

## Tecnologie tradizionali e nuove

a cura della "Ing. E. Mantovani S.p.A."

**L'**intervento all'Insula del Ghetto è stato eseguito dall'Impresa di Costruzioni Ing. E. Mantovani S.p.A.; parte dei lavori sono stati subappaltati alle ditte Rossi Renzo Costruzioni S.r.l. e Restauredil S.r.l.

Sin dall'inizio delle lavorazioni è apparsa evidente la necessità di applicare, accanto ai tradizionali sistemi, tecnologie decisamente più sofisticate che in passato al fine di garantire l'efficacia dell'intervento nonché ridurre ai minimi livelli il disagio all'utenza ed all'edificato del posto.

A tale scopo, già nella fase di infissione delle palancole, l'Impresa di Costruzioni Ing. E. Mantovani S.p.A. si è munita di attrezzature d'infissione con vibratorii ad alta frequenza

notoriamente meno invasivi dei delicati equilibri statici che sussistono a Venezia.

La definizione dei parametri di sollecitazione dinamica agli edifici è data dai risultati di una sperimentazione di campo nella quale, con l'ausilio di sistemi di misura delle vibrazioni (accelerometri), è emerso come tale sistema d'infissione fosse compatibile in presenza di edifici soggetti a particolare tutela come definito dalla norma DIN 4150.

In taluni casi, comunque, attente analisi statiche agli edifici prospicienti le zone d'infissione hanno evidenziato situazioni particolarmente delicate e per le quali anche l'impiego di sistemi d'infissione ad alta frequenza poteva rilevarsi inadeguato. Allo scopo di garantire continuità e sicurezza all'intervento, l'Impresa di Costruzioni Ing. E. Mantovani S.p.A. ha importato una tecnologia d'infissione delle palancole "a pressione"; l'attrezzatura in questione, denominata "Still Worker" della TOSA Trading Co., Ltd. (Giappone), è costituita da un complesso sistema oleodinamico che "pinza" le palancole e le infigge nel terreno a pressione eliminando così qualsiasi tipo di vibrazione indotta. Attualmente l'Impresa di Costruzioni Ing. E. Mantovani S.p.A. è partner ufficiale per gli interventi sul territorio di questa tecnologia innovativa.

### **Sistema d'infissione a ridotto impatto sull'edificato**

L'infissione/estrazione delle palancole è normalmente accompagnata dalla produzione di vibrazioni e rumori che possono, nella migliore delle ipotesi, creare dei disagi anche psicologici (e in qualche caso anche dei danni ad opere e/o edifici adiacenti alla zona delle lavorazioni). Negli interventi nel Centro Storico veneziano ed in particolare nelle operazioni di scavo dei rii, suddetti disagi sono particolarmente sentiti.



Per ovviare a questi potenziali inconvenienti attualmente si ricorre all'impiego di sistemi d'infissione ad alta frequenza, cioè basati su vibratorii tarati a frequenze così elevate da indurre spostamenti contenuti alle strutture, purchè queste siano coerenti e con carichi omogeneamente distribuiti, ciò che non è sempre verificabile nell'edificato veneziano.

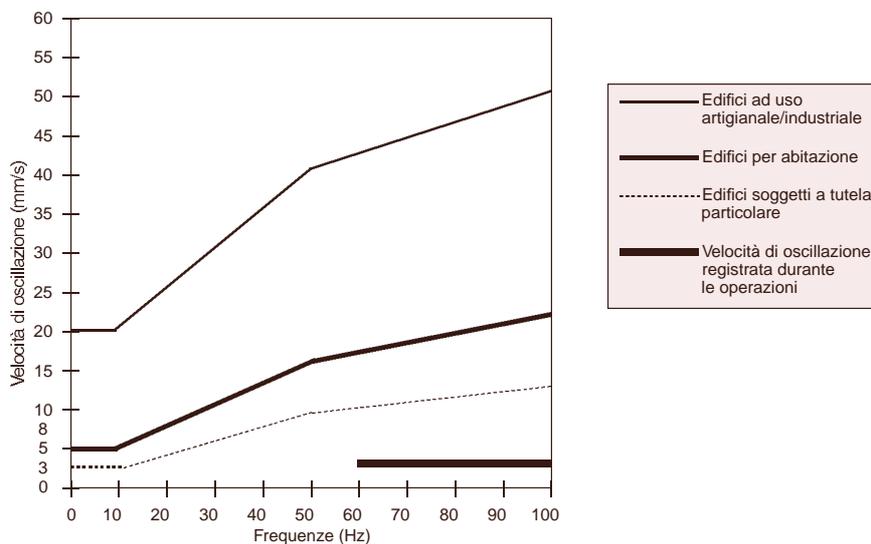
Allo scopo di testare l'entità delle vibrazioni indotte, nonché la loro accettabilità in funzione dei tipi di strutture presenti nello scavo dei rii dell'Insula del Ghetto, la Committenza in accordo con la Direzione Lavori e l'Impresa esecutrice, hanno avviato una campagna di prove vibrazionali condotta in sito, attraverso la loro misura puntuale mediante accelerometri collocati in punti prefissati nella zona interessata dall'intervento.

In mancanza di una specifica normativa italiana, al fine di valutare ed interpretare i dati forniti dagli strumenti e quindi il grado di disturbo delle vibrazioni agli edifici, i risultati ottenuti sono stati interpretati seguendo le linee guida date dalla normativa DIN 4150. Tale norma definisce i valori limite delle velocità di oscillazione ammissibili in funzione alla frequenza dominante per tre categorie di edifici, via via più delicati:

- edifici per uso artigianale e/o industriale e analoghi
- edifici adibiti ad abitazione e costruzioni analoghe per struttura ed utilizzo
- costruzioni particolarmente sensibili alle vibrazioni e soggette a particolari norme di tutela.

L'andamento di tali valori è rappresentato graficamente nel diagramma successivo che riporta la velocità di oscillazione in funzione della frequenza dominante.

Valori limite per le velocità di oscillazione secondo la norma DIN 4150



Questo inedito approccio (quanto meno a Venezia) di valutazione e interpretazione dei risultati è stato decisivo per la definizione delle procedure applicative, ma soprattutto ha evidenziato casi in cui era necessario operare senza indurre vibrazioni.

In tal senso oggi esistono, come sopra specificato, nuove tecnologie d'infissione/estrazione, che utilizzano un sistema oleodinamico, le quali sono in grado di infiggere le palancole per pressione e senza l'ausilio di vibratori.

### **Il consolidamento dei paramenti con prodotti d'iniezione**

Per il consolidamento delle rive si è proceduto con uno scavo a tergo del paramento (trinca), profondo circa 2 metri, al fine di rilevare lo stato fisico del muro di margina-mento, nonché di valutare visivamente lo stato di conservazione dello stesso su entrambi i fronti.

In particolare la riva nord di S. Girolamo presentava uno stato di degrado tale (il laterizio era praticamente assente) da non consentire nessun tipo di indagine conoscitiva strumentale, mentre la riva sud visivamente risultava meno degradata in quanto il laterizio era presente anche se risultava per la maggior parte assente la malta di allettamento.

Sulla scorta di tali prime informazioni e delle successive derivanti dai carotaggi e dalle indagini soniche, è stata prevista una procedura di consolidamento differenziata tra le due rive in ogni caso utilizzando una miscela di uno specifico prodotto d'iniezione a base di calce avente proprietà tixotropiche e di conseguenza resistente al dilavamento dai flussi d'acqua provenienti dalla muratura: il legante minerale NeoFip M-ID.

Il NeoFip M-ID è un formulato che coniuga l'uso delle materie prime originarie, in par-



*Operazioni di scavo "ad umido"*

ticolare la calce, alle odierne esigenze di ripristino della funzionalità di strutture che, come nel caso di Venezia, richiedono soluzioni tecnologiche su misura e decisamente innovative.

Formulato nei laboratori della FIP Industriale per gli interventi di scavo dei rii, il NeoFip M-ID è in sostanza uno speciale legante minerale che miscelato con acqua ed eventualmente sabbia, consente di ottenere miscele fluide da impiegarsi nel consolidamento funzionale di murature di mattoni, di pietra naturale o sistemi murari misti.

Caratteristica importante ed originale della miscela NeoFip M-ID è il comportamento reologico di tipo pseudoplastico o tixotropico allo stato fresco, che si traduce in un'ottima fluidità della miscela sottoposta a sforzi di taglio, e cioè durante la miscelazione o in fase di iniezione (dove peraltro è mantenuto il potere di penetrazione negli interstizi del supporto), mentre in stato di quiete la miscela assume un aspetto gelatinoso dovuto ad un rapido aumento della viscosità.

I seguenti grafici riportano, comparativamente, i profili reologici ricavati per via strumentale.

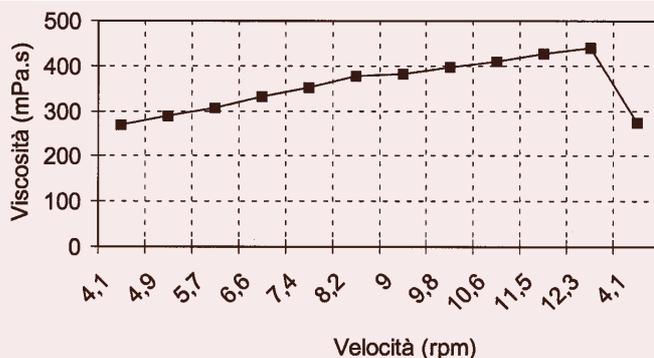


Grafico 1 -- Profilo reologico di una normale calce additivata

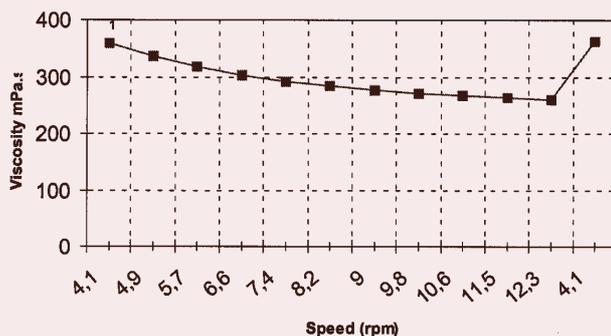


Grafico 2 -- Profilo reologico del NEOFIP M-ID

Valutando comparativamente i due grafici, risulta subito evidente il comportamento antitetico del NeoFip M-ID rispetto ad una tradizionale miscela d'iniezione a base di calce ed additivi.

Tale proprietà reologica si è rivelata pressoché indispensabile nel caso in cui si inter-

venga su strutture che presentano trasudamenti e/o venute d'acqua, poiché la miscela di NeoFip M-ID, una volta iniettata, è difficilmente dilavabile dall'acqua stessa. Una approfondita sperimentazione condotta prima nei laboratori dello IUAV e successivamente in cantiere, ha dimostrato la valenza di questo prodotto innovativo per l'efficace contributo ottenuto nell'intervento di consolidamento delle strutture. Per meglio comprendere ciò si riportano le foto dei campioni (carote) estratti prima e dopo l'intervento di consolidamento con miscela di NeoFip M-ID; si noti come la muratura dopo l'intervento sia stata reintegrata nelle parti mancanti dalla miscela e di conseguenza riportata all'originale stato di coerenza ed omogeneità.

#### **Carote estratte dalla riva S. Girolamo nord prima e dopo l'intervento di consolidamento**



**Fig. 1 - Prima dell'intervento di consolidamento    Fig. 2 - Dopo l'intervento di consolidamento**

Inoltre il NeoFip M-ID esibisce caratteristiche fisico meccaniche tali da soddisfare la piena compatibilità del prodotto con i materiali originari, ferme restando le prerogative di intrinseca resistenza all'azione aggressiva dei sali solubili che si sono accumulati nel corso del tempo nei mattoni e/o nelle malte costituenti l'opera.



**Ing. E. MANTOVANI**

**costruzioni**

**dragaggi**

**PADOVA**

### **SETTORE AMBIENTE**

- Interventi per il riequilibrio ambientale
- Discariche controllate
- Impianti di depurazione e smaltimento
- Conservazione della morfologia e dell'equilibrio idrodinamico delle lagune
- Espurgo dei bacini d'invaso
- Risanamento di zone umide inquinate

### **SETTORE COSTRUZIONI**

- Strade, autostrade, ferrovie ed aeroporti
- Fondazioni speciali
- Opere fognarie
- Ripristino di ponti e viadotti
- Opere di urbanizzazione
- Strutture civili ed industriali
- Opere in calcestruzzo armato

### **SETTORE INGEGNERIA IDRAULICA**

- Infrastrutture portuali
- Dragaggio, difesa e sistemazione idraulica
- Vie navigabili e valli da pesca
- Recupero di terre emerse e rinforzi arginali
- Condotte a mare
- Difesa di coste e spiagge
- Strutture offshore

VIA BELGIO, 26 • Z.I. CAMIN • 35127 PADOVA  
TEL. 0497622611 • FAX 0498703346  
E-mail: mantovani@mantovani-group.it