



**Dott. Geologo Adriano Fancelli**



Tel **340 3336004**  
Fax **0742 67105**  
E-mail **a.fancelli@tin.it**

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA  
Via M. D'Azeglio n° 6  
S.Eraclio di Foligno ( Pg )  
cap 06037 P iva 02516660541

Progettazione di Interventi Geologici - Progettazione interventi  
di Bonifica Idrogeologica - Valutazione Rischio Idraulico

Programmazione, progettazione e gestione delle Georisorse -  
Rilevamenti Geologici e Geomorfologici - Cartografia tematica

Pratiche smaltimento reflui - Programmazione Indagini  
Geognostiche - Studio dissesti fondali

Pratiche per Pozzi - Geologia Ambientale - Indagini sismiche  
Masw - Relazioni Geologiche e Geotecniche

Spett.le Sig. [REDACTED]

**OGGETTO : VALUTAZIONI GEOLOGICHE INTERVENTO DI  
STABILIZZAZIONE FONDALE CON ELETTROSMOSI - IMMOBILE LOC.  
CINGOLI .**

## **1- IL FENOMENO DI CEDIMENTO "PATOLOGICO"**

Il terreno di fondazione è quello che riceve il carico di una costruzione . A seguito di una sollecitazione dovuta all'applicazione di una pressione ( di carico ) , il terreno sottostante si deforma. Il cedimento è minimo o irrilevante in terreni ghiaiosi addensati o in rocce compatte , in terreni argillo - limosi poco consolidati può essere rilevante . Cedimenti di questo tipo possono essere definiti come "fisiologici", poiché si tratta di una reazione del terreno ( elastica e/o plastica ) conseguente al peso della struttura.

Esistono invece altri tipi di cedimenti ( patologici ) che non dipendono dal carico applicato ma da caratteristiche intrinseche del terreno . Le terre coesive , argillose , argillo-limose o limoso-argillose plastiche sono soggette a variazioni di volume legate al contenuto d'acqua ivi presente. In caso di idratazione ( periodo piovoso ) si ha un aumento di volume definibile come rigonfiamento , mentre con la

disidratazione, dovuta ad esempio ad una siccità, si assiste ad un progressivo ritiro o consolidazione .

Questi fenomeni , legati alle oscillazioni climatiche ( stagionali e periodiche ), in genere non avvengono in maniera uniforme ( per vari motivi ) , e ciò sottopone la struttura fondale ad una serie di stress differenziali che possono culminare con il suo lesionamento. Il terreno argilloso, nelle sue variazioni di volume "trascina" alternativamente le fondazioni in alto ed in basso e provoca delle variazioni di ampiezza nelle lesioni strutturali, con apertura delle crepe nel periodo siccitoso e chiusura in quello "piovoso" . Se non si interviene , il continuo ciclo di apertura e chiusura negli anni, conduce ad un progressivo peggioramento del quadro fessurativo.

## **2- ANALISI DELLE LESIONI E DELLA RELAZIONE GEOLOGICA ESISTENTE**

L'esame del fabbricato in oggetto permette di evidenziare lesioni tipiche da cedimento/ rigonfiamento delle argille .

I dati relativi alla relazione geologica prodotta dal collega Marchigiano, pur non essendo esaustiva sul piano geognostico evidenziano caratteristiche geologiche tipiche di questi fenomeni . La formazione dello Schlier è costituita da alternanze di marne, marne calcaree, marne argillose grigie e, subordinatamente, di calcari marnosi biancastri che in alterazione superficiale danno luogo ad argille e limi argillosi soggetti a fenomeni di cedimento / rigonfiamento .

Queste argille , per loro natura , sono potenzialmente sensibili alle variazioni meteo-climatiche e soggette alle variazioni di volume in precedenza descritte. Fra le varie indagini effettuate dal collega , purtroppo non risulta la verifica dei limiti di Atterberg, che avrebbe permesso di fugare ogni dubbio sulla plasticità dei terreni . Ad ogni modo , la tempistica, il tipo di struttura fondale , l'evoluzione

ciclica delle lesioni , la loro tipica apertura , sono tutti elementi che indirizzano piuttosto decisamente verso un cedimento differenziale "patologico" e non "fisiologico" . Ovvero un consolidamento ciclico, legato alla variazione di volume dei terreni e non alla semplice applicazione di un carico ( in questo caso le fessure non si sarebbero richiuse ).

Sia le risultanze dei dati geognostici esistenti , che gli andamenti climatici degli ultimi anni, caratterizzati da estati particolarmente calde e siccitose ( 2003 - 2007 - 2011-12 ) e periodi piuttosto piovosi ( es. 2002 , 2013-14 ) portano ad ipotizzare un fenomeno rigonfiamento e di consolidamento delle argille limose per successiva essiccazione .

Si auspica un approfondimento del quadro geognostico con sondaggi a carotaggio continuo e prove penetrometriche dinamiche ( anche leggere ) .

### **3- INTERVENTO CON ELETTROSMOSI**

Il principio e l'applicazione è nota dalla fine dell'ottocento . Esperimenti sui terreni sono stati condotti a partire dagli anni 30 fino alla fine degli anni 70 .

Questa tecnologia era inizialmente utilizzata per allontanare l'umidità dalle pareti degli edifici, sostanzialmente per ovviare a fenomeni di risalita capillare che possono creare problemi agli intonaci delle abitazioni .

Una particolare modifica della tecnica ( inversione del campo magnetico ed idratazione ) ha consentito di utilizzare il principio dell'elettrosmosi per re-idratare i terreni , risollevare le fondazioni cedute, richiudere le fessure ( nella componente verticale ) e stabilizzare nel tempo l'umidità nei terreni argillosi . Il metodo non agisce sui "sintomi" ma direttamente sulle cause , inoltre altro grosso vantaggio è che si tratta di una tecnica non invasiva. Nel Nord Italia questo tipo di intervento si è diffuso con continuità a partire dalla seconda metà degli anni 90, per merito di un collega pioniere di questi studi in Italia.

La idratazione continua dei terreni attraverso un apposito impianto ( immissione di acqua in fori verticali ) consente di ridare volume alle argille consolidate e di sopperire nel tempo alle perdite di acqua per evapotraspirazione superficiale e "suzione" operata dal terreno circostante rimasto anidro. Il processo elettrosmotico consente di ottenere la migrazione di acqua e dei sali in essa disciolti in un mezzo poroso , attivandone il flusso con l'applicazione di un campo elettrico continuo . Lo scopo è quello di mantenere l'umidità nel terreno di fondazione del fabbricato costante nel tempo, in modo da evitare cedimenti e rigonfiamenti differenziali . Il passaggio di corrente nel terreno coesivo consiste essenzialmente nella migrazione di ioni presenti nell'acqua che agiscono prevalentemente sull'impalcatura delle particelle d'argilla bloccandone le forze di suzione e la proprietà di variare il proprio volume in funzione del contenuto d'acqua ( che viene stabilizzato dall'impianto ) . Si crea in questo modo una zona satura di terreno al di sotto del piano di fondazione che non risente più delle variazioni di umidità stagionale .

Se l'intervento viene fatto al culmine della stagione siccitosa , la reidratazione sistematica del terreno porta ad un recupero volumetrico e ad un risollevarlo di esso - e della fondazione - con chiusura delle lesioni strutturali orizzontali del fabbricato . Non sono invece recuperabili eventuali distorsioni angolari, per le quali sarà necessario un intervento "edilizio" tradizionale sulla muratura.

Nel caso in esame , con le fratture già richiuse per rigonfiamento l'intervento permetterà di stabilizzare l'edificio ed evitare nel futuro i continui cicli di rigonfiamento e cedimento connessi alla variabilità meteorologica .

La nuova tecnologia si propone come valida ( efficace sulle cause , economica, e poco invasiva ) alternativa all'uso di pali e micropali ( molto più costosi ) e consente di intervenire direttamente sulle cause stabilizzando l'intero edificio e non solo parti di esso.

Sicuramente inefficace nel tempo, se non controproducente è invece l'utilizzo , scriteriato, delle **resine ad espansione** , palesemente inadatte a contrastare il

fenomeno descritto, come del resto ampiamente noto in bibliografia ( *Consolidazione dei terreni di fondazione con resine espandenti - Montagnani , Falciani , Berti , Magini - Geologia Tecnica & Ambientale 1/14 - 2014* ).

#### **4 - VERIFICA EVENTUALI CONTROINDICAZIONI SULLA BASE DELLA RELAZIONE PRODOTTA DAL COLLEGA**

Dal quadro geologico emerso dal precedente studio non sembrano sussistere controindicazioni ( *es. esistenza di un dissesto franoso quiescente* ) all'uso di questa tecnologia, né elementi geologici che potrebbero comprometterne l'efficacia ( *es. interazione negativa di strati drenanti o elementi naturali di interferenza al campo elettrico* ).

#### **5 - ESECUZIONE DEI LAVORI**

La fase di esecuzione presuppone una direzione lavori di carattere geologico , con verifica di eventuali imprevisti geologici che dovranno essere valutati attentamente in corso d'opera ( *es. profondità di infissione degli elettrodi* ). L'infissione degli elettrodi avviene attraverso l'esecuzione di vere e proprie prove penetrometriche.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti , approfondimenti e per la direzione lavori.

#### **6- ASSENZA CAMPI MAGNETICI**

L'applicazione di un campo elettrico in corrente continua non produrrà alcun campo magnetico pertanto non ci saranno interferenze con il campo magnetico terrestre.

#### **7. AGEVOLAZIONI FISCALI**

Essendo l'intervento di tipo manutentivo straordinario è soggetto all'applicazione degli sconti fiscali in essere :