolidanti e idrorepellenti da applicare

sulle murature nell'intervento di restauro; sono state quindi effettuate alcune prove di laboratorio su materiale lapideo ricavato da alcuni blocchi erratici prelevati direttamente dal sito al fine di valutare l'efficacia e l'innocuità dei prodotti oggetto di sperimentazione (5, 6).

Figure 1a, 1b. Sito archeologico di Castiglione di Paludi (1a); dettaglio della laminazione della pietra (1b).

2. Parte sperimentale

2.1 Il materiale lapideo

Nel sito di Castiglione del comune di Paludi affiorano arenarie giallastre e grigie del Miocene superiore, descritte come "molasse" da Ogniben (7); si tratta di calcareniti subarcosiche passanti a calcilutiti, caratterizzate da una stratificazione indistinta nella parte basale, che diventa invece evidente nei settori sommitali della formazione. Tale stratificazione ha facilitato notevolmente l'estrazione dei blocchi per il loro utilizzo in loco.
Il materiale lapideo presenta evidenti laminazioni piano-parallele che corrispondono a superfici di distacco preferenziale, ed è dotato di modesta tenacità e di scarsa coesione a causa di un cemento calcareo e argilloso, principalmente costituito da illite e caolinite, e di una porosità prossima al 20%.

2.2 I trattamenti

I prodotti impiegati nella sperimentazione sono commercializzati dalla Ditta C.T.S. srl. di Vicenza e sono indicati per il consolidamento e la protezione di materiali da costruzione di interesse storico-artistico e monumentale; si tratta di ESTEL 1100, un consolidante a base di silicato di etile con proprietà idrorepellenti, ESTEL 1000, un consolidante a base di silicato di etile, e SILO 111, un idrorepellente a base di metiletossipolisilossano. Tali prodotti sono già stati oggetto di precedenti sperimentazioni (8, 9).
I trattamenti testati sono stati quindi due: il primo con il solo ESTEL 1100, il secondo con ESTEL 1000 e SILO 111; quest'ultimo è stato applicato 30 giorni dopo il consolidante, in due differenti quantitativi, in modo da verificare eventuali differenze nell'assorbimento d'acqua delle superfici trattate.
I trattamenti sono stati eseguiti sulla superficie dei blocchi prelevati *in situ* e su provini ricavati dagli stessi blocchi e tagliati parallelamente e perpendicolarmente ai piani di sedimentazione della roccia, in modo da valutare il comportamento della pietra in relazione alla sua anisotropia.
La scelta delle quantità di prodotto da applicare, sia per il trattamento unico con ESTEL 1100, sia per quello realizzato con applicazioni separate di ESTEL 1000 e SILO 111, è stata fatta tenendo conto della capacità di assorbimento della pietra e dello spessore di materiale superficiale degradato. La penetrazione di ESTEL 1100 e di ESTEL 1000 fino al substrato integro è stata ottenuta applicando una quantità pari a 1.75 l/m^2, che rientra nell'intervallo compreso tra 0.5 e 3 l/m^2 riportato nelle schede tecniche di entrambi i prodotti. La loro estrema fluidità, tuttavia, non ha consentito di utilizzare questo quantitativo sui provini con spessore di 1 cm, da utilizzare nelle prove di permeabilità, poiché i prodotti attraversavano l'intero spessore del provino disperdendosi sulla faccia opposta. Per tale motivo in questo caso la quantità massima applicata e è stata di 0.87 l/m^2.
Per quanto riguarda il protettivo SILO 111, la sua applicazione è stata effettuata dopo un mese da quella del consolidante. Per il ricoprimento omogeneo della superficie dei provini è stata necessaria una quantità da 0.6 a 0.8 l/m^2.
L'applicazione dei prodotti è stata eseguita a pennello.

2.3 Prove di laboratorio

Per valutare il comportamento della pietra trattata sono state eseguite le prove elencate di seguito:

1. misure colorimetriche, Normal 43/93 (10);
2. misura dell'angolo di contatto, Normal 33/89 (11);
3. assorbimento d'acqua a bassa pressione, Normal 44/93 (12);
4. assorbimento d'acqua per capillarità, UNI 10859 (13);
5. assorbimento d'acqua per immersione totale, Normal 7/81 (14);
6. misura dell'indice di asciugamento (*Drying Index*), Normal 29/88 (15);
7. permeabilità al vapor d'acqua, Normal 21/85 (16);
8. test di resistenza alla cristallizzazione dei sali, UNI EN 12370 (17).

Tutte le prove sono state eseguite su 15 provini paralleli e 15 provini perpendicolari alla stratificazione, prima e dopo l'applicazione dei prodotti (18), fatta eccezione per le prove di assorbimento d'acqua a bassa pressione e per quelle di resistenza alla cristallizzazione dei sali. Le prime sono state condotte sulla superfice dei blocchi erratici prelevati dal sito, mentre gli invecchiamenti salini sono stati realizzati su 12 provini, di cui 3 non trattati e 3 per ciascuno dei trattamenti testati.

3 Risultati

Misure colorimetriche

Per la determinazione del colore sono state eseguite 10 misure su ogni provino, mediante un colorimetro a riflettanza Chroma Meter Minolta CR 300. I risultati sono riportati in Tab.1. Le misure eseguite sia sui provini tal quali, sia su quelli trattati, hanno restituito valori del tutto analoghi delle coordinate cromatiche per quelli paralleli (//) e perpendicolari (⊥) alla stratificazione. Le minori variazioni sono state registrate per il prodotto ESTEL1100.

PROVINI NON TRATTATI			PROVINI TRATTATI		
			ΔE		
L*	a*	b*	Estel 1100	Estel 1000 + Silo (0.6 l/m^2)	Estel 1000 + Silo (0.8 l/m^2)
60.9 ⊥	2.3 ⊥	19.7 ⊥	3.8 ⊥	5.1 ⊥	4.6 ⊥
61.3 //	2.2 //	19.9 //	3.8 //	5.0 //	4.6 //

Tabella 1. Valori medi dei parametri colorimetrici.

Misura dell'angolo di contatto

I trattamenti hanno determinato un elevato grado di idrorepellenza delle superfici, testimoniato da un angolo di contatto notevolmente superiore a 100° (Tab. 2).

	Estel 1100	Estel 1000 + Silo 111 (0.6 l/m^2)	Estel 1000 + Silo 111 (0.8 l/m^2)
provini paralleli	124°	140°	142°
provini perpendicolari	139°	140°	142°

Tabella 2. Valori medi dell'angolo di contatto.

Assorbimento d'acqua a bassa pressione

I valori dell'assorbimento d'acqua della pietra nelle condizioni reali – quelle delle superfici dei blocchi erratici - sono fortemente variabili a seconda dello stato delle superfici, in particolare in relazione alla presenza di patina biologica. I più elevati assorbimenti, anche se variabili, si registrano sulle superfici esposte prive di patina biologica (S) mentre la presenza di quest'ultima (PB) comporta assorbimenti sensibilmente inferiori. Questo diverso comportamento viene annullato dai trattamenti, che portano – indipendentemente dallo stato delle superfici - a notevoli riduzioni degli assorbimenti d'acqua (figure 2a e 2b).

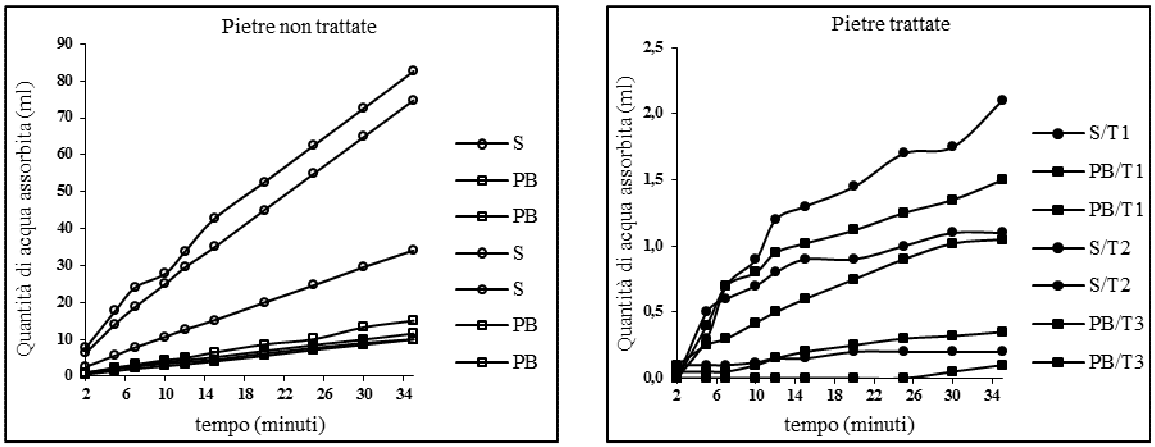

Figura 2. Curve degli assorbimenti d'acqua a bassa pressione prima e dopo i trattamenti.
Legenda: T1 = Estel 1100; T2 = Estel 1000 +Silo 111 (0.6 l/m^2);T3 = Estel 1000 +Silo 111 (0.8 l/m^2).

In Tab. 3 sono riportati i valori del grado di assorbimento (GA) registrati sulle diverse superfici prima e dopo i trattamenti, ed i valori corrispondenti del rapporto di protezione (Rp) riferiti a 35 minuti.

Trattamento	**tipo di superficie**	**GA** NT (ml/cm^2)	**GA** T (ml/cm^2)	**Rp** (%)
Estel 1100	S	6.57	0.17	97.5
Estel 1100	PB	0.83	0.01	99.0
Estel 1100	PB	1.23	0.13	89.3
Estel 1000 +Silo 111 (0.6 l/m^2)	S	2.76	0.01	99.7
Estel 1000 +Silo 111 (0.6 l/m^2)	S	6.0	0.05	99.1
Estel 1000 +Silo 111 (0.8 l/m^2)	PB	0.81	0.08	89.7
Estel 1000 +Silo 111 (0.8 l/m^2)	PB	0.93	0.03	97.2

Tabella 3. Risultati delle prove di assorbimento d'acqua a bassa pressione prima e dopo i trattamenti.

Assorbimento d'acqua per capillarità

In tab. 4 e nei grafici di fig. 3 si riportano i dati ottenuti dalla prova di capillarità sui provini paralleli e perpendicolari alle laminazioni, prima e dopo i trattamenti. Lungo le superfici perpendicolari a tali strutture sedimentarie, i provini non trattati assorbono una quantità di acqua maggiore di circa il 7% rispetto a quanto ottenuto per le superfici parallele. Tutti i provini, indipendentemente dall'orientazione delle superfici, assorbono la maggiore quantità d'acqua (83%) nei primi 5 minuti.

	PROVINI PARALLELI					PROVINI PERPENDICOLARI				
	Q_{tf}	**CA**	**IC**	**Rp** (5 min)	**Rp** (8 gg).	**Q_{tf}**	**CA**	**IC**	**Rp** (5 min)	**Rp** (8 gg.)
Provini non trattati	420.1	6.0	0.9	-	-	452.7	6.5	0.9	-	-
Estel 1100	51.1	0.32	0.73	99.0	88.2	94.8	0.40	0.7	98.1	79.0
Estel 1000 +Silo 111 (0.6 l/m^2)	59.6	0.21	0.72	99.2	85.6	69.5	0.34	0.76	97.7	84.8
Estel 1000 +Silo 111 (0.8 l/m^2)	52.7	0.18	0.68	99.1	87.7	70.3	0.27	0.72	98.8	84.3

Tabella 4. Risultati della prova di assorbimento d'acqua per capillarità, prima e dopo i trattamenti.
Legenda: Q_{tf} = quantità d'acqua assorbita per unità di superficie al tempo finale (mg/cm^2); CA = coefficiente di assorbimento capillare (mg/cm^2*√s); IC= indice di assorbimento; Rp = rapporto di protezione (%).

Il trattamento con ESTEL 1000 e SILO 111 comporta una riduzione d'acqua assorbita che è indipendente dalle due diverse quantità di idrorepellente applicato, pari mediamente a 87%, sia nei provini paralleli sia in quelli perpendicolari alle laminazioni.
Il trattamento con ESTEL 1100 determina una riduzione dell'assorbimento maggiore nei provini paralleli (88%) rispetto a quelli perpendicolari (79%).
Relativamente al rapporto di protezione capillare (Rp), si osserva che esso è massimo a 5 minuti e diminuisce nel corso della prova.

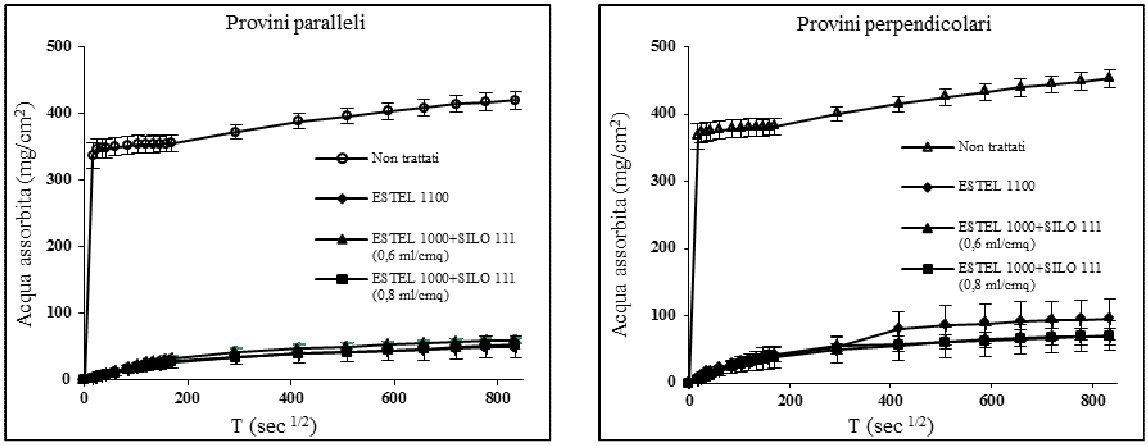

Figura 3. Curve degli assorbimenti d'acqua per capillarità, prima e dopo i trattamenti.

Assorbimento d'acqua per immersione totale

Dalle prove di assorbimento d'acqua per immersione totale (Fig. 4) risulta che al termine della prova, ossia dopo 8 giorni, i provini tal quali assorbono una quantità totale d'acqua pari all'10% in peso, con la maggiore parte dell'assorbimento (8.8%) nei primi 5 minuti di immersione.
I trattamenti rallentano fortemente l'assorbimento che, alla fine della prova, è di circa 5.5% per i provini trattati con ESTEL 1100 risultando leggermente superiore a quello dei provini trattati con ESTEL 1000 e SILO 111, pari circa al 4.5%. Questi ultimi provini non risentono della diversa quantità di protettivo applicata.
La saturazione, necessaria per la successiva prova di evaporazione, è stata raggiunta dopo 18 giorni per i provini non trattati e dopo 23 giorni per quelli trattati con ESTEL 1100; in entrambi i casi sono state raggiunte percentuali di assorbimento pari a 11%. I provini trattati con ESTEL 1000 e SILO 111 raggiungono la saturazione dopo 29 giorni, con una percentuale di acqua assorbita di 11.5%.

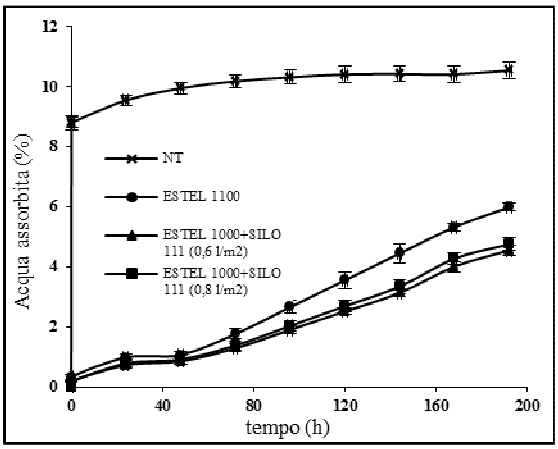

Figura 4. Curve degli assorbimenti d'acqua per immersione totale prima e dopo i trattamenti.

Evaporazione d'acqua e misura dell'indice di asciugamento (*Drying Index*)

In figura 5 sono riportate le curve di evaporazione d'acqua ottenute prima e dopo i trattamenti. I provini non trattati perdono il 90% di acqua, con un tasso di evaporazione costante, in un intervallo di 15 giorni, e il restante contenuto d'acqua nei successivi 3 giorni. Nei provini trattati con ESTEL 1100 l'evaporazione segue un

andamento abbastanza simile a questo e si conclude dopo 23 giorni; questi provini rilasciano infatti il 90% di acqua dopo 17 giorni. I provini trattati con ESTEL 1000 e SILO 111 mostrano un rilascio di acqua molto più lento rispetto ai due casi precedenti, indipendente dalle due diverse quantità di SILO 111 applicate. Il 90% di acqua evaporata si registra dopo 22 giorni e l'acqua residua viene allontanata dopo altri 7 giorni. Questi andamenti trovano corrispondenza nei diversi valori dell' indice di asciugamento (IA) riportati in tabella 6.

Provini non trattati	Estel 1100	Estel 1000 + Silo 111 (0.6 l/m^2)	Estel 1000 + Silo 111 (0.8 l/m^2)
0.41	0.44	0.63	0.62

Tabella 6. Valori medi del *drying index* per i provini non trattati e trattati.

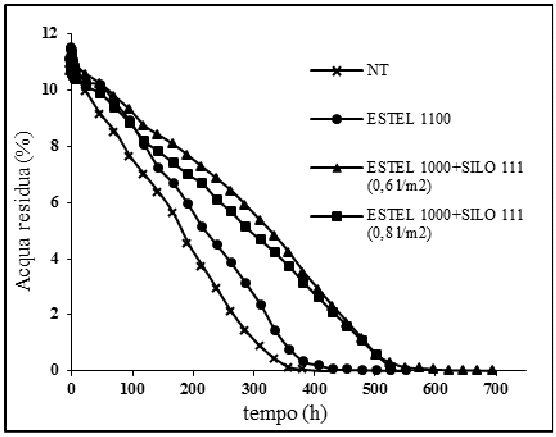

Figura 5. Curve di evaporazione d'acqua prima (NT) e dopo i trattamenti.

Permeabilità al vapor d'acqua

Dalla prova di permeabilità al vapor d'acqua (Tab. 5) risulta che per i provini non trattati, nella direzione parallela alla stratificazione, la permeabilità al vapore è inferiore di circa il 20% rispetto a quella determinata nella direzione perpendicolare.
I provini trattati con il solo ESTEL 1100 presentano una permeabilità al vapore sostanzialmente invariata rispetto agli stessi provini non trattati. Quelli trattati con ESTEL 1000 e SILO 111 subiscono invece una diversa diminuzione della permeabilità, in funzione del quantitativo di SILO 111 applicato. In particolare in quelli paralleli alle laminazioni, tale diminuzione è di 8% e 11%, rispettivamente per il minore ed il maggiore contenuto di protettivo. In quelli perpendicolari la riduzione è maggiore (16-18%) ma risulta pressocchè indipendente dalla quantità di SILO 111.

	PROVINI NON TRATTATI	PROVINI TRATTATI		
		Estel 1000 + Silo 111 (0.6 l/m^2)	Estel 1000 + Silo 111 (0.8 l/m^2)	Estel 1100
Provini PARALLELI	573.07 ± 39.53	526.2 ± 50.69	510.0 ± 25.40	574.22 ± 84.07
Variazione della permeabilità al vapore		-8%	-11%	+0.2%
Provini PERPENDICOLARI	722.60 ± 39.25	607.7 ±75.34	594.4 ± 72.36	724.04 ± 60.46
Variazione della permeabilità al vapore		-16%	-18%	+0.2%

Tabella 5: Risultati della prova di permeabilità al vapore.

Test di resistenza alla cristallizzazione dei sali

Già a partire dal 3° ciclo i provini non trattati hanno mostrato una significativa perdita di materiale soprattutto in corrispondenza degli spigoli, seguita dalla rottura lungo i piani di sedimentazione al 5° ciclo, dopo il quale la prova si è conclusa. I provini trattati con il solo ESTEL 1100 hanno subito, a partire dal 4° ciclo, un progressivo

deterioramento superficiale con sviluppo di efflorescenze saline e perdita di scaglie di pietra dalle superfici, con un evidente arrotondamento della forma.
I provini trattati con ESTEL 1000 e SILO 111 non hanno mostrato evidenti segni di degrado durante i primi cinque cicli mentre nel corso del 6° ciclo sono stati osservati rigonfiamenti delle superfici e fessurazioni parallele alle facce. Tali fessurazioni hanno provocato il distacco di porzioni delle stesse facce per uno spessore di circa 5 mm e 2-2.5 mm, rispettivamente per il trattamento con maggiore e minore quantitativo di idrorepellente (Fig. 5).
Per tutti i provini trattati la prova si è conclusa al 9° ciclo.

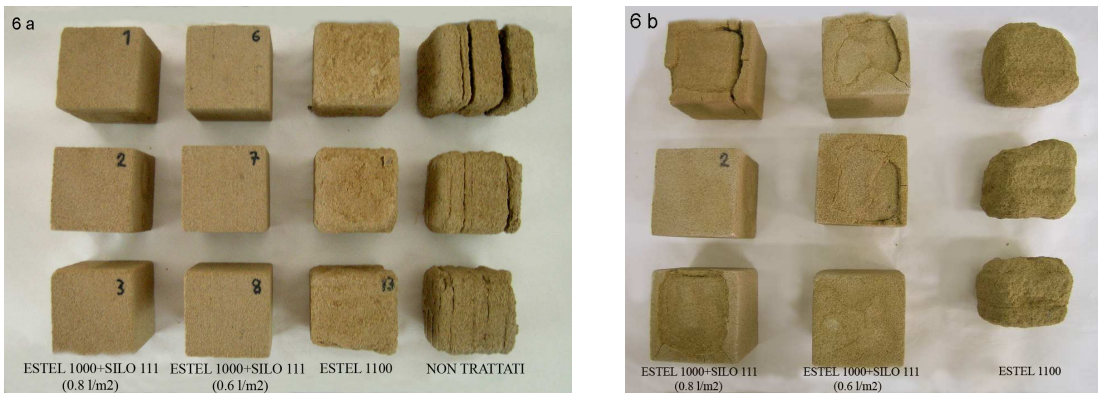

Figura 6. Dettaglio del degrado provocato dalla cristallizzazione dei sali dopo il 5° (6a) ed il 9° ciclo (6b).

4 Discussione

Le prove effettuate sul materiale lapideo, allo scopo di verificare gli esiti dell'applicazione di prodotti da utilizzare per gli interventi di consolidamento e di protezione superficiale, hanno dimostrato che con il prodotto ESTEL 1100 si ottengono i migliori risultati in termini di efficacia e di innocuità.
Entrambi i trattamenti conferiscono una buona idrorepellenza alle superfici lapidee e comportano una riduzione notevole degli assorbimenti d'acqua, per capillarità e per immersione, ma il prodotto ESTEL 1100, rispetto a ESTEL 1000 associato a SILO 111, comporta minori alterazioni cromatiche, una minima variazione della cinetica di evaporazione dell'acqua e della permeabilità al vapore rispetto alla pietra non trattata. Inoltre dai test di invecchiamento salino risulta che ESTEL 1100 aumenta la durabilità del materiale lapideo, mentre il trattamento con l'ESTEL 1000 associato al SILO111 induce nella pietra il distacco di porzioni superficiali. Questo fenomeno sembra essere riconducibile ad un effetto barriera indotto dal trattamento e dovuto ad un accumulo dei prodotti all'interno di queste porzioni superficiali; in particolare il loro diverso spessore, maggiore nei provini trattati con una maggiore quantità di SILO 111, fa ipotizzare che si tratti di un accumulo di protettivo. Tale accumulo comporterebbe, pertanto, una variazione della microstruttura del materiale, come testimoniato anche dalla minore permeabilità al vapore e dalla più lenta evaporazione dell'acqua registrate per la pietra trattata con entrambi i prodotti.

5. Conclusioni

L'adozione di un trattamento conservativo sui manufatti del patrimonio storico-architettonico ed archeologico è un'operazione complessa che necessita di verifiche preliminari in relazione sia ai prodotti da utilizzare sia ai materiali da trattare. Gli esiti dei trattamenti non sono infatti legati alle sole caratteristiche dei prodotti ma anche a quelle dei materiali su cui si applicano.
La sperimentazione preventiva in laboratorio, nonostante i limiti rispetto al comportamento dei materiali lapidei nelle condizioni reali, consente di scegliere i prodotti e le relative quantità da applicare sulla base della loro efficacia ed innocuità, attraverso lo studio delle variazioni delle proprietà cromatiche, idriche e di durabilità.
Lo studio qui illustrato, riguardante l'arenaria di Castiglione di Paludi, dimostra come sia possibile evidenziare criticità altrimenti non rilevabili, mediante test di durabilità associati alla conoscenza delle caratteristiche dei materiali e dei diversi trattamenti. In questo caso, l'utilizzo di materiale lapideo proveniente dallo stesso sito archeologico piuttosto che di materiale di cava, ha inoltre permesso di condurre la sperimentazione sulla pietra nel suo reale stato di conservazione.

Bibliografia

1. Luppino S., Paoletti M., "*Il centro fortificato di Castiglione di Paludi*", Castrovillari 2007.
2. Novellis D. "*Nuovi dati sulla scoperta del centro fortificato di Castiglione di Paludi*", in "*Verso la città. Forme insediative in Lucania e nel mondo italico fra IV e III sec.a.C.*", Atti delle giornate di studio (Venosa 2006), pp. 257-275, Venosa 2009.
3. Luppino S. "P*aludi. Archeologia. La situazione topografica. Il sistema difensivo. L'area all'interno della cinta muraria*", in "*La Sila Greca. Guida turistica generale della Comunità Montana Sila Greca*", Catanzaro 1987, pp.168-175.
4. Calia A., Mecchi A. M., Quarta G., Rossi Doria P., Toma A., "*Le pietre naturali da conservazione in Puglia. Il "Carparo": impiego e conservazione*", In "*Atti Congresso Internazionale Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin*", 1995a Catania, pp. 885-891.
5. Appolonia L., Fassina V., Matteoli U., Mecchi A.M., Nugari M.P., Pinna D., Peruzzi R., Salvadori O., Santamaria U., Scala A and Tiano P. "*Methodology for the evaluation of protective products for stone materials. Part II: experimental tests on treated samples*" – International Colloqium Methods of evaluating products for the conservation of porous building materials in monuments, Rome 19/21 June 1995, pp. 301-316.
6. Glisenti A., Biscontin B., Viscardi A.., "*Valutazione di protettivi all'acqua ed in solvente per superfici lapidee*", In Atti del Convegno Internazionale "*Le pietre nell'Architettura: struttura e superfici*", Bressanone, 1991, pp. 473-484.
7. Ogniben L., "*Le Argille Scagliose e i sedimenti messiniani a sinistra del Trionto (Rossano, Cosenza)*". In "*Geologica Romana*", 1962, vol. I pp. 255-282.
8. Alessandrini G., Aprile A., Mecchi A. M., Peruzzi R., Rossi Doria P., Santamaria U., Vigliano G. "*La calcarenite di Noto e la sua conservazione: verifica di prodotti consolidanti*", Proceedings 1st International Congress on Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean basin, 1995, vol. 2, pp. 991-997.
9. Alvarez de Buergo Ballester M. and Fort González Basic R., "*Methodology for the assessment and selection of water-repellent treatments applied on carbonatic materials*", Progress in Organic Coatings 43, 2001, 258–266.
10. Raccomandazione NorMaL 44/93 – "*Misure colorimetriche di superfici opache"* , C.N.R - I.C.R., Roma, 1993.
11. Raccomandazione NorMaL 33/89 – "*Misura dell'angolo di contatto"*, C.N.R - I.C.R., Roma, 1989.
12. Raccomandazione NorMaL 43/93 – "*Assorbimento d'acqua a bassa pressione"* , C.N.R - I.C.R., Roma, 1993.
13. Normativa UNI 10859/2000 - "*Beni culturali, Materiali lapidei naturali ed artificiali, Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità"*, UNI, Milano, 2000.
14. Raccomandazione NorMaL 7/81 – "*Assorbimento d'acqua per immersione totale – capacità di imbibizione"* , C.N.R - I.C.R, Roma, 1981.
15. Raccomandazione NorMaL 29/88 – "*Misura dell'indice di asciugamento (DRYING INDEX)"*, C.N.R - I.C.R., Roma, 1988.
16. Raccomandazione NorMaL 21/85 – "*Permeabilità al vapor d'acqua"*, C.N.R - I.C.R., Roma, 1985.
17. Normativa UNI 12370/2001 - "*Beni culturali, Metodi di prova per pietre naturali, Determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei sali"*, UNI, Milano, 2001.
18. Normativa UNI 10921/2001 - "*Beni culturali, Materiali lapidei naturali ed artificiali, Prodotti idrorepellenti, Applicazione su provini e determinazione in laboratorio delle loro caratteristiche"*, UNI, Milano, 2001.

View publication stats