

OPERE DI FONDAZIONE: CRITICITÀ TIPICHE E SOLUZIONI PER GARANTIRNE LA DURABILITÀ

Le strutture interrato sono costantemente a contatto con l'umidità del terreno, con le acque di percolazione o con la falda e necessitano quindi di protezione e impermeabilizzazione. La cura ed il presidio dei punti critici, quali riprese di getto, corpi passanti, giunti strutturali e distanziatori cassero è indispensabile per una loro perfetta tenuta idraulica anche per contrastare acque con elevato grado di salinità ed inquinanti.

Le fondazioni costituiscono l'insieme di elementi strutturali aventi la funzione di trasmettere i carichi al terreno, e **garantirne la durabilità nel tempo** rappresenta una priorità progettuale. Le strutture interrato, che delle opere di fondazione fanno parte, sono utili anche per l'edificazione di strutture accessorie e di servizio (parcheggi, vani tecnici, unità produttive, depositi o cantine) e la necessità di sfruttare il sottosuolo deriva dalla **carenza di nuovi spazi edificabili e dall'elevata densità urbanistica** di molte città.

VALUTAZIONI PRELIMINARI

Il punto di partenza per la realizzazione di strutture interrato consiste in un'accurata valutazione delle **caratteristiche morfologiche del terreno** e della presenza d'acqua nei diversi periodi dell'anno, che consente di vagliare il contesto nel quale verrà realizzata la nuova struttura - ovvero se con acqua in pressione, con acqua di percolazione o con umidità diffusa - e conseguentemente considerare il sistema impermeabilizzante più opportuno da impiegare, anche in funzione della **differente permeabilità all'acqua** specifica dei vari tipi di terreno. Terreni costituiti da granuli **grossolani** (ghiaiosi) sono **molto permeabili** e in questi casi l'acqua scorre e si infiltra facilmente al loro interno, viene drenata e non rimane in superficie. Nei terreni costituiti da granuli molto piccoli, come ad esempio i **terreni argillosi**, l'acqua filtra con molta più difficoltà, aumentando la probabilità che questa permanga negli strati più superficiali. Questi aspetti fanno riferimento più in generale alla **Legge di Darcy** che governa dal punto di vista matematico il moto di fluidi nei mezzi porosi, anche in relazione alla loro struttura microscopica (ad esempio tipologia, tortuosità, lunghezza e ampiezza dei pori).

Per quanto riguarda le opere in calcestruzzo la UNI EN 206:2016 "Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità" stabilisce che un calcestruzzo può essere definito "impermeabile" se il suo rapporto a/c < 0,55. Questo può valere solo da un punto di vista teorico, in quanto, nelle condizioni reali, tenuto conto anche di tutte le fasi esecutive che contraddistinguono la realizzazione (confezionamento, impasto, trasporto e getto del conglomerato cementizio) è davvero molto difficile ottenere un calcestruzzo esente da difetti e quindi perfettamente impermeabile in tutta la sua massa. Infatti anche le più piccole incoerenze (fessure, nidi di ghiaia, ecc.), così come le riprese di getto e i giunti strutturali, costituiscono un passaggio preferenziale per l'acqua, e non solo. Le cause di generazione di fenomeni fessurativi all'interno del calcestruzzo sono numerose, come ad esempio il ritiro in fase di maturazione, i movimenti sismici e gli assestamenti in fondazione. Controllare tutti questi fenomeni ed avere la certezza dell'assenza di fessurazione all'interno del calcestruzzo gettato in opera è complicato; a questo si aggiunge che l'acqua che penetra nel calcestruzzo è di natura acida e aggressiva sia per i componenti di base del calcestruzzo che per le barre d'armatura. Stando a queste considerazioni, la soluzione da adottare per impedire penetrazioni d'acqua nel calcestruzzo e infiltrazioni nei locali interrati, consiste nell'implementare un valido sistema impermeabilizzante unito a un buon mix design e ad una corretta messa in opera del conglomerato cementizio costituente la struttura.

CRITICITÀ TIPICHE DELLE STRUTTURE INTERRATE

I punti critici delle strutture interrato sono: le **riprese di getto** parete-platea e tra pareti adiacenti; i **corpi passanti** sulle pareti o in platea; i **giunti strutturali**; i **distanziatori cassero**, plastici o metallici.

La **ripresa di getto** costituisce il principale elemento di discontinuità nel getto, sia sul piano orizzontale che sul piano verticale, ed è quindi necessario presidiarla opportunamente al fine di garantirne la tenuta idraulica. DRACO dispone di diverse tipologie di giunti bentonitici e/o in gomma butilica, quali WATERSTOP RX e XP, [DRACOJOINT](#) e [SEALJOINT](#), idonei per le riprese di getto e specifici per acqua dolce, salina o anche contaminata. Inoltre, DRACO dispone di un giunto iniettabile per riprese di getto, quale [MAGISTAR FLEX TUBE](#) che, posizionato nella ripresa di getto, consente l'esecuzione di iniezioni nel calcestruzzo in caso di infiltrazioni d'acqua. In corrispondenza di eventuali **corpi passanti** presenti sulle pareti verticali o in platea, l'interfaccia tra materiali diversi costituisce un percorso preferenziale per l'acqua contenuta nel terreno. Pertanto, in fase di pre-getto, intorno alla tubazione passante si posizionerà il giunto idroespandente e successivamente la membrana impermeabilizzante sarà da sagomare intorno al corpo passante, sigillando il raccordo tra telo e corpo passante con [MAGISWELL 101](#), mastice idroespandibile, e presidiando le sovrapposizioni tra spezzoni di telo con stucco idroespandibile bentonitico [BENTOSEAL](#).



Applicazione del mastice BENTOSEAL, in corrispondenza di teli bentonitici.

Il **giunto strutturale** è l'interruzione della continuità di una struttura con la duplice funzione di favorire la libera dilatazione termica di una struttura lunga ed evitare il fenomeno di “martellamento” tra strutture adiacenti nel caso di sisma. Quindi, un giunto strutturale ben progettato consente un movimento sufficiente delle parti oscillanti permettendo alla struttura di rimanere illesa dal sisma, ma, ai fini della tenuta idraulica, il giunto rappresenta un punto da trattare con particolare cura. La sua impermeabilità all'acqua può essere garantita in due modi:

- internamente al getto di c.a. mediante l'impiego di profilati in PVC impermeabili ad elevata elasticità (come i **WATERSTOP** in PVC di DRACO);
- esternamente al getto mediante un nastro in TPE flessibile (**FLEXIJOINT** di DRACO) incollato al supporto con adesivo epossidico (**EP FIX HP** di DRACO).



Nastro in TPE FLEXIJOINT incollato con adesivo epossidico EP FIX HP.

Per prevenire infiltrazioni d'acqua dai **distanziatori cassero** si hanno generalmente 2 casi: nel caso di distanziatore con lamelle metalliche solitamente si interviene tagliandoli e stuccando il foro con malta cementizia. Nel secondo caso, quando sono utilizzati i tipici distanziatori plastici cilindrici, DRACO dispone di una soluzione specifica più agevole, costituita da tappi corrugati idroespandibili **TAPPO SMART**, composti da un'anima in plastica rigida e da un cappuccio corrugato in gomma idroespansiva.



QUALITÀ PER L'EDILIZIA

LINEA CALCESTRUZZO
Additivi e sistemi per il calcestruzzo.

LINEA RESTAURO e PROTEZIONE
Malte e sistemi per il restauro delle strutture.

LINEA PAVIMENTI
Resine e prodotti per le pavimentazioni industriali.

LINEA UNDERGROUND e TUNNELLING
Soluzioni chimiche per fondazioni speciali e gallerie.

LINEA IMPERMEABILIZZAZIONE
Sistemi per le impermeabilizzazioni delle strutture.

LINEA RISANAMENTO e BIOEDILIZIA
Risanamento, coibentazione e benessere abitativo.

COME SCEGLIERE IL SISTEMA IMPERMEABILIZZANTE PIÙ IDONEO

Come già anticipato, la scelta del sistema impermeabilizzante più idoneo da adottare per le strutture interrato, così come la scelta della tipologia di fondazione, dipende certamente dalle condizioni ambientali in cui la struttura è inserita, unitamente alle **condizioni idrogeologiche specifiche** esistenti al suo contorno ed in particolare a ciò che succede nelle superfici di contatto struttura – terreno. Si affrontano di seguito 3 situazioni piuttosto ricorrenti:

1. **umidità presente nel terreno;**
2. terreno non drenante nello scavo che genera **accumulo di acqua;**
3. terreno con **acqua in pressione.**

1 - Umidità nel terreno

In questo caso l'impermeabilizzazione non è sottoposta a carichi idrostatici rilevanti. Ciò è dovuto sostanzialmente alla tipologia di terreno generalmente formato da sabbia e ghiaia, componenti che hanno la caratteristica di essere drenanti e quindi sono in grado di smaltire con una certa efficacia le acque di percolazione senza creare particolari fenomeni di accumulo. Questa condizione generalmente può essere ottenuta anche con terreni non drenanti applicando però al piede della fondazione e su tutta la superficie verticale un idoneo sistema di drenaggio.

In questa situazione può essere sufficiente limitare l'impermeabilizzazione alle sole pareti controterra, con prodotti di rapida e pratica applicazione come [MAGIFLEX BRAVO](#) della DRACO, impermeabilizzante cementizio flessibile bicomponente a base di inerti selezionati, leganti idraulici, additivi e polimeri (componente A) da miscelare con resina elastomerica (componente B).



Applicazione a rullo di MAGIFLEX BRAVO.

2 - Terreni compatti e accumulo d'acqua

Qui la presenza di terreni compatti o di terreni argillosi, nei quali non sia stato applicato alcun tipo di sistema di drenaggio, favorisce l'accumulo di acqua. Le operazioni di scavo generano spesso un'alterazione degli equilibri tra acqua e terreno, così, dopo la realizzazione del manufatto ed il successivo rinterro, l'area d'intervento avrà un grado di compattazione notevolmente ridotto e quindi un'elevata porosità, rispetto al circondario. Per questo, essa costituirà un vero e proprio **bacino di drenaggio** verso il quale l'acqua della zona limitrofa tenderà a trasmigrare, generando delle **pressioni temporanee, ma consistenti**.

In questa condizione, è necessario realizzare un'impermeabilizzazione continua sottoplatea, con risvolti verticali sulle pareti fino a portarsi al di sopra della quota del terreno.

3 - Costruzioni in falda e acqua in pressione

Nel terzo caso, l'acqua in pressione, dovuta alla presenza della falda, viene a diretto contatto con la struttura condizionando non soltanto la scelta del tipo di impermeabilizzazione, ma anche il tipo di struttura. Quindi, laddove è presente un elevato battente idraulico, anche qualora fosse solo in alcuni periodi dell'anno, è fondamentale realizzare una struttura di fondazione in grado di contrastare la spinta dell'acqua in pressione: l'unica struttura fondale in grado di assolvere totalmente a questo compito è la platea.

Anche in questo caso, così come nel precedente, è necessario realizzare un'impermeabilizzazione continua sottoplatea, con risvolti verticali sulle pareti fino a portarsi al di sopra della quota del terreno.

DRACO ha sviluppato un'ampia gamma di prodotti impermeabilizzanti idonei per proteggere le strutture interrato anche in presenza di acqua con elevato grado di salinità e di inquinanti. Oltre a membrane bentonitiche idroattive autoaggancianti della gamma **VOLTEX** e **VOLTEX DS** (quest'ultimo dotato di un'ulteriore membrana solidale in polietilene, ideale per le strutture verticali) idonei per il contatto con acque dolci, sono presenti anche i teli bentonitici **VOLTEX CR** e **VOLTEX DS CR** (quest'ultimo dotato di un'ulteriore membrana solidale in polietilene, ideale per le strutture verticali) specifici per acque con elevato grado di salinità. In caso di contatto con acque anche contaminate, si potrà valutare l'impiego di **ULTRASEAL XL** membrana impermeabilizzante polimerica idroreattiva.

4 – Impermeabilizzazione di fondazioni in presenza di acqua ad elevata salinità: la case history di un residence a San Benedetto del Tronto

Un caso applicativo in cui l'adozione di Voltex CR si è rivelata ottimale per fronteggiare le complicazioni date dall'alta salinità dell'acqua presente in falda, è quello della ricostruzione di un residence a 200 metri dalla spiaggia di San Benedetto del Tronto, in provincia di Ascoli Piceno. La precedente struttura è stata completamente demolita, per procedere alla realizzazione di un nuovo edificio in legno: un intervento così profondo ha interessato quindi anche la progettazione di un nuovo sistema di protezione delle fondazioni.

Vista la loro esposizione all'acqua di falda, ed essendo questa particolarmente salata per la vicinanza al mare, la scelta obbligata è stata quella di optare per l'impermeabilizzazione delle fondazioni con i teli bentonitici VOLTEX CR. Leggi [la case history completa sul sito Draco](#).



QUALITÀ PER L'EDILIZIA

LINEA CALCESTRUZZO
Additivi e sistemi per il calcestruzzo.

LINEA RESTAURO e PROTEZIONE
Malte e sistemi per il restauro delle strutture.

LINEA PAVIMENTI
Resine e prodotti per le pavimentazioni industriali.

LINEA UNDERGROUND e TUNNELLING
Soluzioni chimiche per fondazioni speciali e gallerie.

LINEA IMPERMEABILIZZAZIONE
Sistemi per le impermeabilizzazioni delle strutture.

LINEA RISANAMENTO e BIOEDILIZIA
Risanamento, coibentazione e benessere abitativo.



Teli bentonitici VOLTEX per l'impermeabilizzazione di una struttura interrata.

ing. Francesco Di Carlo
Specialista in stime immobiliari, infiltrazioni, umidità e muffe