



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DICEA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura



CHIESE E CAMPANILI





UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DICEA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura

AhRCOS[®]

RESTAURO e CONSOLIDAMENTO

Gruppo Battaglia since 1965

Tradizione del restauro, tecnologie innovative per la CONSERVAZIONE,
il miglioramento, il CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE
e architettonico del patrimonio edilizio e di quello storico-artistico-monumentale

Architectural Heritage Restoration and COnsolidation for Structural safety

INDICE

06 | VULNERABILITÀ DELLE CHIESE

FOCUS

- 08 | Applicazione di rinforzi in lamine di carbonio
- 09 | Getto di ancoraggio di lamine
- 10 | Messa in opera di controventature
- 11 | Messa in opera di piastre tipo resistop per ancoraggio e pretensionatura

13 | CEDIMENTO DEI SOFFITTI

FOCUS

- 16 | Iniezione e reincollaggio di porzioni distaccate
- 17 | Ricostruzione modanature e cornici

18 | CONSOLIDAMENTO DI LESIONI, ADEGUAMENTO SISMICO, CONSOLIDAMENTO DI ARCHI, VOLTE, FACCIATE E STRUTTURE MURARIE

20 | LE OPERE DI RESTAURO

FOCUS

- 21 | Deumidificazione di pareti
- 22 | Taglio chimico ed isolamento di pareti umide
- 23 | Restauro e trattamento consolidante di cornici e decori
- 24 | Restauro e stuccatura a calce antica di muratura in mattoni faccia vista
- 25 | Restauro e stuccatura a calce antica di muratura in mattoni faccia vista
- 26 | Placcaggio delle murature con sgr e matrice a base calce
- 27 | Sistema di ancoraggio su pareti d'angolo e murature di spina
- 28 | Cucitura di lesioni
- 29 | Riprese di muratura
- 30 | Consolidamento murario e realizzazione di cerchiatura pretensionata con tessuti in srg per il miglioramento strutturale di muratura mista
- 32 | Ricostruzione modanature e cornici
- 33 | Riprese di tinteggiatura a calce
- 34 | Consolidamento generalizzato in profondità

VULNERABILITÀ DELLE CHIESE

Si è detto come il comportamento sismico del costruito storico possa essere dedotto con un'approfondita osservazione dei danni, inoltre si è osservato come la fondamentale fase di rilievo sul campo abbia una valenza meccanica in quanto c'è la necessità che vengano individuati i corretti meccanismi di collasso. Le chiese, più di altre tipologie, mostrano l'assenza di un comportamento scatolare e il conseguente verificarsi di collassi parziali.

Infatti, pur nella varietà delle tecniche costruttive, delle dimensioni e delle forme con cui si presentano chiese d'epoche e rilevanza differente, la fabbrica è di solito costituita da una facciata, da un ampio corpo centrale a una o più navate, un presbiterio e un'abside. A questi elementi si possono aggiungere il transetto, le cappelle laterali e la cupola, inoltre spesso è presente un campanile o una vela. A

questa classificazione corrisponde un comportamento strutturale in gran parte autonomo.

Nelle chiese sono presenti pannelli murari di grande estensione, la cui caratteristica è di essere scarsamente collegati: per le pareti laterali le uniche connessioni trasversali sono rappresentate dalla facciata, dalle pareti di fondo ed eventualmente da archi di irrigidimento intermedi, che individuano le campate. Oltre all'assenza di muri di spina interni, ad eccezione di colonne e di archi, nelle chiese a più navate, mancano anche gli orizzontamenti intermedi o nel migliore dei casi è presente una volta.

I numerosi lavori eseguiti sulle chiese hanno condotto ad individuare i macroelementi necessari per un'analisi qualitativa della risposta sismica di queste particolari strutture: la facciata, l'arco trionfale, le pareti laterali, l'abside, le cappelle laterali e il cam-

panile. Per ciascun macroelemento vanno considerate le diverse tipologie e quindi, per ciascuna tipologia devono essere riconosciuti e analizzati i possibili meccanismi di collasso.

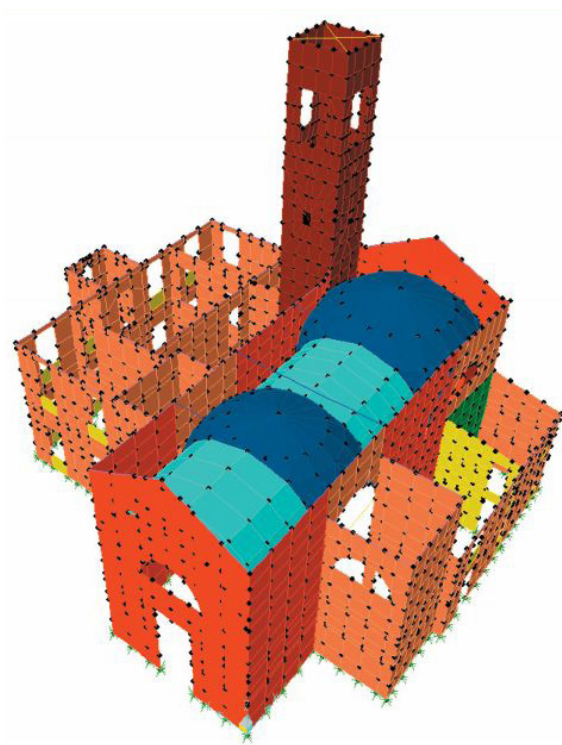


FOTO 4.1

“IL NOSTRO IMPEGNO”

AhRCOS® è un'azienda altamente specializzata nel restauro e consolidamento di edifici di culto. I nostri costi concorrenziali uniti ad elevata tecnologia riscontrano un grande successo in qualsiasi campo del restauro conservativo. L'obiettivo principale della nostra azienda è dimostrare che il restauro va eseguito con le migliori tecnologie avanzate e con una perfetta conoscenza delle tecniche del passato, permettendoci di ottenere sempre il massimo risultato. L'opera viene rispettata in tutte le sue sfaccettature artistiche, storiche, strutturali e a seguito del nostro intervento essa acquisterà nuovamente la reale lucentezza, nobiltà e prestigio originale. L'attenzione costante, l'impegno sempre maggiore e l'esperienza acquisita ci pongono come punto di riferimento per il restauro di Chiese e Campanili. AhRCOS® opera sui campanili da più di venti anni ed ha sempre dimostrato di impiegare grande competitività e professionalità in ogni operazione specifica. Siamo in grado di raggiungere in pochi minuti, quote superiori a 50 metri con le proprie piattaforme aeree e un giorno o due per raggiungere quote fino a 100 metri con i ponteggi elettrici autosollevanti.



FOTO 4.2-4.3-4.4

FOCUS:

Applicazione di rinforzi in lamine di carbonio

Sulla superficie in muratura precedentemente risanata e livellata applicazione di primer a base di resina sintetica bicomponente in dispersione acquosa con un consumo minimo di $0,3 \text{ kg/m}^2$. Il primer avrà la duplice funzione di consolidante per il supporto e di prepararlo alle successive lavorazioni. Applicazione a spatola di adesivo tixotropico in resine a base epossidica a due componenti esente da solventi, formu-



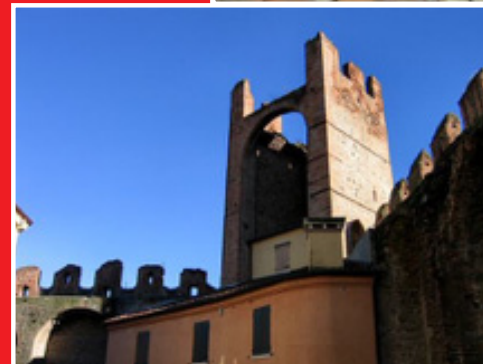
lato quale adesivo bicomponente strutturale per il placcaggio di rinforzi in tessuti di carbonio, vetro, aramidico e similari, tipo "AhRCOS® FLK semifluido" spatolabile, presentante un'eccellente adesione a svariati supporti come calcestruzzo, mattoni, pietra, legno e acciaio, utilizzabile sia come malta di livellamento che come adesivo strutturale nei consolidamenti con tessuti, ideale per incollaggi strutturali ad alta resistenza, rinforzi strutturali di volte, murature, opere in c.a. mediante l'impiego con

sistemi compositi, in grado di garantire un'elevata adesione al supporto, permette la posa in modo ottimale eliminando la formazione di pericolose bolle d'aria e con caratteristiche tecniche di Resistenza a compressione ASTM D 695-02a a 7 giorni $> 56 \text{ MPa}$, Resistenza a flessione ASTM D 790 a 7 giorni $> 18 \text{ MPa}$, Adesione al calcestruzzo $> 2,07 \text{ MPa}$ o rottura del supporto. Posa su fresco di lamine in materiale composito a matrice polimerica

con inclusione di fibre di carbonio tipo "AhRCOS® Plate 150x1.2", su disegno unico con tessuto Tenax Fiber GmbH Wuppertal Germany o Grafil Pyrofil™ Sacramento U.S.A. con un lato lucido ed uno munito di peel ply per aumentarne e migliorarne ancora l'aderenza (fornitura su specifica AhRCOS®) di larghezza mm. 150 (larghezza 100 per il tipo 3) spessore mm. 1,20 e caratteristiche di carico di rottura a trazione $> 3000 \text{ MPa}$, modulo elastico a trazione $> 170 \text{ GPa}$, allungamento a rottura = 2%. Il sistema di rinforzo sarà in C-FRP e speciali profili atto ad incrementare la capacità resistente, classificato APPLICAZIONE TIPO A così come definito dalle linee guida CNR D.T. 200/2004. Prove sui compositi per il controllo delle caratteristiche me-

caniche e dei coefficienti riduttivi (Co-KIT) obbligatorie da realizzarsi in corso d'opera e a fine lavori onde controllare la validità dei rinforzi e la qualità della

posa. Prova di carico su un elemento tipo per il controllo del trasferimento delle sollecitazioni; Ove la temperatura esterna fosse inferiore ai 15 gradi centigradi dovrà predisporre apposito sistema a raggi infrarossi per l'innalzamento della temperatura dei compositi in CFRP durante le prime 10 ore di polimerizzazione.



FOCUS:

Getto di ancoraggio di lamine



Realizzazione di carpenteria in legno removibile o a perdere, messa in opera all' interno della sommità della cella campanaria nelle zone di ancoraggio delle lamine, debitamente sigillata sul perimetro e nelle zone di giunzione, al fine di evitare fuoriuscita di materiali altamente colabili. Realizzazione dall' esterno di perfori di iniezione, in numero sufficiente ad eseguire l'opera e monitorare l'ingresso dei materiali da iniezione, mediante perforatori a rotazione senza percussione a corona diamantata, compresi tutti gli oneri per la messa in opera delle apparecchiature, il loro utilizzo e consumo, la rimozione degli strumenti ad opera compiuta.



Esecuzione controllata di iniezioni in perfori, completamente a mano con bassa pressione per l'in-

serimento miscela da iniezione costituita da boiaccia idraulica espansiva ad alta resistenza tipo "Betonfix 200" non contenente cloruri, né particelle ferrose, né agenti aggressivi che possano provocare il degrado delle armature e delle attrezzature metalliche, in grado di raggiungere elevate resistenze meccaniche sia alle brevi che alle lunghe stagionature, con notevole fluidità, in grado di penetrare facilmente in spazi anche molto piccoli, con elevato potere adesivo sia al calcestruzzo che al ferro, conforme alla normativa UNI 8147, utilizzabile per per il riempimento rigido di giunti strutturali, per l'iniezione in guaine di



contenimento cavi post-tesi, per il bloccaggio di tiranti e di armature metalliche (sia in muratura che in roccia), per ancoraggi, per la rigenerazione ed il consolidamento di murature miste soggette a schiacciamento, con caratteristiche di resistenza a compressione UNI EN 12190 a 28 gg > 81 MPa; resistenza a flessione UNI EN 12190 28 gg > 5,5 MPa, modulo elastico secante a compressione UNI 6556 23000 ± 1000 MPa. Operazione da eseguirsi in fasi e passaggio multipli su tutte le superfici dopo attento ed accurato sondaggio. Microgetto di betoncino strutturale per il bloccaggio delle lamine.



FOCUS:

Messa in opera di controventature

Esecuzione di perfori di fissaggio di diametro mm. 26 per l'apposizione di tirantature, verticali ed orizzontali, mediante perforatori a rotazione senza percussione a corona diamantata. Profonda pulizia degli stessi con aria in pressione al fine di rimuovere tutti i detriti presenti ed ottenere superfici interne ai fori sane e pulite per un perfetto aggrappo della resina. Fornitura e posa in opera di barre in acciaio zincato a caldo per controventature, di diametro mm 20, installati sulle pareti d'ambito, debitamente lavorati come da progetto strutturale e filettati, compreso gli oneri per la ferramenta a corredo costituita da canotti, teste a coda di rondine, tenditori, piastroni, chiavi da muro, giunti flangiati, occhiali, bulloni, elettrodi, ecc., data in opera bullonata o saldata

e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Inghisaggio dei fermi all'interno delle fonometrie precedentemente praticate mediante intasamento. Posa in opera di iniettori e colaggio di resine bicomponenti epossidiche fluide tipo "Kimitech EP-IS" o "Betonfix 200" appositamente formulate, con elevatissime caratteristiche meccaniche ed

ottima adesione strutturale a calcestruzzo, acciaio e muratura ed ogni tipo di malta, con possibilità di variare la reologia del prodotto introducendo aggregati silicei di opportuna granulometria, con perfetta protezione dei ferri e resistenza a qualsiasi atmosfera per il consolidamento e solidarizzazione delle zone di ancoraggio.



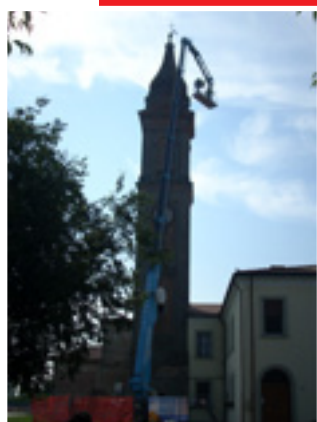
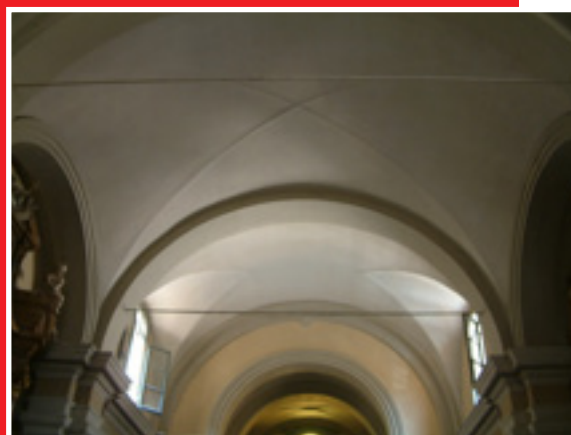
FOCUS:

Messa in opera di piastre tipo resistop per ancoraggio e pretensionatura

Esecuzione di perfori di fissaggio di giusto diametro per l'apposizione di piastre tipo "AhRCOS Resistop" e tirantature, verticali ed orizzontali, mediante perforatori a rotazione senza percussione a corona diamantata, compresi tutti gli oneri per la messa in opera delle apparecchiature, il loro utilizzo e consumo, la rimozione degli strumenti ad opera compiuta. Profonda pulizia degli stessi con aria in pressione al fine di rimuovere tutti i detriti presenti ed ottenere superfici interne ai fori sane e pulite per un perfetto aggrappo della resina.

Inghisaggio dei fermi all'interno delle fonometrie precedentemente praticate mediante intasamento ancorante chimico bicomponente tixotropico tipo "Kimitech F3" a base di resine poliesteri per una presa rapida e forte

tenuta su tutti gli elementi da costruzione. Fornitura e posa in opera di piastre in acciaio tipo "Resistop" di spessore 15 mm, debitamente sagomata e munita delle apposite nervature e profilature di ancoraggio, in gradi di fissare e pretensionare compositi in acciaio e lamine in carbonio senza danneggiare le stesse e senza rischiare lesioni accidentarie agli appoggi, il tutto in opera complete di filettatura all'estremità, anche a vite destra e sinistra, pezzi speciali, tensionatore, bulloneria, compresa la eventuale guaina di protezione dei tiranti stessi, il tensionamento secondo indicazione della D.L., la sigillatura, la riparazione delle parti smosse. Posa in opera di iniettori e collaggio di resine bicomponenti epossidiche fluide tipo "Kimitech EP-IS" o "Betonfix 200" appositamente formulate, con elevatissime caratteristiche meccaniche ed ottima adesione strutturale a calcestruzzo, acciaio e muratura ed ogni tipo di malta, con possibilità di variare la reologia del prodotto introducendo aggregati silicei di opportuna granulometria, con perfetta protezione dei ferri e resistenza a qualsiasi atmosfera per il consolidamento e solidarizzazione delle zone di ancoraggio. Operazione da eseguirsi in fasi e passaggi multipli.



Operando nel settore del restauro e risanamento di edifici sacri, AhRCOS® interviene innanzitutto con l'indagine e la diagnostica delle problematiche, servendosi esclusivamente di analisi di laboratorio. Un laboratorio di analisi con strumenti adeguati e con le migliori tecnologie operative, è un bagaglio indispensabile per una struttura che si impegna e pretende di risolvere le problematiche più difficili e sconosciute nell'ambito del restauro conservativo, adottando soluzioni raffinate.

Solo dopo aver ottenuto completa conoscenza dei fatti, si potranno studiare le più raffinate metodologie ope-

ratrice, attraverso le quali intervenire in modo da poter garantire l'opera di risanamento ancor prima di iniziare l'intervento: se si conosce puntualmente la causa, si può proporre la giusta soluzione senza la minima incertezza.

Con strumenti non distruttivi si eseguono analisi termografiche ad infrarosso, prove ultrasoniche, registrazione dell'umidità statica, punto di condensa, temperatura effettiva, mappatura del distacco di intonaci, calibrazioni delle deformazioni dei soffitti, studio e verifica dell'equilibrio statico degli elementi portanti, studio e verifica del comportamento



AhRCOS® potrà su richiesta formulare un Piano di Intervento Progettuale con tutta la necessaria documentazione tecnica a corredo, indispensabile per gli enti di tutela e la sovrintendenza di zona, al fine di dimostrare di aver preso conoscenza delle condizioni reali e di essere in grado di intervenire con le tecnologie più aggiornate, convenienti e naturalmente

riconosciute dall'Istituto Centrale per il Restauro, nella soluzione delle varie problematiche presenti e soprattutto nel pieno rispetto dell'opera monumentale. I tecnici di AhRCOS® si occuperanno del progetto su tutti i fronti, sgravando la Committenza da qualsiasi incombenza; su richiesta verranno curate le pratiche necessarie ad ottenere le

strutturale a sollecitazioni dinamiche (vibrazioni) della cella campanaria, analisi chimico-fisica di laboratorio di tutti i materiali presenti e componenti dell'edificio sacro, studio e verifica dello stato di manutenzione e conservazione delle strutture ed opere d'arte presenti. Con i dati ricavati si riesce a produrre una serie di mappe che identificano le reali condizioni della chiesa o del campanile oggetto di restauro.



autorizzazioni presso la Soprintendenza regionale ed eventuali richieste di finanziamenti previsti, approntando tutta la documentazione del caso e seguendo direttamente tutto l'iter.

AhRCOS® fornisce un pacchetto conoscitivo gratuito con una reale mappatura della chiesa e delle sue condizioni effettive allegato al preventivo, con il quale la Parrocchia potrà decidere se affidarci l'appalto del restauro.

CEDIMENTO DEI SOFFITTI

In molte chiese costruite tra il 1500 e il 1800 sono presenti volte leggere, dette anche volte in “camorcanna” o “in cannucciato”.

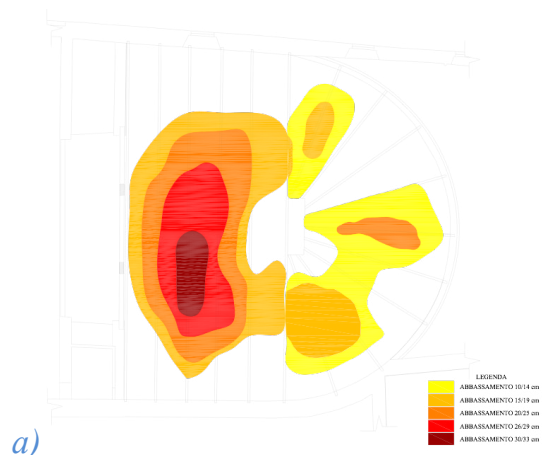
Tali volte, molto diffuse grazie alla loro economicità e facilità di realizzazione, sono spesso decorate con affreschi e stucchi di pregio, che conferiscono loro valore, storico, artistico e architettonico.

La tipologia costruttiva delle volte ad incannucciato presente molto spesso nelle chiese, riproduce e amplia le forme proprie tipiche delle volte in muratura. Le volte in camorcanna sono poste frequentemente a separazione di ambienti con caratteristiche termoigrometriche molto differenti, l'ambiente indoor riscaldato e il sottotetto privo di riscaldamento.

In molti casi il vapore prodotto all'interno dell'ambiente tende a migrare attraverso le strutture e a condensare sulle pareti più fredde, quindi all'intradosso delle volte stesse. Tali accumuli d'acqua possono dar luogo in una prima fase a processi di “scurimento” delle porzioni di volta comprese fra l'intelaiatura lignea e in una fase successiva a processi di degrado più consistenti, dove l'accumulo igroscopico si estende nel tempo.

Il nostro compito, qualunque siano le dimensioni del soffitto da sistemare, è di garantire la miglior qualità di conservazione e la massima sicurezza del soffitto stesso, perché questo non possa diventare un pericolo per le persone presenti nella chiesa quando esso inizia il processo di distacco meccanico dal supporto.

AhRCOS® è in grado di verificare immediatamente qualsiasi tipo di soffitto intonacato e di capire se vi siano delle problematiche reali oppure se le strutture oggetto di indagine ed analisi si trovino in ottime condizioni. In molti casi il distacco degli intonaci è occulto e risulta opportuno non aspettare che parte del soffitto sia a terra per intervenire con un'indagine conoscitiva della reale condizione del manufatto. Inoltre, poiché le lesioni del soffitto potrebbero non essere visibili da basso, è assolutamente necessario non fermarsi ad un esame visivo e si rende indispensabile un sopralluogo tecnico specialistico con successiva certificazione, per capire se il soffitto esaminato rappresenta o no un pericolo, sia per la sicurezza dei fedeli che per la salvaguardia del patrimonio artistico e culturale.



a)

E' possibile valutare le variazioni di forma delle volte, con gli abbassamenti di ogni porzione (a), e il quadro fessurativo attraverso i quali è possibile interpretare il comportamento meccanico delle strutture e nello specifico i dissesti statici che la struttura ha subito (b).



Per tarare l'intervento di messa in sicurezza degli affreschi e stucchi intradossali è spesso utile valutare lo stato di adesione e rilevare la presenza di distacchi dell'intonaco dallo stuoiato o dello stuoiato dalle sovrastanti strutture lignee. A tal fine è possibile far riferimento a indagini non distruttive come termografia e vibrometria laser.

Prove stratigrafiche

Le prove stratigrafiche vengono eseguite su strutture esistenti al fine di valutare gli apparati decorativi ed estremamente utili per la ricostruzione delle principali fasi di trasformazione.

Le prove stratigrafiche preliminari sono realizzate tramite azione meccanica, mediante l'uso del bisturi, sui tasselli precedentemente selezionati al fine di valutare i punti più ricchi di informazioni e definire, in linea di massima, il numero di strati presenti. In via generale l'intervento è eseguito a bisturi attraverso una graduale delaminazione degli strati pellicolari, laddove però la pellicola pittorica si presenta particolarmente tenace per l'irrigidimento del film pittorico dovuto all'utilizzo, nel corso di precedenti restauri, di sostanze protettive o consolidanti, si valuterà l'ipotesi di utilizzare apparecchiature di supporto (ablatori ad ultrasuoni) o solventi specifici. Durante questa operazione, considerato il livello conservativo della pellicola pittorica che in taluni punti si presenta decoesa e

in fase di stacco, occorre procedere lentamente al fine di non danneggiare situazioni sottostanti sconosciute, in modo tale da potere individuare strati e coloriture distinti esistenti anche nello spessore di pochi micron. Una volta definito, il tassello viene ripulito a secco (dove non controindicato dallo stato di conservazione della superficie) e attraverso la sua lettura sarà possibile individuare la successione degli strati e le cromie ad essi corri-

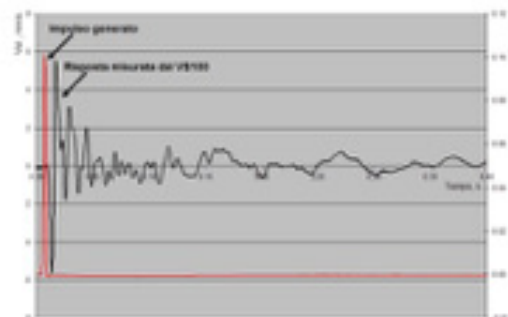


spondenti. Ogni coloritura rintracciata su pareti, volte o direttamente sugli elementi plastici sarà indicata, dalla più antica alla più recente, con numeri crescenti progressivi. Tutte le fasi della campagna stratigrafica saranno documentate graficamente e fotograficamente tramite schede di supporto e fotografie eseguite in condizioni di luce incidente e laddove necessario radente. Per ogni tassello sarà eseguita una fotografia ravvicinata che

permetta di individuare la progressione degli strati, gli elementi di identificazione e la scheda di riferimento con documentazione grafica degli strati emersi mediante diagramma stratigrafico per la rappresentazione dei saggi con i relativi strati e colori reali (in base alla codificazione NCS del Natural Colour System), tavole sui risultati dell'indagine stratigrafica (limitate ai lati interessati dall'analisi), relazione tecnica sui risultati dell'indagine stratigrafica.

VERIFICA DEL GRADO DI COLLEGAMENTO TRA STRUTTURA LIGNEA E VOLTA TRAMITE VIBROMETRO LASER DOPPLER

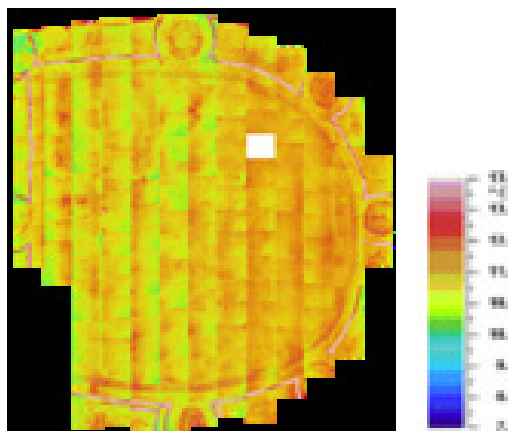
L'idea base della procedura di misura si basa sulla considerazione che, sollecitando la centina con un impulso meccanico, si otterrà un numero più elevato di vibrazioni all'intradosso tanto più la centina e la camorcanna saranno ben connessi. Se i due elementi sono scollegati la trasmissione dell'energia meccanica sarà notevolmente ostacolata e si registreranno vibrazioni di piccola entità.



Vibrometro OMETRON 100, esempio output dati da vibrometro.

MAPPATURA DEI DISTACCHI DELL'INTONACO DELLA VOLTA TRAMITE TERMOGRAFIA

In generale l'anomalia termica è un'area in cui la distribuzione delle temperature si discosta dai valori medi della distribuzione dell'intera superficie. L'anomalia termica significativa è quella relativa ad una zona più calda con un colore dell'immagine che tende al rosso. Queste aree corrispondono normalmente ai distacchi che vanno cercati in tutte quelle aree in cui si è riscontrato un sensibile incremento delle temperature rispetto alle circostanti aree.



Mosaico complessivo qualitativo delle misure termografiche eseguite all'intradosso della volta

Come si procede...

L'indagine termografica viene fatta tramite un termografo operante evitando fenomeni di riflessione che inficerebbero la registrazione della risposta termica e quindi l'interpretazione dei risultati finali. L'indagine

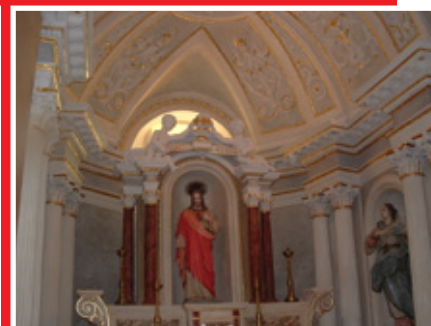
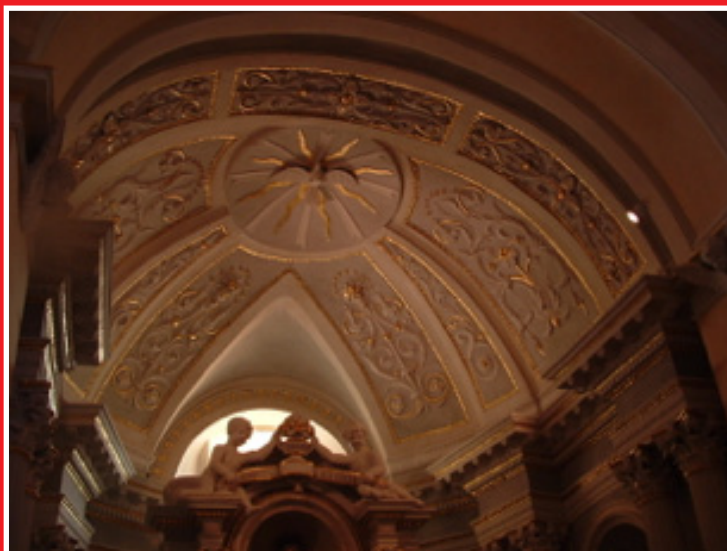
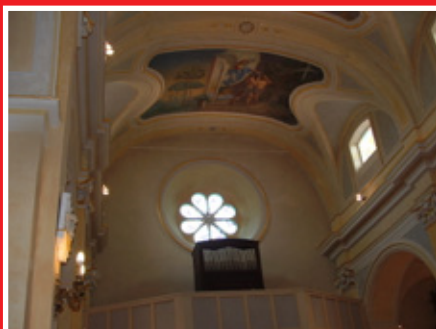
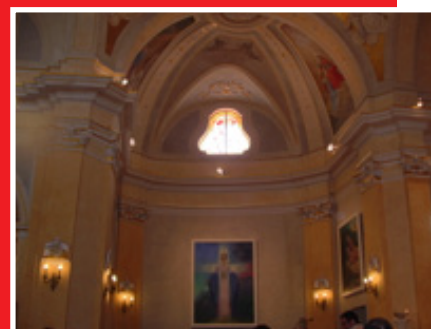
verrà eseguita in modo campionato in corrispondenza dei punti di interesse strutturale. L'analisi e la gestione in forma digitale del termogramma deve essere effettuato con uno specifico software di elaborazione di im-

magine termica. Al fine dell'analisi, verrà fornita una relazione tecnica, i termogrammi elaborati in forma digitale ed i dati sintetizzati in mappe tematiche di correlazione.

FOCUS:

Iniezione e reincollaggio di porzioni distaccate

Il consolidamento mediante iniezioni di intonaci storici distaccati dal supporto (per porzioni non affrescate e non di pregio pittorico) si esegue tramite micro forature, in ragione di massimo 5 a mq, adeguatamente praticate, senza invadere le aree pittoriche presenti e praticate su aree indicate dalla Soprintendenza di competenza. Iniezione manuale, mediante idonee siringhe, di miscela fluida pronta all'uso costituita da calce idraulica naturale NHL, pozzolane (metacaolino ad alta reattività) e filler carbonatico selezionato con granulometria molto fine, tipo "Limepor Iz4" o similari privi di sali idrosolubili al fine di scongiurare dannose efflorescenze sugli strati pittorici esistenti. La miscela sarà preparata ed applicata scrupolosamente e dovrà avere caratteristiche di pH in dispersione acquosa 11,5 - 12,5. Sigillatura dei fori risultanti. Compreso ogni onere e magistero anche se non espressamente menzionato per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. I lavori e/o le forniture si intendono finite e completate in ogni loro parte e eseguite secondo le modalità e le prescrizioni contrattuali ed in rispondenza allo scopo a cui sono destinate. Eventuale inserimento di barrette di fibra di pietra di basalto se ritenuto necessario.



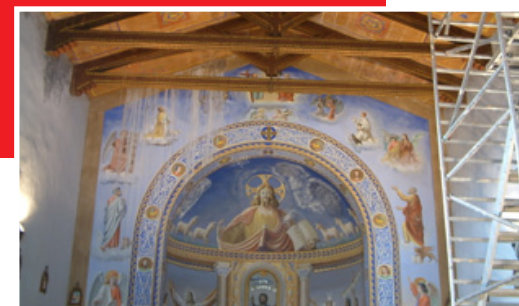
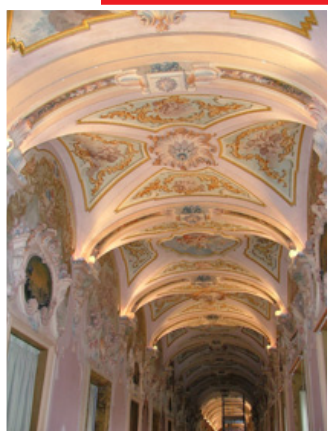
FOCUS:

Ricostruzione modanature e cornici

Previa sondaggio e mappatura di tutta la struttura, eseguiti in maniera accurata e controllata, senza praticare danni o indurre ulteriori distacchi, manualmente con attrezzatura idonea, si effettuano micro demolizioni accurate di materiale ammalorato, fatiscente ed in fase di distacco. Raschiatura eseguita a mano, comprensiva di eventuale spazzolatura manuale, ove necessario, previa battitura manuale e picchettatura di tutta la struttura al fine di individuare le zone in fase di distacco, ripasso e trattamento di nuove zone in seconda fase, creazione di superfici dentellate al fine di favorire l'aggrancio delle future malte da ricostruzione. Esecuzione di perfori di idoneo diametro, con qualsiasi giacitura, eseguiti con trapani a rotazione o con sonda a rotazione con corona al Widiam raffreddata ad aria.

Profonda pulizia degli stessi con aria in pressione al fine di rimuovere tutti i detriti presenti ed ottenere superfici interne ai fori sane e pulite per un perfetto aggrappo della resina. Inghisaggio e applicazione di idonee chiodature ottenute tagliando e sfrangiando i tessuti con elevata resistenza meccanica e superiore adesione al supporto, con lunghezza idonea secondo gli spessori degli elementi murari. Inghisaggio e applicazione di idonee chiodature per la realizzazione di collegamento antiespulsivo "Basaltis" con esecuzione di perfori in strutture miste di qualsiasi genere, forma e consistenza, a qualsiasi altezza e profondità, di giusto diametro, con qualsiasi giacitura, eseguiti con le necessarie cautele per evitare danni. Inserimento all'interno dei fori e prima delle iniezioni di barre in fibra di basalto, di forma circolare tipo "AhRCOS® XGrip Spiralex 4" ad aderenza migliorata in fase di poltrusione, con elevata leggerezza e resistenza a trazione, superiore adesione al supporto con tessuto in fibra ottenuto dalla macinazione di pietre di basalto e cottura delle stesse, diametro mm. 4. Fissaggio dei connettori antiespulsivi ed inghisaggio degli stessi eseguito con collaggio ed impregnazione di resine epossidiche pure tipo "AhRCOS® FLK - IM" fluida a due componenti, prive di cariche e solventi con caratteristiche di elevata reattività, ottima bagnabilità nei confronti di supporti cementizi, lapidei, laterizi e metallici ferrosi, ottima adesione su calcestruzzo, acciaio, legno e muratura in genere. In alternativa resina Kimitech F3 per inghisaggi strutturali. Esecuzione di strato di aggrappo e adesivo di ripresa mediante applicazione di primer di resine epossidiche bicomponenti con induritori cicloalifatici multifunzionali in dispersione acquosa con composizione atossica. Ricostruzione volumetrica mediante applicazione manuale o a macchina di malte pronte tixotropiche a ritiro compensato tipo "AhRCOS® BR04HRF unico" a base di inerti selezionati, additivi superfluidificanti, agenti per il controllo del ritiro sia in fase plastica sia in fase indurita addittivate con fibre di polipropilene, fortemente adesive al calcestruzzo, al laterizio

e al ferro, di elevata durabilità, con caratteristiche di elevate resistenze meccaniche a compressione e a flessioni; resistenza ai solfati (nessun degrado); resistenza all'attacco di agenti chimici quali cloruri (sali disgelanti, acqua di mare ecc.), piogge acide, anidride carbonica; elevata impermeabilità all'acqua e alle soluzioni acquose aggressive; resistenza ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti; assenza di fessurazioni da ritiro; assenza di bleeding.



Operando nel settore del restauro e risanamento di edifici sacri, AhRCOS® interviene innanzitutto con l'indagine e la diagnostica delle problematiche, servendosi esclusivamente di analisi di laboratorio. Solo dopo aver ottenuto completa conoscenza dei fatti si potranno studiare le più raffinate metodologie operative, attraverso le quali intervenire in modo da poter garantire l'opera di risanamento ancor prima di iniziare l'intervento: se si conosce puntualmente la causa, si può proporre la giusta soluzione senza la minima incertezza. Con strumenti non distruttivi vengono eseguite analisi quali termografia ad infrarosso, prove ultrasoniche, registrazione dell'umidità statica, punto di condensa, temperatura effettiva, mappatura del distacco di intonaci, calibrazioni delle deformazioni dei soffitti, studio e verifica dell'equilibrio statico degli elementi portanti, studio e verifica del comportamento strutturale a sollecitazioni dinamiche (vibrazioni) della cella campanaria, analisi chimico-fisica di laboratorio di tutti i materiali

presenti e componenti dell'edificio sacro, studio e verifica dello stato di manutenzione e conservazione delle strutture ed opere d'arte presenti.

Con i dati ricavati si riesce a produrre una serie di mappature che identificano le reali condizioni della chiesa o del campanile oggetto di restauro.



FOTO 4.30



AhRCOS® risulta certificata per interventi di restauro, consolidamento e decoro con molteplici soluzioni su:

- Restauro e consolidamento di soffitti e volte in cannucciato e camorcanna;
- Ricostruzione completa di nuove volte in cannucciato e camorcanna compreso esecuzione di centine, tambocchi e stuoiati;
- Restauro di facciate semplici o decorate;
- Restauro di strutture lignee, sottotetti, capriate, coperture, esecuzione di protesi in legno;
- Consolidamento con vari metodi per murature in pietra, mattone, sassi, a sacco, ecc.;
- Intonaci, pavimentazioni, elementi vari di decoro;
- Deumidificazioni totali e parziali;
- Tinteggiature a calce, ai silicati, in velatura, stucchi;
- Messa in sicurezza di elementi in fase di caduta;
- Consolidamenti strutturali, adeguamenti normativi;
- Protezione ed adeguamenti antincendio;
- Riduzione del rischio della vulnerabilità sismica;
- Adeguamento sismico strutturale con FRP (carbonio, vetro, aramidico, acciaio al carbonio, fibre di canapa, ecc.);
- Restauro di marmorini e rivestimenti carbonatici in genere.
- Opere di consolidamento per archi, volte, opere atte ad impedire il ribaltamento tipico delle facciate ed il dissesto delle strutture murarie e delle celle campanarie;
- Opere in rame e piombo, opere specifiche per campanili;
- Pulizia di mattoni e superfici in genere con trattamenti ad acqua, carbonato, garnet, ghiaccio secco, laser, ecc.;



LE OPERE DI RESTAURO

AhRCOS® vanta il restauro conservativo, il consolidamento e lo studio di numerosi edifici di culto quali la Chiesa di San Giacomo in Imola, la Chiesa di San Michele Arcangelo in Castiglione Messer Marino, la Chiesa di Santa Maria Assunta in Bagnoli del Trigno, la Chiesa della Conversione di S. Paolo Apostolo in Carpi, la Chiesa di Santa Giulia Vergine Martire in Carpi, la Chiesa di San Martino in Casola, la Chiesa del Complesso di San Domenico a Forlì, la Chiesa di San Giorgio Martire in Corporeno, la Chiesa della Pieve di Sant'Andrea in Val Sellustra, la Parrocchia di Santa Maria in Strada ad Anzola Emilia, la Chiesa di San Martino in Pedriolo, il Santuario di Osta e tanti altri.

AhRCOS® opera in perfetta sintonia con le varie Soprintendenze di tutela dei beni e sempre in perfetto accordo con quanto previsto dagli studi di vulnerabilità sismica degli edifici pubblici, strategici e di culto e dalle linee guida per gli interventi di riparazione del danno e miglioramento sismico, per gli edifici di culto e monumentali, coordinato e redatto dal C.N.R. con la collaborazione e la supervisione della Soprintendenza per i Beni Architettonici.

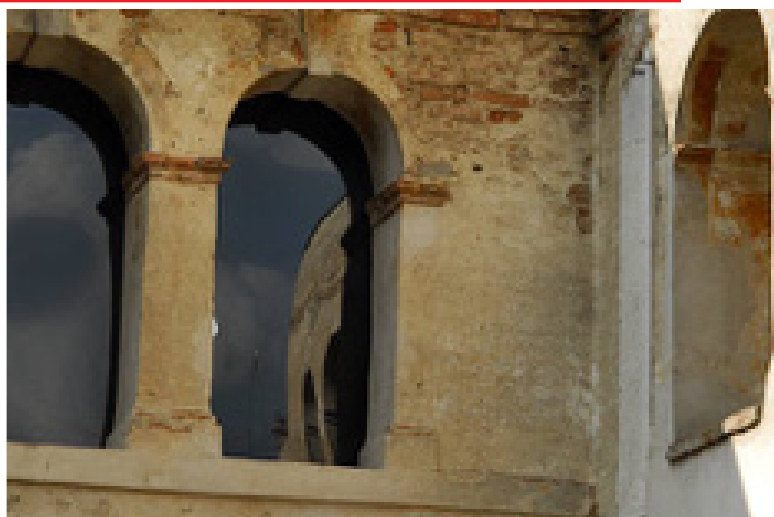


FOTO 4.8-4.9-4.10- 4.28

FOCUS:

Deumidificazione di pareti

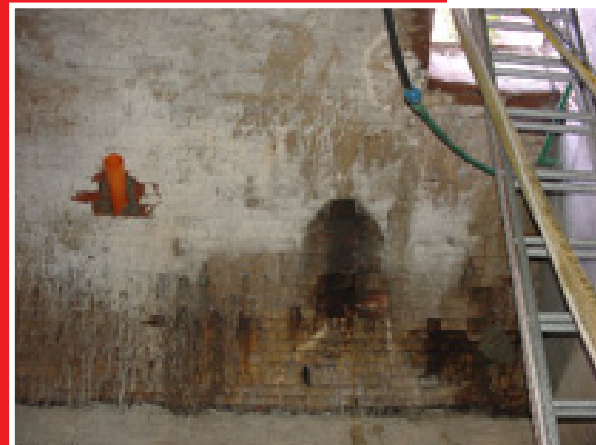
Le opere di deumidificazione vengono realizzate in due cicli mediante prima preparazione del fondo e stuccatura eseguita con applicazione manuale o a macchina di malte a base di inerti selezionati, additivi fluidificanti, agenti per il controllo del ritiro sia in fase plastica sia in fase indurita addittivate con fibre di polipropilene, fortemente adesive al substrato, di elevata durabilità, con caratteristiche di elevate resistenze in ambiente umido; resistenza ai solfati; resistenza all'attacco di agenti chimici quali cloruri (sali disgelanti, acqua di mare ecc.), solfati, piogge acide, anidride carbonica. Successiva realizzazione di rinzafo verticale antisalino, per la deumidificazione di pareti bevventi, mediante fondi traspiranti in tre componenti a base acquosa, con resine sintetiche completamente atossico e certificato, con caratteristiche di elevata adesione ai materiali da costruzione sia compatti che porosi anche se umidi, formante un eccellente sbarramento all'acqua in controspinta ma permeabile al vapore acqueo ed in grado di resistere a 10 bar di contropressione di acqua e con indice di resistenza alla diffusione del vapore acqueo UNI 8202 p.23a : < 1000, con funzione di rinzafo antisalino, traspirante al vapore acqueo ma in grado di fermare acqua e sali, sovrapplicabile con numerosi cicli di finitura, utilizzabile anche per deumidificazione di strutture con pressione negativa (locali sottoquota, pareti controterra).



FOCUS:

Taglio chimico ed isolamento di pareti umide

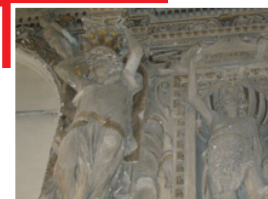
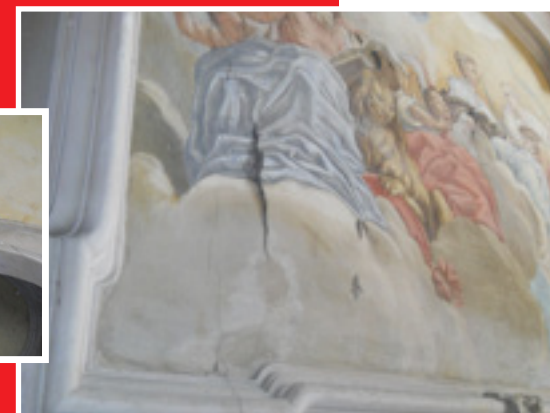
Lo sbarramento orizzontale alla risalita dell'umidità dal terreno per la deumidificazione di murature verticali esistenti si effettua mediante iniezioni di miscele a base di resine sintetiche in grado di reagire con l'anidride carbonica e di reticolare all'interno di una muratura anche in presenza di notevole umidità, esente da solventi, atossico, non infiammabile, incolore ed inodore, che grazie alla bassa viscosità e al basso peso specifico penetra facilmente nei capillari della muratura rendendo impermeabili le zone trattate, con un consumo di circa 250 gr/ml per ogni cm di spessore in dipendenza del tipo di muratura, capaci di reticolare in presenza di acqua realizzando un effetto di impermeabilizzazione e consolidamento, con composizioni estremamente fluide e penetranti, capaci di sostituirsi all'acqua presente nelle zone di iniezione, con elevate capacità reattive ed un pronto sviluppo delle caratteristiche di idrorepellenza, il tutto non variando minimamente la porosità originaria dei supporti, dette sostanze sono atossiche ed inodore, non lasciano tracce ad indurimento avvenuto, il tutto viene eseguito con serbatoi a pressione o gruppi pompanti a bassa pressione con rapporti di compressione 1:1, evitando così la minima probabilità di fluorescenza di sali cristallizzati, compreso inoltre della fornitura e posa in opera dei necessari ugelli di iniezione e la rimozione degli stessi a lavorazioni terminate.



FOCUS:

Restauro e trattamento consolidante di cornici e decori

Il restauro e trattamento consolidante di cornici e decori si effettua mediante micropulizia con impacchi di polpa di cellulosa e bicarbonato di ammonio per la pulitura di superfici lapidee, applicato in soluzione al 10-20% in acqua demineralizzata in forma di impacco supportato con polpa di cellulosa o sepiolite, in grado di agire su supporti carbonatici ed esercitante anche azione desolfatante. Applicazione in uno strato di qualche mm lasciandolo agire da 1 a 5 ore, evitando l'evaporazione dell'acqua della soluzione tramite copertura con pellicole non traspirante (polietilene, domopak, ecc.). Lavaggio finale con acqua deionizzata, accompagnato da una blanda azione di spazzolatura. Stuccatura e fissaggio degli elementi smossi con tecnica di stesura non coprente mediante l'impiego di malta morbida stesa a pennello ottenuta da legante, costituito da calce idraulica naturale NHL rafforzata con pozzolana ad alta reattività tipo "Limepor NHL/Z" o similari, da impastare in cantiere con acqua potabile ed inerti lavati di opportuna granulometria, con un dosaggio di 500 kg/m³, con legante a basso tenore di sali idrosolubili e compatibile fisicamente e chimicamente con i componenti utilizzati anticamente nelle murature. Consolidamento in profondità mediante applicazione, sino rifiuto e comunque in ragione di 0,20 Lt./mq di consolidante forte a base di esteri etilici dell'acido silicico in solvente alcolico (silicato di etile) con elevata capacità consolidante, contenuto in etilsilicati maggiore del 75%, elevata capacità di penetrazione dovuta al tipo di solvente utilizzato, utilizzo di solvente a bassa tossicità, presenza di catalizzatori che regolano la cinetica della reazione. Applicazione della tinta a due mani a coprire di puro grassello di calce e pigmenti naturali da macinazioni di terre e minerali colorati, ad altissima porosità, igroscopicità e traspirabilità di pura calce conforme alla norma En-459-1, per lavori di particolare difficoltà a seguito delle forme non piane delle superfici, dei colori come l'esistente e comunque a discrezione della sovrintendenza (ad esclusione delle parti decorate). La tinta sarà applicata su pareti lisce e centinate, finitura degli spigoli e angoli sporgenti, nonché la tinteggiatura di tutte le modanature presenti e/o cornici ricadenti nell'area d'intervento, la protezione con teli o stuoie appropriate, dei decori o arredi inamovibili presenti nel luogo di lavoro, compreso ogni onere e magistero anche se non espressamente menzionato, compreso l'onere dei ponteggi se necessario, per dare l'opera compiuta eseguita a perfetta regola d'arte.



FOCUS:

Restauro e stuccatura a calce antica di muratura in mattoni faccia vista

Revisione e restauro di paramento murario in mattoni antichi fatti a mano, comprendente il lavaggio dell'intera parete, la scarnitura manuale di tutti i giunti a base di calce naturale, cocchio pesto e sabbie allo scopo di fare spazio alle future malte da ricostruzione ed incassare la fugatura per un notevole risultato estetico, il tutto eseguito manualmente con l'ausilio di piccoli elettrodomestici e scalpelli, da eseguire a qualsiasi altezza, compresi il tiro e il calo dei materiali, gli sfridi, i noli delle attrezzature utilizzate, i ponti di servizio a qualsiasi altezza, ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Stilatura e stuccatura a ferro e straccio di muratura in mattoni faccia vista, mediante applicazione ad intasamento di malta di calce pura naturale ottenuta per cottura di marne e calcari a bassa temperatura tipo "Tectoria PMP" o "Limepor MT" ottenuta da inerti derivanti dalla macinazione di mattoni, tegole, marmi e pietre, completamente atossica e naturale, completamente minerale inalterabile nel tempo, compatibilità chimica con i materiali utilizzati negli edifici storici, conforme ai requisiti della Comunità Europea (UNI EN 998-1 tipo GP), compreso ogni onere di pulizia finale delle superfici.

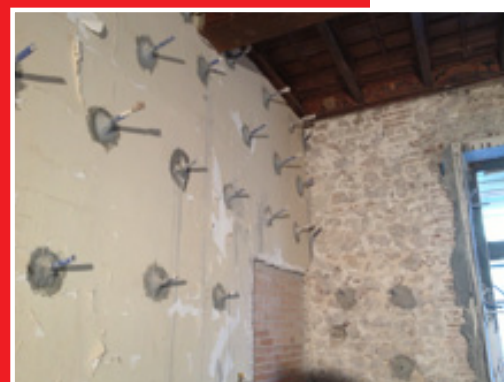


FOCUS:

Consolidamento di strutture murarie a sacco, caotiche e incoerenti con rinforzo localizzato con iniezioni consolidant solfatoresistenti armate con connettori antiespulsivi in pietra di basalto

Consolidamento di strutture murarie a sacco, caotiche e incoerenti con perforazioni ed iniezioni di miscele di materiali in sospensione mediante esecuzione di un reticolo nel paramento, costituito da un numero adeguato di fori per iniezioni, mediamente n. 4-8 per ogni metro quadrato, utilizzando le cavità presenti nei giunti o praticando i fori con il trapano elettrico a sola rotazione, il cui diametro di perforazione sia di almeno mm 25.

Dopo una profonda pulizia degli stessi con aria in pressione al fine di rimuovere tutti i detriti presenti ed ottenere superfici interne ai fori sane e pulite, avviene l'inserimento all'interno dei fori, prima delle iniezioni, di barre in fibra di basalto di forma circolare tipo "AhRCOS® XGrip Spiralex 4" ad aderenza migliorata in fase di poltrusione, con elevata leggerezza e resistenza a trazione, superiore adesione al supporto con tessuto in fibra ottenuto dalla macinazione di pietre di basalto e cottura delle stesse, diametro mm 4. Quindi il fissaggio dei boccagli con idonea malta o legante puro e pre-iniezione di acqua su tutto il volume murario da trattare, al fine di eseguire un'ulteriore pulizia, rimuovere polvere e detriti e consegnare una superficie umida e fortemente bagnata prima dell'esecuzione stessa delle iniezioni, fino a saturazione delle murature. L'iniezione a bassa pressione, realizzata per mezzo di pompe elettromeccaniche a controllo bilanciato dotate di manometri e telecomando per la regolazione ed il controllo dei materiali iniettati, di miscele di materiali in sospensione e legante per iniezioni resistenti ai solfati per muri storici, costituita da calce idraulica naturale NHL con aggiunta di pozzolana naturale e filler carbonatico, appositamente formulata per rigenerare e preconsolidare, tramite iniezione, murature e fondazioni a sacco in mattoni o in pietra da taglio, con basso tenore di sali idrosolubili e compatibile fisicamente e chimicamente con i componenti originari della muratura, con caratteristiche meccaniche simili; di elevata fluidità con basso rapporto acqua/legante, caratteristiche meccaniche comparabili a quelle di una struttura in muratura che permette un comportamento strutturale omogeneo ed isotropo della muratura risanata, alta traspirabilità, elevato potere di penetrazione con conseguente saturazione di piccolefessure o cavità, assenza di segregazione nell'impasto durante l'iniezione e caratteristiche meccaniche di Fluidità (consistenza mediante canaletta) UNI 8997: 70-80 cm; Resistenza alla compressione UNI EN 1015-11 a 28 giorni > 18 Mpa, Resistenza alla flessione UNI EN 1015-11 a 28 giorni > 4 Mpa. Si esclude la demolizione degli intonaci. Il sistema prevede, al posto delle 2 fasi applicative distinte solitamente previste per preconsolidare inizialmente e successivamente, di unificare in un unico intervento aggiungendo durante la fase di ancoraggio dei connettori antiespulsivi in barrette di basalto e malta solfato resistente da iniezione.



FOCUS:

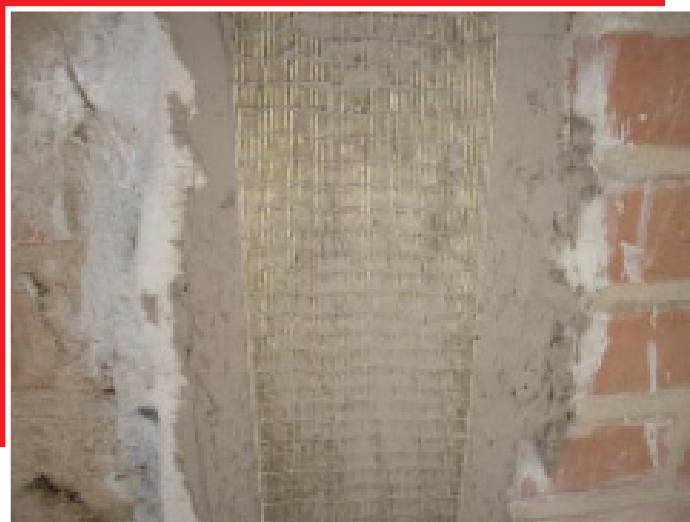
Placcaggio delle murature con sgr e matrice a base calce

Il placcaggio delle murature con fibre in acciaio al carbonio avviene mediante realizzazione di sistema di rinforzo in SGR classificato, a seguito delle sperimentazioni, APPLICAZIONE TIPO A così come definito dalle linee guida CNR D.T. 200/2004, mediante cui è possibile incrementare la capacità resistente di pareti in muratura anche mista, utilizzato a scopi progettuali, che prevede le seguenti fasi di intervento:

Applicazione sulla superficie di intervento di un primo strato di matrice inorganica a base di miscela pronta fortemente adesiva tipo "Kimisteel LM" a base di leganti idraulici a base calce con aggiunta di pozzolana miscelata con speciali additivi tipo "Kimitech B2" al 30% in peso per garantirne le caratteristiche, quale matrice di sistemi di rinforzo SRG da applicare a strutture murarie in cui sia prioritario garantire il mantenimento della massima traspirabilità del supporto, con grande lavorabilità e duttilità, elevata permeabilità al vapore, altissima resistenza al fuoco, ottima reversibilità.

Posa su fresco di nastri in fibra di acciaio unidirezionali, tipo "Kimisteel 1500" in filamenti di acciaio al carbonio ad alta resistenza da 1500 g/m² per realizzare consolidamenti strutturali di elementi in muratura, con grande lavorabilità e duttilità, possibilità di pretensionamento per interventi di cordolatura o di fasciatura, elevata permeabilità al vapore, altissima resistenza al fuoco, ottima reversibilità con caratteristiche di spessore nominale del nastro (solo acciaio) 0.19 mm tensione di rottura a trazione del filato 2950 MPa, resistenza unitaria 570 N/mm, modulo elastico a trazione 260 GPa, allungamento a trazione 2.3 % secondo progetto, con caratteristiche di carico di rottura a trazione e di modulo elastico idonei al tipo di lavoro del rinforzo in opera.

Ulteriore passaggio di miscela pronta fortemente adesiva tipo "Kimisteel LM" a base di leganti idraulici con aggiunta di pozzolana miscelata con speciali additivi tipo "Kimitech B2" al 30% in peso per garantirne le caratteristiche, quale matrice di sistemi di rinforzo SRG, in grado di garantire un'elevata adesione al supporto, permette la posa in modo ottimale eliminando la formazione di pericolose bolle d'aria, fino a completo affogamento del rinforzo precedentemente posato.



FOCUS:

Sistema di ancoraggio su pareti d'angolo e murature di spina

Esecuzione di perfori di idoneo diametro, con qualsiasi giacitura, eseguiti con trapani a rotazione o con sonda a rotazione con corona al Widiarm raffreddata ad aria, per una lunghezza max di cm. 120. Profonda pulizia degli stessi con aria in pressione al fine di rimuovere tutti i detriti presenti ed ottenere superfici pulite e depolverate. Cuciture mediante inserimento ed inghisaggio nei fori precedentemente eseguiti di barre in acciaio inox o barre in acciaio FeB44K zincate ad aderenza migliorata di idonea lunghezza e diametro mm 18, secondo i dettagli costruttivi. Posa in opera di iniettori e collaggio di miscele da iniezione costituite da boiaccia idraulica espansiva tipo "Betonfix 200" ad alta resistenza non contenente cloruri, né particelle ferrose, né agenti aggressivi che possano provocare il degrado delle armature e delle attrezzature metalliche, in grado di raggiungere elevate resistenze meccaniche sia alle brevi che alle lunghe stagionature, con notevole fluidità, in grado di penetrare facilmente in spazi anche molto piccoli, con elevato potere

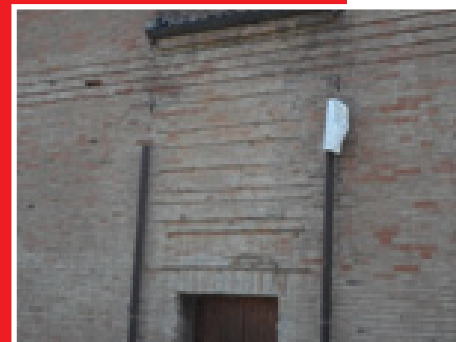
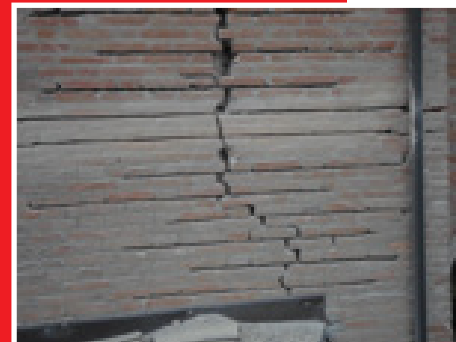
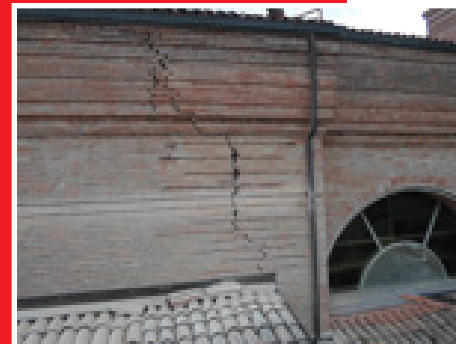
adesivo sia al calcestruzzo che al ferro, conforme alla normativa UNI 8147, utilizzabile per il riempimento rigido di giunti strutturali, per l'iniezione in guaine di contenimento cavi post-tesi, per il bloccaggio di tiranti e di armature metalliche (sia in muratura che in roccia), per ancoraggi, per la rigenerazione ed il consolidamento di murature miste soggette a schiacciamento. Si effettua il taglio delle barre previa inserimento totale in modo da mantenere le stesse 10 mm interne alla muratura, quindi la chiusura di tutte le forometrie precedentemente realizzate a nascondere le barre mediante applicazione sui paramenti murari, sino a completa ricostruzione a profilo originale degli stessi con malte analoghe alle esistenti.



FOCUS:

Cucitura di lesioni

Ripristino strutturale e cucitura puntuale di lesioni, mediante pulizia della lesione per tutta la sua lunghezza tramite rimozione di materiale vario dall'interno della stessa, spazzolatura manuale o meccanica e soffiaggio con aria in pressione al fine di rendere un supporto stabile e pulito. Esecuzione di perfori di idoneo diametro, con qualsiasi giacitura, eseguiti con trapani a rotazione o con sonda a rotazione con corona al Widiarm raffreddata ad aria, per una lunghezza max di cm. 100. Profonda pulizia degli stessi con aria in pressione al fine di rimuovere tutti i detriti presenti. Cucitura mediante inserimento ed inghisaggio nei fori precedentemente eseguiti di barre in acciaio inox o barre in acciaio FeB44K zincate ad aderenza migliorata di idonea lunghezza e diametro mm 8, secondo i dettagli costruttivi. Posa in opera di iniettori e colaggio di miscele da iniezione costituite da boiaccia idraulica espansiva ad alta resistenza tipo "Betonfix 200" non contenente cloruri, né particelle ferrose, né agenti aggressivi che possano provocare il degrado delle armature e delle attrezzature metalliche, in grado di raggiungere elevate resistenze meccaniche sia alle brevi che alle lunghe stagionature, con notevole fluidità, in grado di penetrare facilmente in spazi anche molto piccoli, con elevato potere adesivo sia al calcestruzzo che al ferro, conforme alla normativa UNI 8147, utilizzabile per l'iniezione in guaine di contenimento cavi post-tesi, per il bloccaggio di tiranti e di armature metalliche (sia in muratura che in roccia), per ancoraggi, per la rigenerazione ed il consolidamento di murature miste soggette a schiacciamento. Taglio delle barre previa inserimento totale in modo da mantenere le stesse 10 mm. interne alla muratura, chiusura di tutte le forometrie precedentemente realizzate a nascondere le barre mediante applicazione sui paramenti murari sino a completa ricostruzione a profilo originale degli stessi di malte analoghe alle esistenti.



Focus:

Riprese di muratura

Ripresa di muratura eseguita anche a piccoli tratti successivi, a parziale o a tutto spessore, su strutture murarie preesistenti lesionate o da risanare, con mattoni pieni, all'interno di edifici esistenti anche parzialmente pericolanti, a qualsiasi altezza o profondità. Sono compresi: l'ideale malta rispondente, se del caso, alle caratteristiche di quella originale; le necessarie puntellature e la successiva rimozione; la fornitura di tutti i materiali occorrenti; il carico, il trasporto e lo scarico a rifiuto del materiale di risulta.

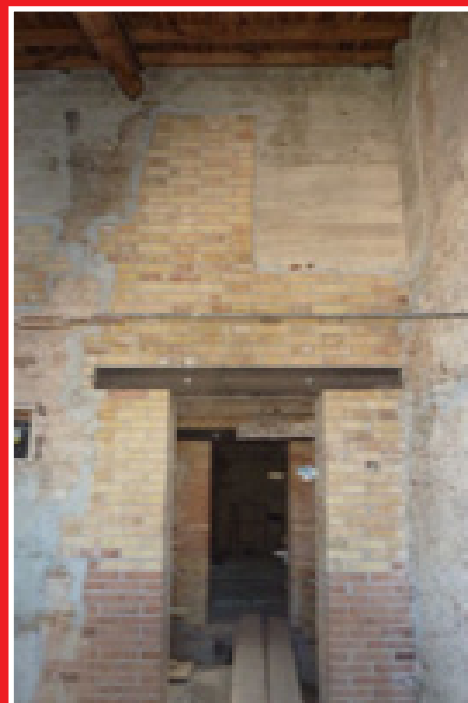


FOTO 4.34-4.35-4.36

FOCUS:

Consolidamento murario e realizzazione di cerchiatura pretensionata con tessuti in srg per il miglioramento strutturale di muratura mista

Realizzazione di sistema di rinforzo in SGR classificato, a seguito delle sperimentazioni, APPLICAZIONE TIPO A così come definito dalle linee guida CNR D.T. 200/2004, mediante cui è possibile incrementare la capacità resistente di pareti in muratura anche mista, utilizzato a scopi progettuali, che prevede le seguenti fasi di intervento:

Primerizzazione del supporto mediante applicazione di resine epossidiche bicomponenti a bassa viscosità, appositamente formulate per il consolidamento di superfici porose o friabili e la primerizzazione dei supporti in c.a., muratura, legno, acciaio, prima dell'applicazione degli adesivi e malte epossidiche, con caratteristiche di elevata penetrazione. Applicazione sulla superficie di intervento di un primo strato di matrice inorganica a base di miscela pronta fortemente adesiva tipo "Kimisteel LM" a base di leganti idraulici a base calce con aggiunta di pozzolana miscelata con speciali additivi tipo "Kimitech B2" al 30% in peso per garantirne le caratteristiche, quale matrice di sistemi di rinforzo SRG da applicare a strutture murarie in cui sia prioritario garantire il mantenimento della massima traspirabilità del supporto, con grande lavorabilità e duttilità, elevata permeabilità al vapore, altissima resistenza al fuoco, ottima reversibilità.

Posa su fresco di nastri in fibra di acciaio unidirezionali, tipo "KIMISTEEL 1500" in filamenti di acciaio al carbonio ad alta resistenza da 1500 g/m² per realizzare consolidamenti strutturali di elementi in muratura, con grande lavorabilità e duttilità, possibilità di pretensionamento per interventi di cordolatura o di fasciatura, elevata permeabilità al vapore, altissima resistenza al fuoco, ottima reversibilità con caratteristiche di spessore nominale del nastro (solo acciaio) 0.19 mm tensione di rottura a trazione del filato 2950 MPa, resistenza unitaria 570 N/mm, modulo elastico a trazione 260 GPa, allungamento a trazione 2.3 % secondo progetto, con caratteristiche di carico di rottura a trazione e di modulo elastico idonei al tipo di lavoro del rinforzo in opera.

Pretensionatura eventuale dei nastri ad anello ad ogni livello eseguito mediante messa in opera di meccanismo tensionatore previa esecuzione di perfori di fissaggio di giusto diametro per l'apposizione di piastre tipo "AhRCOS® S-top" e pretensionatore orizzontale, mediante perforatori a rotazione senza percussione a corona diamantata, compresi tutti gli oneri per la messa in opera delle apparecchiature, il loro utilizzo e consumo, la rimozione degli strumenti ad opera compiuta.

Profonda pulizia degli stessi con aria in pressione al fine di rimuovere tutti i detriti presenti ed ottenere superfici interne ai fori sane e pulite per un perfetto aggrappo della resina.

Inghisaggio dei fermi all'interno delle fonometrie precedentemente praticate mediante intasamento ancorante chimico bicomponente isotropico tipo "Kimitech F3" a base di resine poliesteri per una presa rapida e forte tenuta su tutti gli elementi da costruzione. Fornitura e posa in opera di piastre in acciaio tipo "AhRCOS® S-top" di spessore 15 mm, debitamente sagomata e munita delle apposite nervature e profilature di ancoraggio, in grado di fissare e pretensionare compositi in acciaio e lamine in carbonio senza danneggiare le stesse e senza rischiare lesioni accidentarie agli appoggi, il tutto in opera complete di filettatura all'estremità, anche a vite destra e sinistra, pezzi speciali, tensionatore, bulloneria, compresa la eventuale guaina di protezione dei tiranti stessi, il tensionamento secondo indicazione della D.L., la sigillatura, la riparazione delle parti smosse.

Posa in opera di iniettori e colaggio di resine bicomponenti epossidiche fluide appositamente formulate, con elevatissime caratteristiche meccaniche ed ottima adesione strutturale a calcestruzzo, acciaio e muratura ed ogni tipo

Focus:

di malta, con possibilità di variare la reologia del prodotto introducendo aggregati silicei di opportuna granulometria, con perfetta protezione dei ferri e resistenza a qualsiasi atmosfera per il consolidamento e solidarizzazione delle zone di ancoraggio. Successivo passaggio di miscela, fino a completo affogamento del rinforzo precedentemente posato.



Installazione del dispositivo di pretensionamento



Nastro SRG serrato tra piastra e contropiastra



Esploso del dispositivo di avvolgimento



Serraggio del nastro all'interno dell'asse di avvolgimento.



Applicazione della contropiastra metallica sul nastro preteso



Applicazione della forza di pretensione attraverso l'uso di chiave dinamometrica



Taglio del nastro



Particolare del nodo al termine delle operazioni di tiro e serraggio. La piastra potrà anche essere nascosta all'interno dello spessore murario.



FOTO 4.17-4.18

FOCUS:

Ricostruzione modanature e cornici



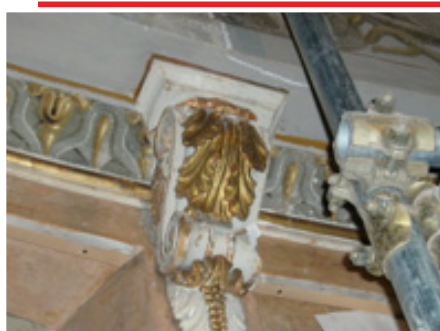
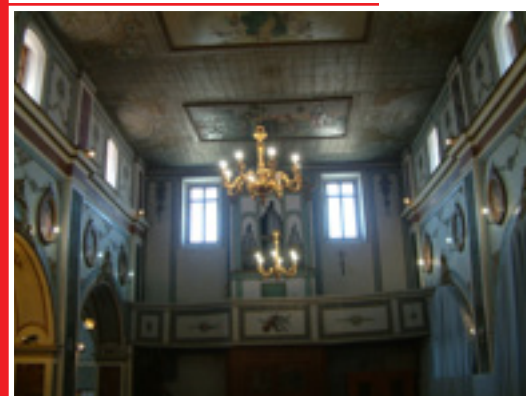
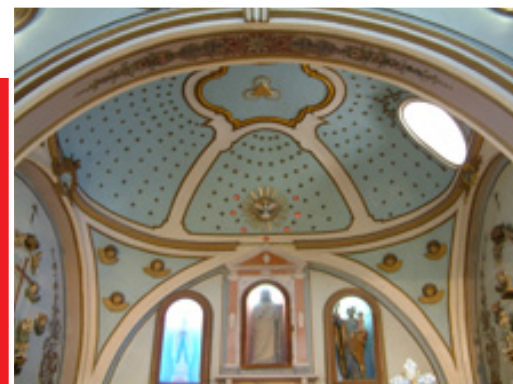
Sondaggio e mappatura di tutta la struttura eseguito in maniera accurata e controllata, senza praticare danni o indurre ulteriori distacchi, manualmente con attrezzatura idonea.

Micro demolizione accurata di materiale ammalorato, fatiscente ed in fase di distacco, compresa raschiatura eseguita a mano, comprensivo di eventuale spazzolatura manuale, ove necessario, previa battitura manuale e picchettatura di tutta la struttura al fine di individuare le zone in fase di distacco, ripasso e trattamento di nuove zone in seconda fase, creazione di superfici dentellate al fine di favorire l'aggancio

delle future malte da ricostruzione.

Esecuzione di perfori di idoneo diametro, con qualsiasi giacitura, eseguiti con trapani a rotazione o con sonda a rotazione con corona al Widiarm raffreddata ad aria. Profonda pulizia degli stessi con aria in pressione al fine di rimuovere tutti i detriti presenti ed ottenere superfici interne ai fori sane e pulite per un perfetto aggrappo della resina. Inghisaggio e applicazione di idonee chiodature ottenute tagliando e sfrangiando i tessuti con elevata resistenza meccanica e superiore adesione al supporto, con lunghezza idonea secondo gli spessori degli elementi murari. Inghisaggio e applicazione di idonee chiodature per la realizzazione di collegamento antiespulsivo "Basaltis" con esecuzione di perfori in strutture miste di qualsiasi genere, forma e consistenza, a qualsiasi altezza e profondità, di giusto diametro, con qualsiasi giacitura, eseguiti con le necessarie cautele per evitare danni. Inserimento all'interno dei fori e prima delle iniezioni di barre in fibra di basalto, di forma circolare tipo "AhRCOS® XGrip Spiralex 4" ad aderenza migliorata in fase di poltrusione, con elevata leggerezza e resistenza a trazione, superiore adesione al supporto con tessuto in fibra ottenuto dalla macinazione di pietre di basalto e cottura delle stesse, diametro mm. 4. Fissaggio dei connettori antiespulsivi ed inghisaggio degli stessi eseguito con collaggio ed impregnazione di resine epossidiche pure tipo "AhRCOS® FLK - IM" fluida a due componenti, prive di cariche e solventi con caratteristiche di elevata reattività, ottima bagnabilità nei confronti di supporti cementizi, lapidei, laterizi e metallici ferrosi, ottima adesione

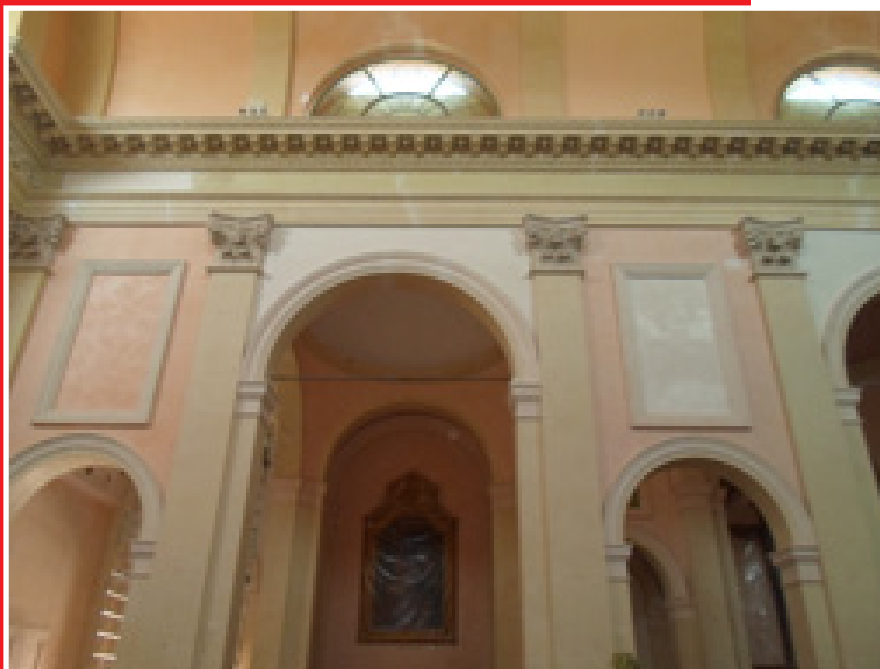
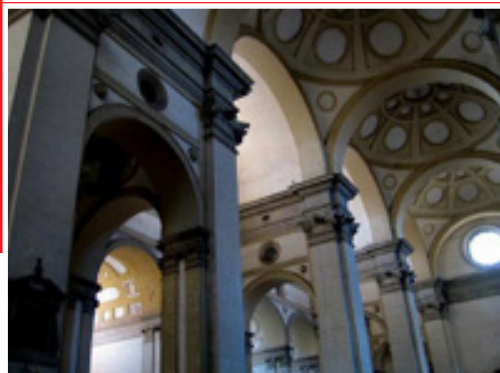
su calcestruzzo, acciaio, legno e muratura in genere. In alternativa resina Kimitech F3 per inghisaggi strutturali. Esecuzione di strato di aggrappo e adesivo di ripresa mediante applicazione di primer di resine epossidiche bicomponenti con induritori cicloalifatici multifunzionali in dispersione acquosa con composizione atossica. Ricostruzione volumetrica mediante applicazione manuale o a macchina di malte pronte tixotropiche a ritiro compensato tipo "AhRCOS® BRO4HRF unico" a base di inerti selezionati, additivi superfluidificanti, agenti per il controllo del ritiro sia in fase plastica sia in fase indurita addittivate con fibre di polipropilene, fortemente adesive al calcestruzzo, al laterizio e al ferro, di elevata durabilità, con caratteristiche di elevate resistenze meccaniche a compressione e a flessioni; resistenza ai solfati (nessun degrado); resistenza all'attacco di agenti chimici quali cloruri (sali disgelanti, acqua di mare ecc.), piogge acide, anidride carbonica; elevata impermeabilità all'acqua e alle soluzioni acquose aggressive; resistenza ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti; assenza di fessurazioni da ritiro; assenza di bleeding.



FOCUS:

Riprese di tinteggiatura a calce

Riprese di tinteggiatura a calce in velatura per le porzioni non affrescate e non di pregio pittorico. Tinteggiatura per interni eseguita con composto di calce spenta a lunga conservazione, con additivi di origine vegetale e colorazione ottenuta con terre coloranti naturali. L'esecuzione del tinteggio deve avvenire mediante applicazione di un minimo di due strati di pittura a base di grassello di calce stagionato in quantità superiore al 90%, con finitura utilizzata che dovrà possedere un valore di traspirabilità non inferiore a 214 g/m² (ASTM E 96) 24 h di vapore. Le strutture non interessate all'intervento (porte, finestre, ecc.) dovranno essere protette. In due o più mani in velatura. Escluso esecuzione di lineature, marcature, cambi cromatici e decori di ogni tipo e livello. Compreso ogni onere e magistero anche se non espressamente menzionato per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. I lavori e/o le forniture si intendono finite e completate in ogni loro parte e eseguite secondo le modalità e le prescrizioni contrattuali ed in rispondenza allo scopo a cui sono destinate.



FOCUS:

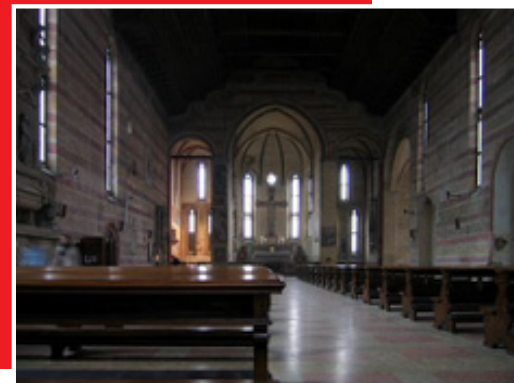
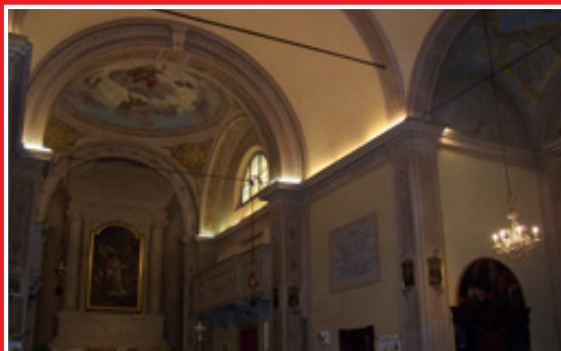
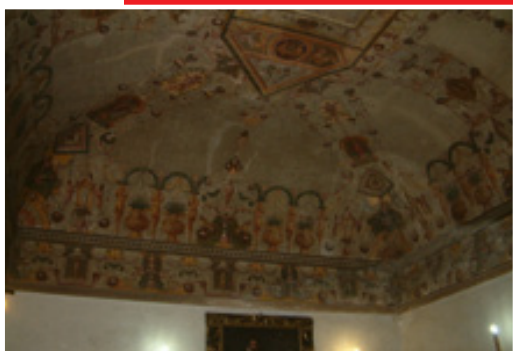
Consolidamento generalizzato in profondità

Consolidamento in profondità mediante applicazione, sino rifiuto e comunque in ragione di 0,20 Lt./mq. di consolidante forte a base di esteri etilici dell'acido silicico in solvente alcolico (silicato di etile) con elevata capacità consolidante, contenuto in etilsilicati maggiore del 75%, elevata capacità di penetrazione dovuta al tipo di solvente utilizzato, utilizzo di solvente a bassa tossicità, presenza di catalizzatori che regolano la cinetica della reazione. Il prodotto, quando applicato, penetra in profondità, grazie alla bassa tensione superficiale del solvente, nella struttura porosa del materiale da consolidare. Il prodotto garantisce il consolidamento dei materiali sui quali viene applicato grazie alla reazione



tra gli etilsilicati e l'acqua contenuta nei materiali stessi. Gli etilsilicati in presenza di acqua ed in ambiente neutro si idrolizzano lentamente trasformandosi in silice amorfa. La presenza del solvente fa sì che gli etilsilicati penetrino nel materiale lapideo prima della reazione. Il consolidamento si ottiene successivamente nell'arco di ca. 2-3 settimane grazie ad opportuni catalizzatori che determinano la velocità della reazione in modo da evitare una reazione troppo rapida, che porterebbe alla formazione di un gel poco compatto, ed una reazione troppo lenta che porterebbe alla perdita parziale dell'etilsilicato per evaporazione. Quando il supporto presenta gruppi ossidrilici (es. arenarie e pietre argillose), si ottiene una reazione che comporta anche un legame tra i grani disgregati, in quanto la reazione avviene con

i gruppi ossidrilici stessi. Nel caso invece in cui il supporto non presenti gruppi ossidrilici (es. marmi e pietre calcaree) la silice amorfa viene depositata nella struttura porosa, ottenendo comunque un effetto consolidante, ma senza legami con la pietra. Compreso ogni onere e magistero anche se non espressamente menzionato per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. I lavori e/o le forniture si intendono finite e completate in ogni loro parte e eseguite secondo le modalità e le prescrizioni contrattuali ed in rispondenza allo scopo a cui sono destinate.





Finito di stampare Settembre 2015

AhRCOS® S.r.l.
Tel. 051 / 72 .57. 63
C.F. e P.iva 01907030389
Capitale sociale: € 50.000 i.v.
Iscr. Reg Imprese Ferrara n° 01907030389
info@restauroeconsolidamento.it - info@ahrcos.it

Sede Legale:
Via Statale, 88/1 - 44042 - CENTO (FE)

Sede Amministrativa e Uffici Tecnici:
Via Secci, 5 - 40132 - BOLOGNA (BO)

Laboratorio specialistico ricerca e sviluppo e Deposito:
Via Secci, 7 - 40132 - BOLOGNA (BO)

Sede operativa:
Piazza San Venceslao 776/4 - Václavské náměstí 776/4
110 00 - PRAHA 1 (CZECH REPUBLIC)

Sede operativa:
Via L. Da Vinci, s.c. - 67100 - L'AQUILA (AQ)

Deposito e centro raccolta materiali:
Via Argentina, s.c. - 44042 - CENTO (FE)

Deposito:
Preslova, 652/19
150 00 - PRAHA 5 (CZECH REPUBLIC)

Sede operativa e punto assistenza:
Křižovnická, 86/6 - 110 00 - PRAHA 1 (CZECH REPUBLIC)

Sede operativa:
Via Castelfidardo, 6 - 61121 - PESARO (PU)



Attestazione SOA: OG01 CL. IV-BIS - OG02 CL. IV-BIS – OS21 CL. III-BIS – OG05 CL. I – OS7 CL. I – OS8 CL. I
Certificazione di qualità ISO 9001:2008
Certificazione secondo Linee Guida Inail per il sistema della gestione della salute e della sicurezza sul lavoro (SGSL).
Certificazione ISO 14001 certificazione di Sistema di Gestione Ambientale - Impegno tutela per l'ambiente



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DICEA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura

Via Breccie Bianche - 60130 - Ancona
Tel. +39 071 2204248 - Fax: +39 071 2204378



member of
assorestauro ASS.I.R.C.CO.