

NUOVA TIPOLOGIA DI IMPIANTO HBC: SENSORI DI UMIDITA' A CONTROLLO VOLUMETRICO PER LA GESTIONE E LA STABILIZZAZIONE DEL GRADO DI SATURAZIONE DI TERRENI ARGILLOSI IN CONTESTI STRATIGRAFICI CRITICI.

Rocco Carbonella (roccocarbonella@hbc-consolidamenti.it)
Hydro Buildings Consolidation srl.

Gualtiero Cenni (gualtierocenni@hbc-consolidamenti.it)
Hydro Buildings Consolidation srl.

ABSTRACT. Nell'ambito del "sistema HBC" di stabilizzazione dei terreni argillosi soggetti a ritiro e rigonfiamento è stata messa a punto una nuova tipologia di impianto. Esso risulta efficace anche in situazioni particolari caratterizzate da disomogeneità areale e di stratificazione con presenza di orizzonti argillosi di piccolo spessore, lenti di sabbia, volumi di riporto eterogenei ecc. Il sistema rileva il grado di saturazione e, nel caso, eroga al terreno la quantità d'acqua necessaria a ripristinare il valore voluto. Si illustra il caso attualmente allo studio.

1. Introduzione

"Il sistema HBC" sfrutta la capacità dei terreni sottosaturi di richiamare la fase liquida quando posti a contatto con acqua libera e si basa sul principio di creare una disponibilità di acqua in modo da annullare le forze di suzione presenti nel terreno o di impedirne la comparsa in seguito ad essiccamento. L'impianto HBC classico (CARBONELLA et al, 2011) non fa altro che fornire acqua man mano che il terreno la perde per evapotraspirazione ed è adatto per orizzonti argillosi omogenei di buon spessore. In situazioni particolari con strati eterogenei di piccolo spessore, volumi di riporto, lenti sabbiose ecc. l'impianto classico non è più consigliabile in quanto non è controllabile la quantità d'acqua erogata. l'impianto a controllo volumetrico supera tale limitazione, poiché l'erogazione dell'acqua comincia quando appositi sensori rilevano un valore di umidità inferiore ad un limite minimo stabilito e continua, con portata calcolata in base alle precipitazioni medie del sito, fino a quando la quantità d'acqua dispersa è uguale a quella necessaria a ripristinare il grado di saturazione voluto.

2. Caso di studio

Inquadramento geologico-geotecnico-stratigrafia

L'area in studio si individua nella zona di transizione tra l'alta e la media pianura. Strutturalmente è identificabile come una geosinclinale subsidente colmata dai sedimenti alluvionali abbandonati dai vari corsi d'acqua sfocianti dalle vallate appenniniche (BERGONZONI ELMI, 1997).

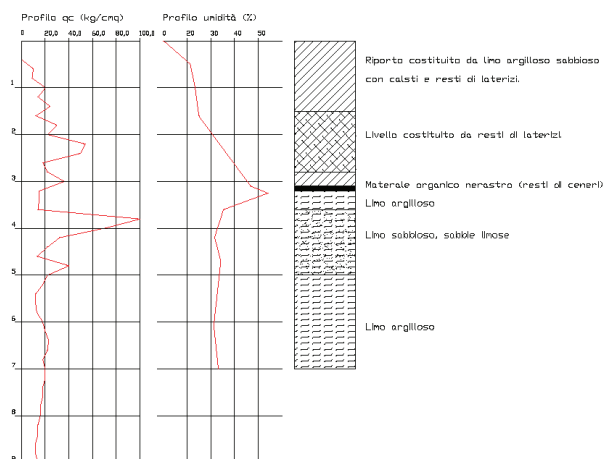


Figura 1. Prova penetrometrica, variazione dell'umidità e stratigrafia dello spigolo Sud Est dell'edificio.

Il processo di colmamento della depressione padana, attuatosi in maniera completa durante tutto il

Quaternario, ha prodotto l'impilamento di grossi spessori di sedimenti continentali che, nella zona di interesse, raggiungono anche i 100-150 metri di spessore. Il substrato sul quale poggiano questi materiali è costituito da argille marine di ambiente costiero intercalate a livelli di sabbie con spessori e distribuzione variabile da luogo a luogo. Procedendo ad una analisi generalizzata si può riconoscere una progressiva diminuzione della granulometria dei sedimenti continentali procedendo dal margine collinare verso la pianura. I depositi superficiali, soprattutto, quelli ubicati all'interno del tessuto urbano, sono spesso fortemente antropizzati. Nello specifico, parte dell'edificio in esame, è ubicato su di una vecchia carbonaia demolita, i cui resti sono parte integrante del terreno di fondazione. Risulta di conseguenza un assetto stratigrafico molto eterogeneo sia dal punto di vista geometrico (gli spessori dei materiali di riporto sono variabili e, talora, assenti) sia per quanto concerne la variabilità della natura granulometrica degli stessi.

Descrizione della struttura e del dissesto, progetto dell'intervento

Il fabbricato oggetto della sperimentazione, costruito negli anni 1939/1940, è composto da un piano interrato e da sei piani fuori terra ed ha una forma a T di dimensioni 26.00x11.00 l'ala e 9.80÷13.00x11.90 m l'anima. Si tratta di una struttura in muratura portante di mattoni costituita da muri esterni di due teste (tre fino al primo piano) e da muri di spina e di controvento di una testa (due fino al primo piano). All'attacco ala-anima, sezione notoriamente critica per lo sviluppo di lesioni, le uniche strutture irrigidite sono costituite dai due muri d'ambito del vano scala in quanto gli altri muri sono forati o non hanno continuità. Inoltre i solai, essendo orditi nell'altra direzione, non esplicano alcuna azione di cucitura. Essi sono in latero-cemento gettati in opera, quello di sottotetto non è portante, mentre il coperto è realizzato con struttura di legno e tavelloni di laterizio. Il quadro fessurativo riscontrato denuncia l'esistenza di un dissesto generalizzato, anche se risulta evidente una concentrazione delle lesioni all'attacco anima-ala del T e sulle murature limitrofe che indica una rotazione dell'anima verso il cortile posteriore. Il movimento è ben segnalato anche dall'aumentare dell'apertura delle lesioni verso i piani alti. In generale tutti i muri orientati est-ovest hanno subito un abbassamento con rotazione verso il cortile. Dai sondaggi sul terreno e sulle fondazioni è emerso che il fabbricato è stato costruito in parte su una "buca". In particolare si ha che la porzione di fabbricato verso il cortile è fondata a quota -2.20, rispetto al piano di campagna, su un riporto di un metro abbondante di macerie. Anche la parte centrale è fondata su riporto, anche se di minor spessore, mentre, la porzione ad ovest è fondata direttamente sul terreno in posto a quota -2.75 circa.

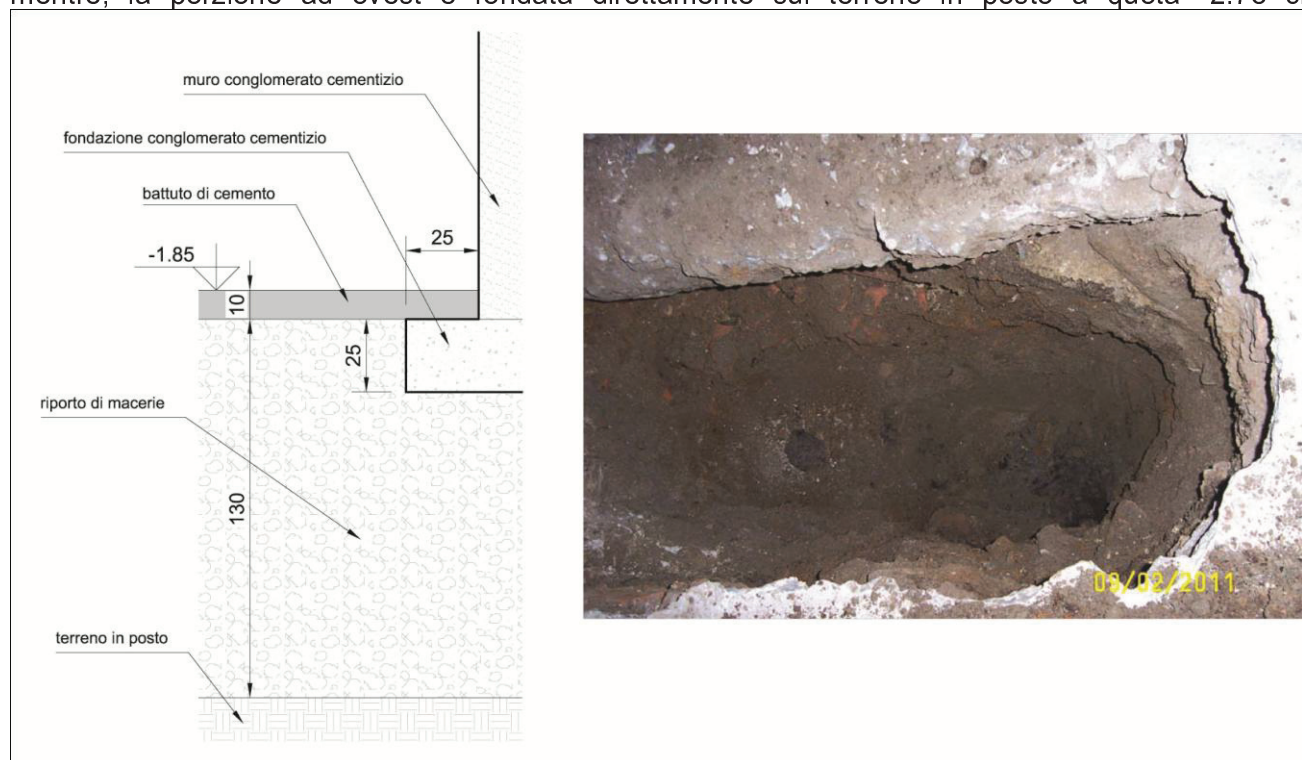


Figura 2. Sezione della fondazione e saggio esplorativo.

Come si faceva allora, le fondazioni sono costituite da un conglomerato grossolano magro e sporgono

20÷25 cm dal muro. Data la disomogeneità del terreno di sedime, con la presenza parziale di riporto e di uno strato di terreno argilloso di spessore ridotto, si è optato per la realizzazione dell'impianto a controllo volumetrico di seguito descritto. Lungo il perimetro posteriore del fabbricato, all'interno del terreno di riporto, è stato posato un tubo di polietilene forato con all'interno un'ala gocciolante da irrigazione di opportuna portata. Essa è alimentata da un impianto idrico con derivazione da un locale lavanderia nello scantinato. All'interno del fabbricato, interrate nello strato argilloso da stabilizzare, sono collocate due sonde per il controllo dell'umidità accoppiate ad un rilevatore di campo collegato a sua volta ad una unità di controllo principale che ne riceve ed elabora i dati. Essa fa la media dei valori rilevati dalle sonde e, qualora sia inferiore al valore di soglia impostato, aziona tramite relè un programmatore giornaliero settato con frequenza e durata opportune. Esso, a sua volta, è alimentato da un interruttore orario con programmazione annuale che fissa gli intervalli temporali di erogazione dell'acqua. Raggiunta la soglia minima di umidità (90% del grado di saturazione) l'unità di controllo aziona il programmatore giornaliero che aprirà l'elettrovalvola per l'erogazione dell'acqua con la prima finestra temporale utile prevista dall'interruttore orario annuale.

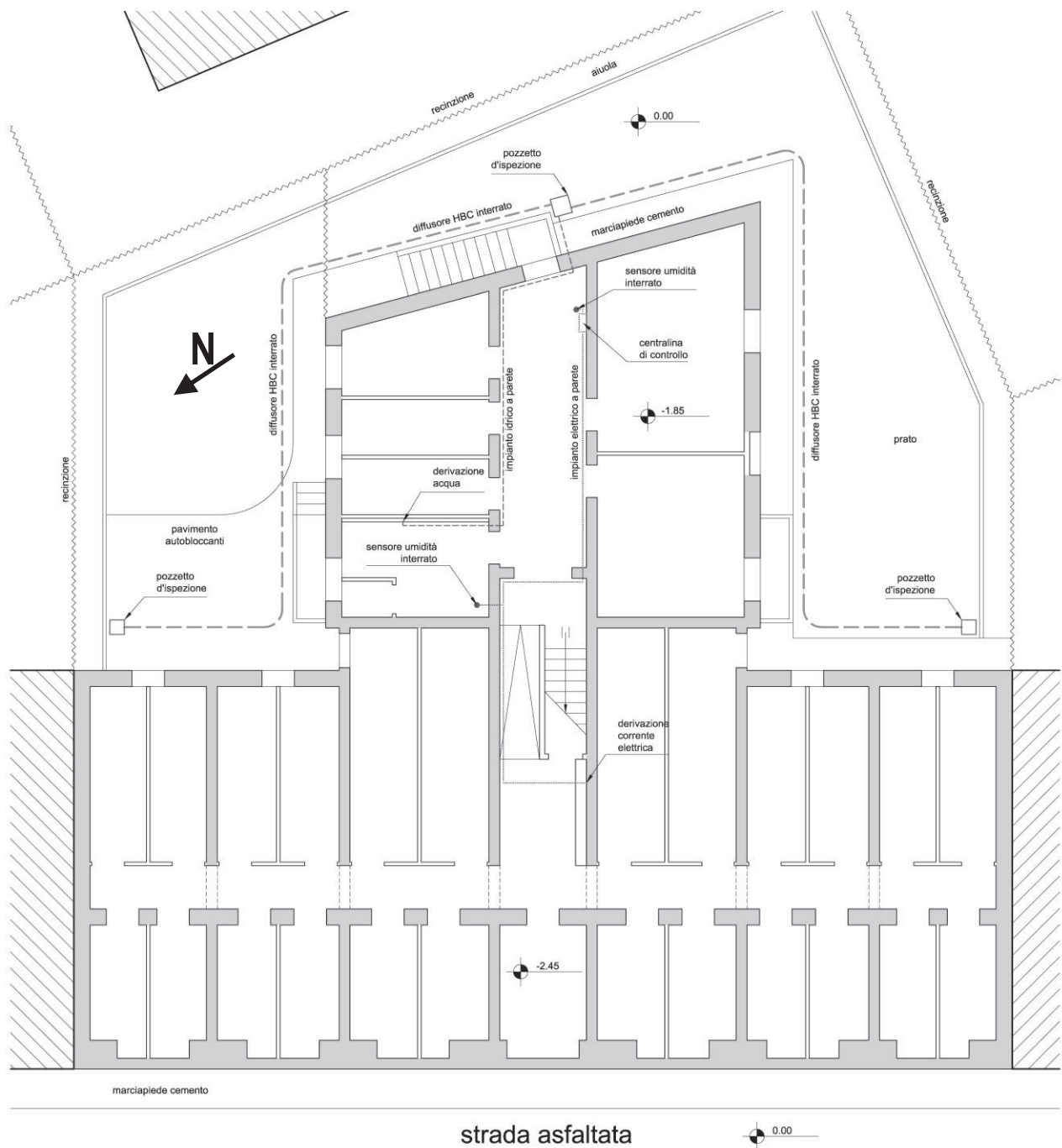


Figura 3. Planimetria e schema dell'impianto

L'erogazione dell'acqua terminerà allo scadere della finestra temporale o al raggiungimento della soglia di umidità massima (96% del grado di saturazione). All'apertura della successiva finestra temporale, qualora l'umidità sia ancora inferiore al minimo, riprenderà l'erogazione altrimenti no. Tale doppio controllo sull'erogazione dell'acqua ha lo scopo di limitare la quantità complessiva fornita in un anno. Infatti, considerando la bassa permeabilità del terreno e, soprattutto, la sua disomogeneità, è rischioso affidare l'interruzione dell'erogazione esclusivamente al raggiungimento del valore massimo di umidità da parte del rilevatore in quanto non v'è certezza dell'uniforme diffusione dell'acqua. In pratica, determinato il contenuto d'acqua del terreno saturo e fissato il grado di saturazione minimo a cui azionare l'erogazione, si determina il volume complessivo dell'acqua necessaria per ripristinare il grado di saturazione voluto del volume di terreno da stabilizzare. Fissata a sua volta la portata dell'ala gocciolante da installare, si setta frequenza e durata giornaliera sul programmatore, oltre che frequenza e durata delle finestre temporali dell'interruzione orario annuale, in modo che la portata giornaliera per la durata della finestra uguagli il volume di acqua da erogare. La portata giornaliera e la portata annua complessiva massima vengono parametrize sia ai valori medi di piovosità del sito ricavati dagli archivi pluviometrici, sia ai consumi medi rilevati sugli impianti HBC esistenti.

3. Conclusioni

L'impianto volumetrico controlla che le condizioni di umidità del terreno siano ottimali e sopperisce ad eventuali deficit pluviometrici delle stagioni secche. Esso è stato pensato per essere applicato anche in situazioni di disomogeneità del terreno di sedime ed in contesti stratigrafici critici. Il "sistema HBC" a controllo volumetrico gestisce ed integra gli apporti di acqua al terreno simulandone la diffusione naturale.

4. Bibliografia

- BERGONZONI A., ELMI C (1997). *Geologia del territorio urbano di Bologna*. Geologia delle grandi aree urbane, Progetto Strategico CNR; Bologna, 1997.
- CARBONELLA R., CENNI G., FRANCESCHINI M. (2011) *Stabilizzazione di Terreni Argillosi Soggetti a Fenomeni di Ritiro e Rigonfiamento: un intervento eseguito su un fabbricato dissestato sito a Bologna*. Innovazione Tecnologica nell'Ingegneria Geotecnica, XXIV Convegno Nazionale di Geotecnica Edizioni AGI