

# THS (Trevi Hydration System): una soluzione innovativa per risolvere problemi di cedimenti strutturali e crepe nei muri

DOTT. ING. DANIELE VANNI\*

## Premessa

Il dissesto di un manufatto con formazione di crepe e cedimenti nei muri può essere generato da diversi fattori. A parte i cedimenti iniziali per assetamento e consolidamento, durante la vita della struttura il dissesto può derivare da mutate condizioni dei carichi agenti (sopraelevazioni, costruzione di strutture adiacenti ecc.) o da cause naturali che riducono la capacità portante dei terreni di fondazione (frame, terremoti ecc.) o da variazioni volumetriche del terreno di fondazione che si verificano anche a distanza di molti anni dalla costruzione. Quest'ultimo caso è piuttosto frequente in tutta la zona subappenninica della Penisola ed è generalmente dovuta alla variazione del contenuto d'acqua dei terreni coesivi su cui sono costruite gran parte delle abitazioni con fondazioni dirette superficiali. L'alternarsi di anni particolarmente siccitosi con altri estremamente piovosi e/o gli abbassamenti generalizzati dei livelli di falda, infatti, provocano modifiche importanti del regime delle pressioni interstiziali nel terreno, in particolare della suzione superficiale, che interessano spessori sempre maggiori con conseguente significativo approfondimento della *Active Zone* (zona di terreno attiva, sensibile alle variazioni di umidità stagionale). L'effetto è esaltato in maniera talora

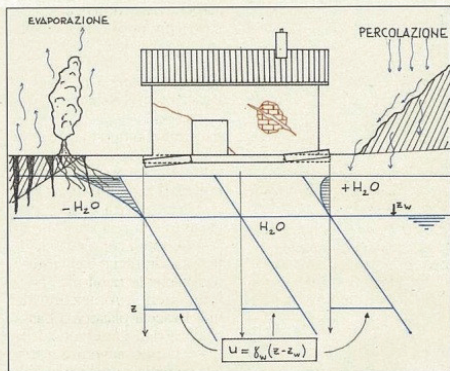


Figura 1. Conseguenze delle variazioni di umidità di un terreno coesivo

estremamente significativa dalla presenza di alberi ad alto fusto, posti in adiacenza agli edifici, i quali, assorbendo acqua dal suolo, accentuano gli spessori della frangia capillare, incrementando notevolmente le tensioni negative intergranulari. Le variazioni del contenuto d'acqua nei terreni coesivi determinano significative variazioni volumetriche dello stesso (rigonfiamento nei periodi umidi e contrazione nei periodi secchi) che si ripercuotono sulle strutture in elevazione causando dissesti e diffuse fessurazioni, di estensione ed ampiezza che possono generare importanti problemi ai fabbricati con fondazioni superficiali (Figura 1). Gli interventi di consolida-

mento del terreno finalizzati alla mitigazione di tali dissesti a carico del patrimonio edilizio generalmente ad oggi utilizzati sono o di tipo di tipo meccanico-strutturale (micropali, interventi di consolidamento in fondazione di vario tipo, ecc...), con l'obiettivo di riportare i carichi agenti a profondità maggiori non interessate dal fenomeno, o l'iniezione puntuale e localizzata di miscele auto indurenti (in genere resine) quali elementi di sottofondazione che, oltre a consolidare localmente, possono essere eseguite in pressione in modo da risolvere parzialmente le strutture. Mentre la prima tipologia di intervento (micropali, consolidamenti generalizzati) è pe-

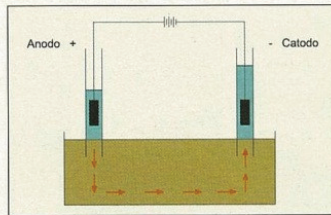


Figura 2. Schema sintetico dell'elettrosmosi (modificato da Hausmann, 1990)

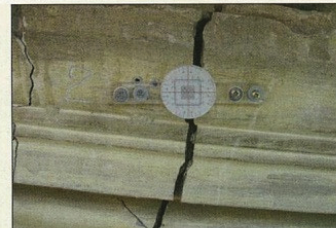


Figura 3. Crepimetro installato

rò molto costosa ed invasiva, la seconda (resine) ha sicuramente costi più ridotti ed impatto relativamente basso ma, nel caso specifico di dissesti generati da variazioni volumetriche cicliche del terreno, risulta molto spesso non risolutiva a medio termine. L'iniezione di resine infatti non agisce sulle cause del problema ma semplicemente ne mitiga temporaneamente i sintomi. Il terreno, infatti, potrebbe subire nuovamente cicli ritiro-rigonfiamento di maggiore entità, con conseguente riapertura di crepe e cavillature. La tecnologia THS (Trevi Hydration System) invece è concettualmente rivoluzionaria dato che consente di ottenere tramite elettrosmosi la reidratazione stabile e permanente del terreno e quindi di risolvere alla radice e definitivamente il problema. L'applicazione di un impianto elettrosmotico agisce direttamente sulle cause del dissesto, stabilizzando il contenuto d'acqua del terreno ed impedendone quindi future variazioni volumetriche. La potenzialità del principio elettrosmotico sta nella possibilità di indurre un flusso di fluido interstiziale senza la necessità di modificare la condizione tensionale in termini di tensioni totali e senza dover forzatamente modificare le condizioni idrogeologiche del sito. Il principale effetto dell'applicazione di un potenziale elettrico (Anodo + Catodo -) ad una massa di terreno saturo, a causa della natura elettrochimica della superficie delle particelle di argilla e della presenza di acqua nei pori, è quello di creare un flusso di acqua interstiziale verso il catodo (terminale negativo) (Figura 2).

## L'impianto Elettrosmotico (THS)

L'applicazione dell'elettrosmosi volta al consolidamento di terreni coesivi per deidratazione è tecnologia nota da tempo. Al contrario, l'applicazione di tale metodo, opportunamente implementato, alla reidratazione e stabilizzazione del contenuto d'acqua dei terreni coesivi è stata messa a punto e brevettata circa dieci anni fa in Italia. Trevi SpA ha recentemente acquisito tali brevetti, integrandoli con il proprio Know How fino alla definizione del metodo THS (Trevi Hydration System). L'impianto elettrosmotico è costituito da un insieme di elettrodi positivi e negativi,

costruiti e connessi con materiale non corrosibile, opportunamente dislocati in prossimità delle fondazioni dirette del manufatto, i quali generano un campo elettrico. Una volta messa in opera la strumentazione viene immessa all'interno del sistema una opportuna quantità d'acqua. Una volta azionato l'impianto si osserva che nel breve termine si ha un rapido fenomeno di reidratazione transitoria che annulla gli effetti della suzione stessa con conseguente rigonfiamento del terreno e il sollevamento della fondazione. Successivamente, una volta saturato il terreno fondale, si instaura un lievissimo flusso idrico libero nel sottosuolo che tende a mantenere costante nel tempo il contenuto di acqua naturale del terreno. In tale maniera si annullano gli effetti di essiccamento naturale dovuto a drenaggio ed evapotraspirazione, proteggendo il terreno di fondazione da ulteriori variazioni volumetriche. Nel caso specifico dell'applicazione THS (Trevi Hydration System) il lieve campo elettrico in termini di intensità e tensione, unitamente alle caratteristiche del sistema idraulico (aperto, a libero drenaggio), fa sì che il regime delle pressioni interstiziali indotte in condizioni stazionarie di lungo termine sia nullo. La tecnologia THS risulta quindi essere la reale soluzione ai problemi di dissesto statico degli edifici causati da fenomeni di ritiro dei terreni coesivi. Inoltre, l'inserimento di tale impianto risulta meno invasivo e meno oneroso rispetto alle metodologie adottate fino ad oggi nella risoluzione delle suddette problematiche (sottofondazioni) e risulta "environmentally friendly", non prevedendo l'iniezione di alcuna sostanza artificiale nel sottosuolo. Si evidenzia per altro che THS non può e non vuole essere ritenuto migliorativo delle condizioni strutturali del manufatto e/o delle caratteristiche geomeccaniche del terreno di fondazione, ma agisce unicamente sulla protezione e stabilizzazione nel tempo del regime delle pressioni interstiziali all'interno della *Active Zone*. E' pertanto indispensabile che, prima della sua applicazione, si effettui da parte di tecnici specializzati, una accurata verifica delle cause del dissesto e delle condizioni di stabilità del manufatto. A se-

guito di queste verifiche, è possibile redigere il progetto di intervento i cui effetti devono poi essere monitorati per un adeguato periodo. I tecnici Trevi, altamente qualificati, sono a disposizione per tali attività e collaborano con lo studio ENSER di pluriennale esperienza nello studio dei processi elettrosmotici.

## Il caso di Villa Silvia

Villa Silvia è un edificio settecentesco sito a Lizzano di Cesena (FC). In questa splendida villa la contessa Silvia Baroni creò un esclusivo circolo culturale, ove si susseguirono i migliori musicisti, scrittori e cantanti della Romagna. Fra questi si possono trovare i nomi illustri di Alessandro Bonci, Balilla Pratella e, primo fra tutti, Giosuè Carducci. Nel 2007 l'edificio ha manifestato cedimenti notevoli, evidenziati da crepe e fratture nei muri e nei pavimenti del piano terra. E' stato immediatamente posto in opera un sistema di monitoraggio mediante fessurimetri, di cui sono stati monitorati i movimenti. Sulla base delle successive indagini geognostiche condotte si è appurato che i terreni presenti in loco, al di sotto di una coltre detritica dello spessore medio di 0,60-0,80 m, sono costituiti da argille marmose estremamente compatte. Il maggior degrado è stato rinvenuto laddove le prove penetrometriche hanno riscontrato assenza di coltre detritica e massima resistenza penetrometrica della formazione argillosa marmosa di base. Per tale motivo si è ritenuto che le deformazioni e il conseguente stato fessurativo evidenziato dagli edifici in esame non fosse da imputare a deficienze di resistenza dei terreni di fondazione ma alla azione della variazione volumetrica stagionale del terreno. A cavallo tra il 2008 ed il 2009 è stato, quindi, progettato e messo in opera un doppio impianto elettrosmotico per la stabilizzazione del contenuto in acqua della *Active Zone*. Come prova speditiva dell'avvenuta idratazione è stata misurata la resistenza del terreno tra gli elettrodi prima e dopo l'avvio dell'impianto, notando un decremento di circa cinquanta volte. A seguito della posa in opera dell'impianto, nell'arco dei due anni successivi, si è potuto assistere alla chiusura della grande maggioranza delle fessure ed al successivo arresto dei movimenti misurati. E' stato monitorato l'assorbimento di acqua dall'impianto misurando un progressivo decremento tendente ad un valore costante che definirà la condizione di ottenuto equilibrio tra il fabbisogno idrico necessario al mantenimento del volume del terreno e le perdite dovute a permeazione ed evapotraspirazione.



Figura 4. Veduta dell'edificio a restauro completato

\*Direttore Servizio Progetti R&S Trevi Group

concrete  
structural engineering software

E' facile da usare?

Costerà molto?

C'è la relazione geotecnica?

Fa i disegni?

Considera gli interventi sull'esistente?

E' a posto con la normativa?

Avranno un servizio di assistenza serio?

Ci sarà un corso di istruzione?

E' affidabile?

Lo posso provare?

E il pushover per le murature?

## Sismicad 11. La risposta che cerchi.

Farsi molte domande è normale: il calcolo strutturale richiede tempo, dedizione, consapevolezza e responsabilità. Sismicad 11 è dotato di un solido software ad elementi finiti, possiede prestazioni di altissimo livello ed una estrema facilità di input, anche in AutoCAD LT®. La sua potenza di calcolo, frutto di vent'anni di esperienza con i tecnici del settore, lo rendono un prodotto di riferimento continuamente aggiornato e seguito da un customer care di qualità. Se cercavi delle risposte per i tuoi calcoli, con Sismicad 11 le hai trovate.

**SismicadUndici**  
L'evoluzione.

Concrete srl | Via della Pieve, 19 | 35121 Padova | Tel 049 87 54 720 | info@concrete.it