



Arch. Stefano Lancellotti
Patologo / Tecnologo Edile

Consulenza tecnologica per
decisioni sul costruito

Diagnosi, strategie e scelte
tecniche prima di progettare
o intervenire

Proposta tecnologica

Riparazione protettiva del
calcestruzzo armato nel civile
ordinario

Versione 1.0

maggio 2026

Documento tecnico aperto

Uso consentito con
attribuzione dell'autore

LANCELOTTI
CULTURA DELLA QUALITÀ EDILE

PERCHÉ RIPARARE IL CALCESTRUZZO ARMATO CON LO STESSO CRITERIO CHE NON HA FUNZIONATO?

Proposta tecnologica

Criterio **BRAD**

Barriera – Ripresa Adesiva - Duttività

“Protezione a barriera, ripresa adesiva e malta a comportamento duttile nella riparazione del calcestruzzo armato nel civile ordinario”

Arch. Stefano Lancellotti

© 2026 Stefano Lancellotti

Licenza: Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale

www.lancellottirestauro.com

Autore

Arch. Stefano Lancellotti

Contatti:

lancellotti@edilan.it

335.620.22.21

Autore

Arch. Stefano Lancellotti
Patologo / Tecnologo Edile

Versione del documento

Versione 1.0 – maggio 2026

Denominazione della proposta

La proposta viene indicata nel presente documento come **Criterio BRAD**, acronimo di **Barriera – Ripresa Adesiva – Duttilità**. La denominazione non identifica un prodotto commerciale né un sistema chiuso, ma un criterio tecnologico applicativo per la riparazione protettiva del calcestruzzo armato nel civile ordinario.

Diritto d'autore e licenza

© 2026 Stefano Lancellotti.

Il presente documento è pubblicato come documento tecnico aperto con licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale – CC BY 4.0, salvo diversa indicazione per immagini, marchi, schede tecniche, denominazioni commerciali e materiali appartenenti a soggetti terzi.

È consentito citare, condividere, riprendere e sviluppare i contenuti della presente proposta, anche in ambito tecnico, professionale e commerciale, a condizione che venga riconosciuta in modo chiaro la paternità originaria dell'elaborazione all'autore.

Citazione consigliata

Lancellotti, S. (2026). Perché riparare il calcestruzzo armato con lo stesso criterio che non ha funzionato? Criterio BRAD: protezione a barriera, ripresa adesiva e duttilità nella riparazione protettiva del calcestruzzo armato nel civile ordinario. Versione 1.0, maggio 2026.

Nota di metodo

Il presente documento non costituisce norma tecnica, capitolato generale, manuale di posa o pubblicazione sperimentale di laboratorio. È una proposta tecnologica applicativa, elaborata dall'autore sulla base di osservazioni tecniche, esperienza di cantiere, lettura critica delle prassi correnti, documentazione tecnica disponibile e distinzione tra riparazione protettiva di strutture portanti e interventi associati a rinforzo strutturale.

La proposta non sostituisce la valutazione del progettista, del direttore dei lavori, dello strutturista o delle figure tecniche responsabili dell'intervento. Ogni applicazione deve essere verificata in funzione dello stato reale della struttura, della perdita di sezione delle armature, del grado di degrado del calcestruzzo, dell'esposizione ambientale, delle condizioni di cantiere, delle schede tecniche aggiornate dei prodotti utilizzati e delle normative applicabili.

Identificativo digitale

DOI: da inserire dopo eventuale pubblicazione su archivio digitale.

Due mondi applicativi da non confondere

Quando si parla di riparazione del calcestruzzo armato si commette spesso un errore iniziale: considerare come unico campo applicativo interventi che, nella realtà del cantiere, appartengono a mondi molto diversi.

Il ripristino di un frontino di balcone, di un sotto balcone o dei travetti di un solaio in laterocemento non ha la stessa organizzazione, la stessa economia, le stesse attrezzature e lo stesso controllo operativo di un intervento su infrastrutture, opere in cemento armato precompresso, superfici massive o strutture esposte ad ambienti aggressivi severi.

Nel civile ordinario si lavora quasi sempre su elementi minuti, geometrie discontinue, accessi difficili, importi limitati, manodopera spesso non specialistica e calcestruzzi di qualità modesta.

Negli interventi infrastrutturali o industriali, invece, entrano in gioco superfici estese, attrezzature dedicate, impianti di cantiere più strutturati, possibilità reali di sabbiatura, idrosabbiatura, controlli, prove, capitolati specialistici e operatori abituati a procedure più rigorose.

Tenere insieme questi due mondi in una generica idea di “riparazione del calcestruzzo armato” produce equivoci tecnici e prescrizioni spesso poco aderenti alla realtà.

Il campo di questa proposta

Qui mi riferisco soprattutto al primo campo, quello civile: frontini di balconi, sotto balconi, travetti di solai in laterocemento e porzioni corticali degradate di elementi in calcestruzzo armato.

Parliamo comunque di strutture portanti, non di parti decorative o secondarie, la precisazione è necessaria perché il termine “strutturale” va usato con attenzione.

Quando si interviene su un elemento in calcestruzzo armato, si sta comunque intervenendo su una struttura portante.

La distinzione vera non è quindi tra intervento strutturale e intervento non strutturale, ma tra riparazione protettiva e ricostruttiva di una struttura portante e riparazione associata a un vero rinforzo strutturale.

Riparare una struttura portante non significa sempre rinforzarla

Quando dopo la riparazione è previsto un rinforzo esterno collaborante, per esempio un tessuto in carbonio, una lamiera metallica, un placcaggio o un altro presidio capace di modificare la risposta resistente dell'elemento, la malta di ripristino assume un ruolo diverso.

Non serve soltanto a ricostruire un volume mancante o a richiudere una porzione di copriferro, ma diventa parte del percorso attraverso cui le tensioni del rinforzo esterno devono essere trasferite al nocciolo strutturale interno.

In questa condizione una malta ad altissima resistenza, di classe R4 o anche superiore se richiesta dal progetto, trova piena giustificazione.

Deve garantire coesione, adesione, resistenza e continuità meccanica adeguate al sistema di rinforzo adottato.

Una malta troppo debole o troppo deformabile, in quel caso, rischierebbe di diventare l'anello fragile tra il rinforzo applicato all'esterno e la struttura resistente interna.

Quando l'obiettivo è riparare e proteggere

Diversa è la situazione, molto frequente nel civile ordinario, in cui l'elemento portante deve essere riparato e protetto, ma non rinforzato.

È il caso di molti frontini, sotto balconi e travetti di solai in laterocemento, dove il problema prevalente è la perdita del copriferro, l'ossidazione delle armature esposte, la porosità del calcestruzzo, la carbonatazione ormai avanzata e il rientro continuo di acqua e ossigeno.

In questi casi la domanda non dovrebbe fermarsi alla resistenza meccanica della malta, come se il numero di MPa fosse da solo garanzia di durabilità.

La domanda dovrebbe essere un'altra: quale criterio riesce a proteggere meglio l'armatura accessibile, aderire al vecchio calcestruzzo preparato, limitare il nuovo ingresso di acqua e ricostruire una porzione esterna capace di rimanere solidale al supporto nel tempo?

Per sintesi espositiva, questa impostazione viene indicata nel presente documento come **Criterio BRAD: Barriera – Ripresa Adesiva – Duttività**.

Non si tratta di un prodotto o di un ciclo commerciale chiuso, ma di un criterio tecnologico che individua le tre funzioni da governare nella riparazione protettiva del calcestruzzo armato civile: limitare il ritorno di acqua e ossigeno, costruire una ripresa adesiva tra vecchio supporto e nuovo riporto, ricostruire la porzione esterna con una malta meno rigida e più adatta alla funzione richiesta.

La prassi corrente: aprire, colorare il ferro e richiudere

La pratica corrente, almeno in molti cantieri civili, è spesso molto meno raffinata di quanto farebbero immaginare le schede tecniche e le voci di capitolato.

Si demoliscono le parti ormai distaccate, si spazzolano più o meno le armature, si applica una malta cementizia colorata, si richiude con una malta tixotropica da ripristino e poi si raso o si tinteggia.

Il colore del trattamento sul ferro diventa spesso la prova visiva della “passivazione”, ma vedere un ferro colorato non significa necessariamente avere un ferro realmente risanato e protetto.

La protezione dell’armatura non è un fatto cromatico, ma un problema di pulizia, adesione, continuità, ambiente chimico, accesso dell’acqua, accesso dell’ossigeno e comportamento nel tempo della zona riparata.

Il limite della passivazione cementizia applicata solo dove si vede

Uno degli equivoci principali è proprio questo: la protezione tradizionale dell’armatura viene spesso affidata a una sottile boiaccia cementizia alcalina, applicata sulla parte visibile del ferro, in condizioni di pulizia non sempre adeguate e quasi mai lungo tutta la circonferenza dell’armatura.

Eppure, proprio quel sistema, se si vuole essere coerenti con il suo principio di funzionamento, avrebbe più bisogno di tutti della completa accessibilità del ferro.

Se la protezione lavora prevalentemente per contatto alcalino e per rivestimento diretto dell’acciaio, lasciare non trattata la parte posteriore dell’armatura, ancora inglobata in un calcestruzzo carbonatato, poroso o contaminato, indebolisce alla radice la promessa protettiva.

Questa osservazione non serve a negare ogni utilità dei trattamenti cementizi anticorrosivi, ma a riportarli dentro il loro limite reale.

Una cosa è il prodotto applicato nelle condizioni previste. Un’altra cosa è il gesto di cantiere, spesso sommario, con cui si pensa di aver “passivato” un ferro solo perché lo si è ricoperto di una mano colorata.

Il Criterio BRAD cambia la logica nella riparazione del calcestruzzo

La proposta a barriera parte da questa constatazione.

Non pretende di eliminare ogni criticità della corrosione residua né di trasformare una riparazione locale in un rinforzo strutturale.

Sposta però il fulcro dell’intervento dalla semplice spennellatura cementizia del ferro visibile alla costruzione di una barriera adesiva sull’intera zona aperta: armatura esposta, profilo del calcestruzzo preparato e interfaccia con la successiva ricostruzione della porzione esterna.

Questo inquadramento è coerente anche con la distinzione posta dalle NTC 2018 per le costruzioni esistenti.

Le Norme Tecniche distinguono gli interventi di riparazione o locali dagli interventi di miglioramento e di adeguamento; gli interventi locali interessano singole parti o elementi della struttura e non devono modificare significativamente il comportamento globale della costruzione né ridurre i livelli di sicurezza preesistenti.

Il progetto può essere riferito alle sole parti interessate, documentando le carenze riscontrate e dimostrando che l'intervento non produce modifiche sostanziali sulle altre parti e sulla struttura nel suo insieme.

Questo passaggio è importante perché conferma il campo della proposta: non un rinforzo strutturale mascherato, non un presidio sismico, non un miglioramento globale della costruzione, ma una riparazione protettiva e ricostruttiva di elementi portanti degradati, da progettare e valutare come intervento locale quando ne ricorrono le condizioni.

Allo stesso tempo, le NTC richiamano la necessità di conoscere lo stato reale della costruzione, il degrado, le proprietà dei materiali e le carenze presenti; quindi, la proposta non può essere letta come una ricetta applicativa indipendente dalla diagnosi, ma come un diverso criterio tecnologico da inserire dentro una valutazione tecnica del caso.

Anche il quadro dei materiali va tenuto fermo.

Il Capitolo 11 delle NTC richiede che i materiali e prodotti per uso strutturale siano identificati, qualificati e accettati dal Direttore dei Lavori mediante verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, oltre a eventuali prove di accettazione; per i prodotti marcati CE il Direttore dei Lavori deve acquisire e verificare la marcatura e la Dichiarazione di Prestazione, e accertare l'idoneità all'uso specifico rispetto alle prestazioni dichiarate e ai documenti progettuali.

Dentro questo quadro, la UNI EN 1504 è il riferimento tecnico europeo per prodotti e sistemi destinati alla protezione e riparazione delle strutture in calcestruzzo.

La stessa famiglia normativa distingue, tra l'altro, i sistemi di protezione superficiale del calcestruzzo, le malte da riparazione, l'incollaggio strutturale, l'ancoraggio delle armature e la protezione contro la corrosione delle armature.

La parte 9 definisce principi e metodi per la scelta dei prodotti e dei sistemi, mentre la parte 7 distingue i rivestimenti attivi dai rivestimenti a barriera per la protezione delle armature; i rivestimenti a barriera sono descritti come sistemi che isolano l'acciaio d'armatura dall'acqua dei pori della matrice cementizia circostante.

La mancata liberazione completa dell'armatura resta una criticità generale della riparazione del calcestruzzo armato nel civile ordinario.

Ma nel ciclo tradizionale questa criticità pesa direttamente sul principio stesso della protezione, perché il trattamento cementizio lavora soprattutto dove riesce a toccare il ferro.

Nel ciclo a barriera, invece, la protezione non dipende solo dal rivestimento puntuale dell'acciaio, ma anche dalla sigillatura adesiva della zona di intervento e dalla riduzione dell'ingresso successivo di acqua e ossigeno.

Protezione a barriera, non passivazione alternativa

Il punto non è sostenere che una resina epossidica sia un "passivante" nello stesso senso di una boiaccia cementizia alcalina. Sarebbe una forzatura terminologica e tecnica.

Una malta o boiaccia cementizia esercita prevalentemente una protezione di tipo attivo, legata alla ricostituzione di un ambiente alcalino intorno all'armatura; una resina epossidica continua e ben aderente esercita invece una protezione di barriera, fondata sulla riduzione dell'ingresso di acqua, vapore e ossigeno nella zona trattata.

Questa distinzione non è estranea alla logica della UNI EN 1504, la parte 7 riguarda proprio la protezione contro la corrosione delle armature e distingue i rivestimenti attivi dai rivestimenti a barriera.

I primi contengono pigmenti elettrochimicamente attivi, capaci di funzionare come inibitori o di fornire protezione catodica localizzata; i secondi hanno invece la funzione di isolare l'armatura dall'acqua dei pori della matrice cementizia circostante.

Nella guida EN 1504 viene precisato anche che il cemento può essere considerato un pigmento attivo per la sua elevata alcalinità.

Questo è un passaggio importante: non tutto ciò che protegge il ferro deve funzionare necessariamente per rialcalinizzazione.

Può funzionare anche per isolamento fisico dell'acciaio dall'ambiente aggressivo che lo circonda.

Il presupposto chimico-fisico è altrettanto chiaro; la corrosione dell'acciaio nel calcestruzzo è un processo elettrochimico che richiede condizioni favorevoli, tra cui umidità e ossigeno; la carbonatazione riduce l'alcalinità del calcestruzzo e rende instabile il film passivo che normalmente protegge l'armatura.

Se il problema è impedire, o almeno ridurre fortemente, il ritorno di acqua e ossigeno verso il ferro pulito, una barriera epossidica integra ha una logica protettiva diversa e più coerente rispetto a una semplice boiaccia cementizia applicata sulla parte visibile dell'armatura.

Anche la letteratura tecnica sulle armature rivestite con epossidico va nella stessa direzione.

Le linee guida dell'Highways Department di Hong Kong descrivono il rivestimento epossidico come una barriera fisica capace di isolare l'armatura dagli agenti aggressivi che penetrano il copriferro e, richiamando il Technical Report n. 61 della Concrete Society, lo indicano come barriera impermeabile all'acqua e all'ossigeno necessari alla corrosione.

Lo stesso documento ricorda però anche i limiti di questi sistemi: se il rivestimento è danneggiato, discontinuo o soggetto a distacco, possono innescarsi corrosione localizzata e fenomeni sotto film.

Questo conferma un punto decisivo per il Criterio BRAD: la resina non è una magia applicativa, funziona solo se il supporto è preparato seriamente e se la barriera risulta continua e ben aderente.

Sul piano dell'adesione, il riferimento agli adesivi epossidici è altrettanto significativo. ASTM C882 riguarda proprio la determinazione della resistenza di adesione dei sistemi epossidici utilizzati con calcestruzzo Portland, anche nel collegamento tra calcestruzzo indurito e calcestruzzo fresco o indurito; la stessa norma indica la resistenza sviluppata dal sistema di incollaggio come proprietà centrale del collegamento.

Questo non significa che ogni prodotto epossidico sia automaticamente idoneo in ogni cantiere, ma conferma che l'adesione strutturale tra vecchio e nuovo materiale è un campo proprio della tecnologia epossidica.

Per questo, nel Criterio BRAD, il trattamento epossidico non viene presentato come "passivante cementizio alternativo", ma come barriera adesiva e impermeabile applicata su armatura accessibile e profilo del calcestruzzo preparato, con funzione protettiva e di ripresa adesiva verso la successiva ricostruzione.

La differenza è sostanziale: la boiaccia cementizia può rialcalinizzare e proteggere, ma resta una matrice minerale sottile e dipendente dal contatto con il ferro; la resina epossidica, se applicata correttamente, appartiene a una diversa logica tecnologica, fondata su adesione, continuità del film e isolamento fisico dall'acqua e dall'ossigeno.

La ripresa adesiva come punto centrale del ciclo

Nel Criterio BRAD la ripresa adesiva non è un dettaglio secondario, ma il punto in cui si decide gran parte della qualità della riparazione.

Non si tratta necessariamente di una vera ripresa di getto tra calcestruzzo fresco e calcestruzzo indurito, ma di una interfaccia controllata tra ciò che resta dell'elemento esistente, il profilo del calcestruzzo preparato, le armature accessibili e la nuova malta di ricostruzione.

Nei ripristini ordinari questa zona viene spesso sottovalutata, perché si concentra l'attenzione sul prodotto da applicare sul ferro o sulla classe della malta, mentre il passaggio tra vecchio e nuovo materiale resta affidato alla sola capacità di adesione del riporto, spesso su supporti porosi, carbonatati, irregolari e non sempre preparati in modo adeguato.

Eppure, è proprio lì che la riparazione può diventare vulnerabile: una interfaccia debole, polverosa, discontinua o male aderente può far apparire l'intervento corretto al momento della consegna, ma predisporlo nel tempo a cavillature, distacchi marginali e perdita di continuità.

L'impiego della resina epossidica come ripresa adesiva serve a spostare questo punto.

Non lavora solo come barriera verso acqua e ossigeno, ma anche come collegamento tecnico tra il vecchio supporto e il nuovo riporto.

La letteratura e le prove normalizzate sugli adesivi epossidici, come quelle riferite alla resistenza di adesione tra calcestruzzo indurito e nuovo materiale, confermano che l'adesione è una prestazione propria di questa famiglia tecnologica.

Naturalmente questo valore esiste solo se il supporto è stato preparato correttamente e se la ricostruzione avviene entro le condizioni e i tempi utili indicati dal prodotto impiegato.

La ripresa adesiva, quindi, non va letta come una mano intermedia messa per abitudine, ma come la costruzione di una precisa stratigrafia, il punto in cui barriera, vecchio calcestruzzo e malta a comportamento duttile devono diventare un sistema unico, evitando che la riparazione resti un semplice corpo aggiunto sopra una superficie degradata.

Malta a comportamento duttile per la ricostruzione

Il passaggio successivo riguarda la malta di ricostruzione, cioè il materiale che deve ricomporre la porzione esterna degradata dell'elemento in calcestruzzo armato.

Anche qui va evitato un automatismo molto diffuso: pensare che la soluzione più corretta sia sempre una malta cementizia ad altissima resistenza, indipendentemente dalla funzione reale dell'intervento.

Se dopo la riparazione geometrica è previsto un rinforzo collaborante, come FRP, beton plaqué, lamiere metalliche o altri presidi capaci di trasferire tensioni al nocciolo strutturale interno, il ragionamento cambia.

In quel caso la malta deve partecipare al sistema di trasferimento meccanico e devono essere impiegati materiali coerenti con le prestazioni richieste dal progetto, normalmente malte strutturali ad alte prestazioni, di classe R4 o comunque idonee alla funzione prevista.

Nel campo della riparazione protettiva del c.a. civile ordinario, invece, il nuovo materiale non deve necessariamente trasferire le tensioni di un rinforzo esterno.

Deve ricostruire il copriferro perduto, proteggere l'armatura accessibile, aderire alla ripresa adesiva, limitare fessurazioni e distacchi, non irrigidire inutilmente la zona riparata e non comportarsi come un corpo estraneo applicato sopra un calcestruzzo vecchio, poroso e carbonatato.

Per questo, nel Criterio BRAD, assume interesse l'impiego di una malta pozzolanica fibrorinforzata, idrofobizzata e a comportamento duttile.

La sua funzione non è inseguire resistenze meccaniche che, in questo tipo di riparazione, spesso non vengono realmente mobilitate, ma ricostruire una porzione esterna più continua, meno rigida e più coerente con la protezione della zona trattata.

Il punto non è contrapporre in modo ideologico una malta a un'altra. Il punto è scegliere il comportamento più adatto alla funzione richiesta.

Quando serve predisporre un supporto capace di collaborare con un rinforzo strutturale, occorrono materiali coerenti con quel trasferimento di tensioni.

Quando invece l'obiettivo è riparare e proteggere frontini, sottobalconi, travetti e porzioni corticali degradate, la prestazione da cercare non è soltanto la resistenza nominale, ma la capacità del sistema di aderire, proteggere, non lesionarsi facilmente e non distaccarsi dal supporto nel tempo.

Una superficie continua, regolarizzabile e finibile

Un altro valore del Criterio BRAD riguarda la possibilità di non trattare la riparazione come una semplice toppa localizzata, da ricoprire poi con altri strati per renderla accettabile sul piano estetico.

Se la malta di ricostruzione può funzionare anche come corpo di regolarizzazione della superficie, il ciclo diventa più coerente: la porzione ricostruita non resta un riempimento isolato, ma partecipa alla ricomposizione continua del frontino, del sotto balcone o dell'intradosso interessato.

Questo aspetto, nei manufatti del civile ordinario, non è secondario.

Ridurre gli strati significa ridurre le interfacce, evitare sovrapposizioni inutili e limitare il ricorso a rasature rigide applicate solo per uniformare l'aspetto finale.

La superficie può essere portata a una condizione regolare con la stessa malta di ricostruzione, lasciando alla rasatura millimetrica, nell'ordine di 2-3 mm, e alla successiva tinteggiatura il solo compito di completare la finitura, non di correggere o mascherare una riparazione tecnicamente discontinua.

In questa logica la finitura non è un rivestimento aggiunto per nascondere il ripristino, ma la conclusione naturale di un ciclo già pensato come protezione, ripresa adesiva e ricostruzione della porzione esterna degradata.

La riparazione diventa così più leggibile anche nella sua stratigrafia: meno passaggi sovrapposti, meno punti deboli tra materiali diversi, maggiore continuità tra ricostruzione e superficie esposta.

La sequenza applicativa proposta

La sequenza applicativa non va intesa come una semplice successione di prodotti, ma come il modo in cui il Criterio BRAD viene costruito nella zona di riparazione.

Le tre funzioni, **Barriera, Ripresa Adesiva e Duttilità**, non lavorano separatamente: la loro efficacia dipende dalla preparazione del calcestruzzo, dalla pulizia delle armature accessibili, dalla continuità della resina epossidica e dal modo in cui la malta ricostruisce la porzione esterna degradata.

In termini operativi, il ciclo può essere letto così:

- **rimozione del calcestruzzo incoerente, friabile, distaccato o disgregato**, fino a raggiungere un supporto stabile, evitando di limitarsi alla sola parte già caduta o visibilmente aperta;
- **preparazione del profilo del calcestruzzo mediante sabbiatura, idrosabbiatura o aeroidrosabbiatura**, così da rimuovere lattime, polveri, residui deboli, porzioni degradate e superfici non idonee all'adesione del trattamento epossidico;
- **pulizia delle armature accessibili, preferibilmente mediante sabbiatura, idrosabbiatura o aeroidrosabbiatura**, perché la protezione a barriera richiede un ferro realmente pulito, liberato da ossido incoerente, scaglie, residui cementizi e contaminazioni superficiali;
- **eventuali alternative meccaniche alla sabbiatura**, come smerigliatrici, spazzole meccaniche, utensili abrasivi o sistemi equivalenti, da considerare solo nei casi di corrosione lieve o localizzata e comunque a condizione che riescano a riportare l'armatura a una superficie metallica bianca o semi-bianca, realmente idonea all'adesione della resina;
- **rimozione accurata di polveri e residui di preparazione**, perché la barriera epossidica non deve essere applicata su supporti sporchi, polverosi o solo apparentemente puliti;
- **applicazione della resina epossidica su armature esposte e calcestruzzo preparato**, non come semplice mano localizzata sul ferro, ma come strato adesivo e impermeabile continuo tra vecchio elemento e nuova ricostruzione;
- **seconda mano di resina, obbligatoria**, da applicare immediatamente prima della ricostruzione con malta, con funzione di ripresa adesiva verso il nuovo riporto, nel rispetto dei consumi, dei tempi aperti e delle condizioni applicative indicate dalla scheda tecnica del prodotto impiegato;
- **ricostruzione della porzione esterna con malta pozzolanica fibrorinforzata, idrofobizzata e a comportamento duttile**, da eseguire quando l'interfaccia epossidica è ancora in condizione utile per ricevere il riporto, evitando che la malta venga applicata come semplice riempimento del vuoto;
- **costipazione e modellazione progressiva della malta**, in modo da ricostruire il copriferro perduto, seguire il profilo dell'elemento, evitare vuoti interni, riprese secche, accumuli localizzati e discontinuità che possano diventare punti di lesione o distacco;
- **regolarizzazione e finitura della superficie**, dove necessario, utilizzando la stessa malta come corpo di continuità, da completare con una rasatura millimetrica e una tinteggiatura coerente con l'esposizione.

La qualità della preparazione resta decisiva.

Il Criterio BRAD non è una scorciatoia applicativa: proprio perché si fonda sull'adesione e sulla continuità impermeabile tra armatura, calcestruzzo preparato e nuova ricostruzione, richiede una preparazione del supporto più seria di quella normalmente praticata nei ripristini correnti.

Nessun prodotto, neppure il migliore, può compensare un calcestruzzo incoerente, ferri ancora coperti da ossido non aderente, polvere residua, umidità non compatibile, tempi applicativi non rispettati o una ricostruzione eseguita come semplice riempimento.

Campo di impiego e limite della proposta

Il Criterio BRAD riguarda la riparazione protettiva e ricostruttiva del calcestruzzo armato nel civile ordinario.

Il suo campo naturale è quello dei frontini, dei sottobalconi, dei travetti di solai in laterocemento e delle porzioni corticali degradate, dove l'obiettivo dell'intervento è ricostruire la parte esterna ammalorata, proteggere meglio le armature accessibili e migliorare l'interfaccia tra vecchio calcestruzzo e nuovo riporto.

Il limite principale della proposta coincide con la sua funzione. BRAD è un criterio per riparare e proteggere, non per predisporre l'elemento a un successivo rinforzo strutturale collaborante.

Quando, dopo la riparazione geometrica, è prevista l'applicazione di sistemi come FRP, beton plaqué, lamiera metalliche, incamicature o altri presidi capaci di trasferire tensioni al nocciolo strutturale interno, il ciclo cambia natura.

In quei casi la riparazione preliminare non serve più soltanto a proteggere l'armatura e ricostruire la porzione degradata, ma diventa parte del percorso meccanico attraverso cui il rinforzo esterno trasmette le proprie azioni alla struttura esistente.

Di conseguenza, la malta di ripristino deve essere scelta in funzione di quella collaborazione, con prestazioni coerenti con il sistema previsto dal progetto, normalmente attraverso malte strutturali ad alte prestazioni, di classe R4 o comunque conformi ai requisiti richiesti.

Il Criterio BRAD resta quindi riferito alla riparazione protettiva del c.a. civile ordinario, quando l'intervento deve migliorare la protezione, l'adesione e la continuità della porzione ricostruita, senza trasformare la riparazione in base meccanica per un rinforzo esterno collaborante.

In questo campo la prestazione da cercare non è la massima resistenza nominale della malta, ma la coerenza del sistema rispetto alla funzione che deve svolgere: barriera, ripresa adesiva e duttilità.

La durabilità non nasce dal colore del trattamento

Nella riparazione corrente del calcestruzzo armato civile il trattamento dell'armatura viene spesso riconosciuto più per ciò che mostra che per ciò che realmente garantisce.

Il ferro viene scoperto, pulito in modo più o meno efficace, ricoperto con una boiaccia passivante cementizia colorata, facilmente riconoscibile in cantiere, e poi richiuso con una malta da ripristino.

A quel punto il colore diventa quasi una rassicurazione visiva: il ferro è stato trattato, quindi si considera eseguita la passivazione.

Ma la durabilità della riparazione non nasce dal colore applicato sull'armatura.

Nasce dalla qualità della pulizia, dalla reale adesione del trattamento al ferro e al calcestruzzo preparato, dalla continuità della protezione, dalla capacità del sistema di limitare il ritorno di acqua e ossigeno nella zona ricostruita e dal comportamento della malta che ricompone la porzione esterna degradata.

Il Criterio BRAD prova a spostare proprio questo punto.

Non si limita a rendere visibile un trattamento anticorrosivo, ma cerca di costruire una zona di riparazione più protetta, più aderente e più continua, nella quale Barriera, Ripresa Adesiva e Duttività lavorino insieme.

La barriera riduce il ritorno degli agenti che alimentano la corrosione; la ripresa adesiva governa il passaggio tra vecchio supporto e nuovo riporto; la duttilità della malta riduce il rischio che la ricostruzione diventi un corpo rigido, vulnerabile a lesioni e distacchi.

La riparazione, in questo modo, non viene pensata come semplice chiusura del danno visibile, ma come ricostruzione funzionale della parte che aveva perso la capacità di proteggere l'armatura.

Il problema non è far vedere che il ferro è stato colorato; il problema è fare in modo che la zona riparata torni davvero a svolgere una funzione protettiva nel tempo.

Perché riproporre lo stesso criterio?

La domanda iniziale resta il punto di arrivo dell'intero ragionamento: perché riparare il calcestruzzo armato con lo stesso criterio che non ha funzionato?

Nel civile ordinario il danno che vediamo, copriferro espulso, ferri ossidati, superfici lesionate, rappezzi distaccati, non è quasi mai un fatto improvviso o isolato.

È il risultato di una protezione che nel tempo ha perso efficacia, di un calcestruzzo spesso poroso e carbonatato, di acqua e ossigeno che hanno continuato a raggiungere le armature e di riparazioni che, troppe volte, si sono limitate a ricostruire il volume mancante senza cambiare davvero il criterio protettivo della zona riparata.

Qui si concentra uno degli equivoci più ricorrenti.

Nella riparazione protettiva del calcestruzzo armato civile non sempre serve inseguire resistenze meccaniche elevate, perché spesso non si sta preparando l'elemento a ricevere un rinforzo esterno

collaborante, come un tessuto in carbonio, una lamiera metallica, un beton plaqué o altro presidio capace di trasferire tensioni al nocciolo strutturale interno.

Si sta invece ricostruendo una porzione esterna degradata che deve tornare a proteggere l'armatura, aderire al supporto, non lesionarsi facilmente e non distaccarsi nel tempo.

In questi casi una malta molto rigida, pur dotata di alte resistenze nominali, può diventare un innesto sproporzionato rispetto a calcestruzzi civili vecchi, poveri, porosi e già carbonatati.

Il rischio è quello di introdurre un materiale apparentemente più prestazionale, ma non realmente più adatto alla funzione richiesta, perché quelle resistenze, in una semplice riparazione protettiva, spesso non vengono mobilitate, mentre la maggiore rigidità può concentrare tensioni proprio all'interfaccia tra vecchio e nuovo materiale.

Il Criterio BRAD nasce da questa esigenza: se comunque si deve intervenire per riparare una parte degradata, allora quell'intervento può diventare l'occasione per migliorare il criterio protettivo della zona ricostruita.

Non si tratta di fare un "miglioramento strutturale" nel senso normativo del termine, né di trasformare il rappezzo in un rinforzo.

Si tratta di non ricostruire semplicemente ciò che è caduto con la stessa logica che ha già mostrato i suoi limiti.

- la Barriera limita il ritorno di acqua e ossigeno nella zona trattata;
- la Ripresa Adesiva migliora il collegamento tra vecchio calcestruzzo, armatura accessibile e nuovo riporto;
- la Duttilità della malta consente di ricostruire la porzione esterna senza trasformarla in un corpo rigido e vulnerabile alle stesse condizioni che hanno prodotto il degrado.

Per questo la riparazione non dovrebbe limitarsi a richiudere ciò che si è distaccato.

Dovrebbe usare l'occasione del ripristino per far tornare quella parte a proteggere meglio l'armatura, a lavorare con il supporto esistente e a resistere nel tempo senza diventare essa stessa il nuovo punto debole.

È qui che passa la differenza tra una riparazione che copre il danno visibile e una riparazione che prova davvero a correggere il criterio con cui quel danno viene affrontato.