



MANUALE DI PREPARAZIONE ED INSTALLAZIONE Sistema SikaWrap®

14.02.2025 / VERSION 5.6 / SIKA ITALIA SPA / FEDERICO MORONI

BUILDING TRUST



SOMMARIO

1	Scopo	3
2	Descrizione del sistema	3
2.1	Referenze	3
2.2	Limitazioni	4
3	Prodotti	5
3.1	Componenti del sistema	5
3.2	Stoccaggio dei materiali	6
4	Attrezzature	6
4.1	Attrezzi	6
4.2	Pulizia	6
5	Norme di sicurezza	7
5.1	Valutazione del rischio	7
5.2	DPI – Dispositivi di protezione individuale	7
5.3	Primo soccorso	7
5.4	Smaltimento rifiuti	8
6	Preparazione	8
6.1	Analisi pre-progetto	8
6.2	Substrato	8
6.3	Resina	10
7	Applicazione	11
7.1	Premessa	11
7.2	Il metodo di applicazione a secco	12
7.3	Il metodo di applicazione ad umido	14
7.4	Protezioni superficiali del sistema SikaWrap®	16
7.5	temperature limite di applicazione e di servizio	16
8	Ispezione e test	17
8.1	Prima dell'applicazione	17
8.2	Ispezioni ed indagini in situ	17
9	Istruzioni operative per la manutenzione	17
9.1	Introduzione	17
9.2	Indagini per l'individuazione dell'eventuale danneggiamento	18
9.2.1	Ispezioni visive e battitura	18
9.2.2	Analisi soniche strumentali	18
9.2.3	Analisi termografiche	18
9.2.4	Misure vibrazionali e dinamiche	18
9.3	Ripristino dell'integrità dell'elemento strutturale della zona danneggiata	18
9.4	Ripristino locale del sistema di rinforzo	19
10	Appendice	19
10.1	Registro di cantiere	19
10.2	Checklist: Attrezzature da cantiere necessarie	19
10.3	Checklist: Controllo Qualità in cantiere	20
11	NOTE LEGALI	21

1 SCOPO

Questo Metodo di preparazione ed installazione rappresenta una linea guida per l'utilizzo del sistema composito FRP SikaWrap®. Questo documento deve essere usato e correlato a tutti gli altri documenti in vigore, come la Scheda Dati Prodotto, Scheda di Sicurezza e le prescrizioni specifiche del progetto.

Il rinforzo strutturale deve essere applicato SOLO da imprese specialistiche, con esperienza ed opportunamente formate ed istruite. Se fossero necessarie ulteriori informazioni non riportate sul presente documento, non esitare a contattare il Technical Service di Sika Italia SpA, che vi assisterà e vi fornirà le informazioni necessarie.

2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il Sistema composito SikaWrap® è un Sistema di rinforzo strutturale ad alte prestazioni, che comprende tessuti FRP e resine da impregnazione. Essi sono applicati direttamente in situ a formare un composito fibro-rinforzato. La figura in basso mostra, a titolo esemplificativo, dei tessuti di vetro (a sinistra) e carbonio (a destra), con la resina epossidica bicomponente da impregnazione (al centro).

I principali campi di applicazione sono:

- Incremento della capacità portante di elementi strutturali
- Rinforzo a taglio
- Rinforzo a flessione
- Rinforzo di murature
- Rinforzo strutturale di colonne (per confinamento o duttilità)
- Cambio di destinazione d'uso di edifici
- Miglioramento delle caratteristiche strutturali per adattarsi a nuovi limiti normativi
- Miglioramento o adeguamento sismico di strutture o riparazione di danneggiamenti dovuti dal sisma
- Prevenzione sismica
- Miglioramento sismico di murature
- Mitigazione dei danni da esplosione
- Mitigazione di errori progettuali o esecutivi sulle nuove strutture
- Per incrementare o sostituire barre di armatura mancanti



2.1 REFERENZE

Questo manuale è stato scritto in accordo alle Linee Guida del CNR **CNR-DT 200 R1/2013** "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati" ed in accordo al **Fib Technical bulletin 14**.

I prodotti ed i sistemi citati nel presente Manuale di Preparazione ed Installazione sono qualificati secondo la "Linea Guida per l'identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti" pubblicata con DPCS LLPP n. 293 del 29/05/2019.

Tutti i sistemi realizzati in situ, qui citati, possono essere utilizzati per il rinforzo strutturale, ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018), secondo quanto previsto alla lett. C del §11.1. I sistemi di rinforzo realizzati in situ di Sika Italia SpA sono in possesso del CVT (Certificato di Valutazione Tecnica all'Impiego per Usi Strutturali).

I test di pull-off dovranno essere eseguiti in accordo alla EN 1542, tenendo in considerazione le limitazioni e i valori citati più avanti.

2.2 LIMITAZIONI

- I prodotti devono essere utilizzati solo in conformità al loro campo di utilizzo. La configurazione del sistema composito, così come descritto nella Scheda Dati Prodotto, deve essere rispettata in ogni sua parte e non può essere modificata.
- I sistemi SikaWrap® possono essere utilizzati solo da maestranze in possesso di un adeguato livello di capacità ed esperienza. Tutti i lavori di rinforzo devono essere eseguiti sotto la supervisione di un ingegnere strutturista o comunque di un tecnico abilitato con esperienza sui sistemi di rinforzo con materiali compositi.
- Per ogni altra prescrizione specifica, analisi di rischio, disegni e particolari costruttivi, riferirsi sempre agli elaborati progettuali, redatti dal progettista.
- Far sempre riferimento alle ultime ed aggiornate versioni delle Schede Dati Prodotto e delle schede di sicurezza
- Prendere sempre nota dei numeri di batch per i tessuti SikaWrap® e per le resine Sikadur® che sono usati giornalmente.
- Alla fine di ogni giornata lavorativa, controllare che le applicazioni eseguite si presentano uniformi e regolari.
- La miscelazione di quantità importanti delle resine Sikadur® e/o temperature ambientali elevate, portano ad una sensibile riduzione del tempo di lavorabilità delle resine. Per prolungare tale tempo, si possono ridurre le quantità di ciascuna miscelazione e/o la temperatura della resina (ad esempio stoccando i contenitori in ambiente fresco fino a poco prima della miscelazione)
- Se fosse necessario procedere a miscelazioni parziali delle confezioni pre-dosate delle resine Sikadur®, rispettare scrupolosamente i rapporti tra i componenti della resina. Tali rapporti vanno sempre considerati in peso e mai in volume.
- Per applicazioni in condizioni fredde o calde, pre-condizionare le resine per almeno 24 ore in ambienti a temperature controllata, per migliorare le condizioni di miscelazione in situ, l'applicazione e l'eventuale riduzione del tempo di lavorabilità.
- Deve essere posta un'attenzione speciale alle condizioni ambientali di lavoro. Osservare scrupolosamente le minime ed le massime temperature per il substrato, l'ambiente e i materiali. Evitare di applicare il sistema SikaWrap® in presenza di rischio di condensa superficiale (la temperatura di applicazione deve SEMPRE essere almeno 3°C sopra il punto di rugiada).
- L'umidità del sottofondo deve essere inferiore al 4%. Tutte le superfici da rinforzare devono essere asciutte, e prive di acqua o ghiaccio in superficie.
- Durante la fase di preparazione del supporto evitare rasature a basso spessore con malte o rasanti cementizi.

3 PRODOTTI

3.1 COMPONENTI DEL SISTEMA

Tessuti:

In funzione dell'applicazione e dello specifico progetto, possono essere utilizzati tessuti con diversa disposizione delle fibre (unidirezionali, multidirezionali), diversa grammatura (da 300 g/m² a 600 g/m²), diverse larghezze del tessuto (da 100mm a 630mm). La tabella seguente mostra i diversi tipi di tessuto, i loro pesi e le larghezze disponibili.

Nome Sika	Descrizione	Metodo di installazione	Peso Tessuto [g/m ²]	Larghezze Disponibili [mm]
SikaWrap®-300 C	Tessuto in fibra di carbonio unidirezionale ad alta resistenza	Applicazione a secco con Sikadur®-330	300	<i>Fare riferimento alla Scheda Dati Prodotto in uso</i>
SikaWrap®-301 C	Tessuto in fibra di carbonio unidirezionale ad alta resistenza	Applicazione a secco con Sikadur®-330	300	
SikaWrap®-400C HM	Tessuto in fibra di carbonio unidirezionale ad alto modulo elastico	Applicazione a secco con Sikadur®-330	400	
SikaWrap®-300 BI-C/30	Tessuto in fibra di carbonio bidirezionale bilanciato, ad alta resistenza	Applicazione a secco con Sikadur®-330	300	
SikaWrap®-380 C Quadri	Tessuto in fibra di carbonio quadriassiale non ordito, ad alta resistenza	Applicazione a secco con Sikadur®-330	380	
SikaWrap®-600 C	Tessuto in fibra di carbonio unidirezionale ad alta resistenza	Applicazione ad umido con Sikadur®-300	600	
SikaWrap®-600 C HM	Tessuto in fibra di carbonio unidirezionale ad alto modulo elastico	Applicazione ad umido con Sikadur®-300	600	

I rotoli di tessuti sono confezionati e protetti con fogli di polietilene, etichettati e identificati da un numero univoco, che ne indica il lotto. La lunghezza standard dei rotoli è di 50 metri.

Resine da impregnazione:

Nome Sika	Descrizione
Sikadur®-330	Sikadur®-330 è una resina epossidica bicomponente tixotropica a media viscosità, che funge da primer, da adesivo e da resina da impregnazione, con tempo di lavorabilità standard. E' pensata per l'applicazione dei tessuti del sistema SikaWrap® mediante il metodo di applicazione a secco.
Sikadur®-300	Sikadur®-300 è una resina epossidica bicomponente a bassa viscosità, che funge da primer e da resina da impregnazione, con tempo di lavorabilità molto lungo e bassa velocità di polimerizzazione. E' pensata per l'applicazione dei tessuti del sistema SikaWrap® mediante il metodo di applicazione ad umido.

Prodotti aggiuntivi:

Sikadur®-30	Adesivo epossidico strutturale bicomponente a consistenza stucco
Sikadur®-52 Injection	Resina epossidica bicomponente a bassissima viscosità per iniezioni

3.2 STOCCAGGIO DEI MATERIALI



I materiali devono essere stoccati opportunamente negli imballi originali, chiusi e non danneggiati, a temperature tra i 5°C e i 25°C (per le resine) e tra i 5°C e i 35°C (per i tessuti). Proteggere dall'irraggiamento solare diretto. Fare sempre riferimento alle rispettive Schede Dati Prodotto per informazioni più dettagliate circa le condizioni di stoccaggio e la shelf life dei prodotti. Tutte le resine

Sikadur® hanno una shelf life di 24 mesi dalla data di produzione.

4 ATTREZZATURE

4.1 ATTREZZI



Levigatrice orbitale a disco diamantato



Aspiratore industriale



Spazzola



Spatola di gomma stuccatura piastrelle



Spatola dentata



Rullino frangibolle in plastica o alluminio



Secchi per miscelazione



Miscelatore a spirale



Miscelatore a frusta (per quantità più grandi)



Rullino (10 cm) a pelo lungo

4.2 PULIZIA

Pulire tutti gli attrezzi utilizzati per l'applicazione con un generico pulitore a solvente a base di isopropanolo, immediatamente dopo l'uso. La resina fresca può essere pulita con un panno imbevuto di pulitore. Il materiale indurito può essere rimosso solo meccanicamente. Si consiglia l'uso delle salviette Hand Wipes Sika® Cleaner 350 H.

5 NORME DI SICUREZZA

5.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO



Devono essere opportunamente valutati e mitigati i rischi relativi alla salute ed alla sicurezza derivanti da difetti nella struttura, procedure lavorative e tutte le sostanze chimiche utilizzate durante le fasi lavorative di installazione.

Tutte le lavorazioni eseguite in cantiere in zone di lavoro in cui si opera su strutture temporanee (ponteggi, trabattelli) o su piattaforme, devono essere eseguite in sicurezza, rispettando la vigente legislazione in termini di sicurezza sul lavoro.

5.2 DPI – DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

Lavorare sempre in sicurezza!

Devono sempre essere indossati: scarpe antinfortunistiche, guanti, occhiali e altri dispositivi di protezione della pelle. E' consigliato l'utilizzo di apposite tute usa e getta di protezione degli indumenti, durante le fasi di miscelazione ed applicazione.

Indossare sempre guanti in nitrile, in quanto il contatto delle resine epossidiche con la pelle può provocare irritazioni cutanee. Applicare delle opportune creme protettive sulle parti di pelle esposta, prima di iniziare a lavorare.

Indossare SEMPRE opportuni occhiali di protezione, durante le fasi di movimentazione, miscelazione ed applicazione delle resine. Si raccomanda di tenere sempre a portata di mano un lavaocchi di emergenza.

Lavare sempre le mani con idoneo detergente al termine delle lavorazioni e prima di consumare cibo, fumare, andare in bagno.

L'area di lavoro deve essere ben ventilata e gli applicatori dovrebbero, durante le lavorazioni, fare degli intervalli frequenti all'aria aperta per evitare rischi per la salute.

Le polveri di silice, prodotte durante le fasi di levigatura o sabbatura del calcestruzzo possono essere pericolose. Proteggersi utilizzando una levigatrice con recupero di polveri o una sabbatrice con estrazione delle polveri. Indossare sempre maschere o appositi respiratori quando si leviga il calcestruzzo. Non inalare la polvere creata nella levigatura.

Per maggiori e più dettagliate informazioni riguardo la salute e la sicurezza, far riferimento alla relative Scheda di Sicurezza (MSDS).



5.3 PRIMO SOCCORSO

Se i prodotti a base di resine epossidiche vengono in contatto con gli occhi o le membrane mucose, rimuovere immediatamente occhiali o lenti a contatto e sciacquare abbondantemente con acqua pulita per 10-15 minuti, dopo consultare un medico. Qualunque residuo di resina che viene in contatto con la pelle deve essere immediatamente pulito e la parte interessata sciacquata con acqua tiepida per qualche minuto

Per maggiori e più dettagliate informazioni riguardo la salute e la sicurezza, far riferimento alla relative Scheda di Sicurezza (MSDS).



5.4 SMALTIMENTO RIFIUTI



Non eliminare o smaltire ogni eccesso di materiale negli scarichi o nella rete fognaria; smaltire tutti i rifiuti e le confezioni rimanenti responsabilmente, conferendoli a discariche autorizzate, in accordo alla vigente normativa. Evitare anche possibili colature di materiale non indurito in corsi d'acqua, reti fognarie o collettori di scarico.

Ogni eccesso di materiale non indurito, o rimanenza nel secchio deve essere smaltito come rifiuto pericoloso, in accordo alla vigente regolamentazione. Parti di adesivo indurito e polimerizzato possono essere smaltiti come normale materiale edile di risulta.

Per maggiori e più dettagliate informazioni riguardo la salute e la sicurezza, far riferimento alla relativa Scheda di Sicurezza (MSDS).

6 PREPARAZIONE

6.1 ANALISI PRE-PROGETTO

Leggere con attenzione le prescrizioni progettuali. Ispezionare preliminarmente le condizioni del cantiere e le superfici di calcestruzzo da rinforzare e segnalare immediatamente al Responsabile se qualcosa impedisce la corretta esecuzione del lavoro previsto.

Procurarsi tutte le apparecchiature e gli attrezzi necessari, approvvigionare il materiale necessario (per un esempio di checklist, far riferimento a quanto riportato al punto 10.2), oltre a quanto richiesto dallo specifico cantiere. Si raccomanda di utilizzare delle forbici professionali e affilate per il taglio a misura delle strisce di tessuto. Il taglio e la preparazione delle varie strisce deve avvenire prima della miscelazione della resina Sikadur®. Maneggiare i tessuti con cura e assicurarsi di non danneggiare, piegare o rompere le fibre. **Non ripiegare mai i tessuti.** Nel caso in cui le strisce fossero molto lunghe e difficili da maneggiare, è possibile utilizzare dei tubi di cartone o di altro materiale (D_{\min} 10cm) per avvolgere le strisce.

Nel caso in cui fosse necessario tagliare longitudinalmente le strisce di tessuto per permettere la lavorazione con larghezze diverse da quelle standard, sarà necessario eseguire il taglio tra due fili (yarn) adiacenti, procedendo con il taglio della sola trama termosaldato (nel caso di tessuto unidirezionale termosaldato) o della cucitura (nel caso di tessuti unidirezionali "stitched"). I tessuti tagliati devono essere maneggiati con estrema cura per evitare sfilacciamenti o perdite di allineamento tra i vari fili.

Proteggere ogni superficie o veicolo in adiacenza alle zone di lavorazione, da polvere o danneggiamenti o danneggiamenti dovuti alla preparazione o esecuzione dei lavori di rinforzo.

6.2 SUBSTRATO

I sistemi di rinforzo strutturale SikaWrap® possono essere utilizzati su calcestruzzo, muratura e strutture in legno. Laddove non esplicitamente indicato, ci si riferisce al calcestruzzo.

Prima di iniziare con la preparazione del substrato per l'applicazione, si deve eseguire un'accurata verifica dello stesso per la rimozione di tutte le parti ammalorate ed in fase di distacco (calcestruzzo degradato, zone di incipiente corrosione, pezzi di cassetta e altro).

Laddove fosse necessaria la riparazione del calcestruzzo, preliminarmente all'applicazione dei sistemi di rinforzo SikaWrap®, è importante che i materiali da riparazione da utilizzarsi siano pienamente compatibili con le resine adesive Sikadur® e idonee, da un punto di vista normativo, per essere applicate come riparazione strutturale del calcestruzzo (classe R3 o R4 secondo le EN 1504-3). La regolarizzazione di piccole irregolarità, riprofilature millimetriche, nidi di ghiaia o piccoli vuoti, potrà essere eseguita con stucchi epossidici della gamma Sikadur® marcati CE secondo la EN 1504-3 (es: Sikadur-31+, Sikadur-30 ecc.) previa preparazione del calcestruzzo come indicato successivamente nel capitolo (es. sabbiatura o disco diamantato). Irregolarità più macroscopiche o ricostruzioni corticali del calcestruzzo potranno essere eseguite con malte da riparazione strutturale della linea Sika MonoTop® o SikaRep®. Tali malte da ripristino vengono utilizzate per ripristini a spessore centimetrico previa idonea preparazione del supporto: calcestruzzo irruvidito con aggregato a vista e scabro (\pm 5mm). Applicare la malta da ripristino sul

substrato saturo d'acqua a superficie opaca esercitando una buona pressione per ottimizzare l'adesione sul sottofondo. La malta dovrà risultare indurita e asciutta prima della posa del rinforzo. In presenza di lesioni strutturali statiche, si potrà procedere al loro riempimento con resine epossidiche tipo Sikadur®-52 Injection o altre resine da iniezione della linea Sikadur®, da scegliersi in accordo con il progettista o con la Direzione Lavori.

Ulteriori dettagli su tutti gli aspetti della riparazione del calcestruzzo possono essere ottenuti contattando il Dipartimento Technical Service di Sika.

La resistenza del calcestruzzo del substrato deve essere verificata su tutti i progetti. Se il calcestruzzo deve essere riparato, occorre eseguire un ulteriore test dopo che la riparazione è stata completata e correttamente maturata. Per maggiori dettagli riguardo alle procedure ed ai metodi di verifica e riguardo ai valori minimi di soglia del calcestruzzo necessari per l'applicazione dei rinforzi, far riferimento a quanto riportato nel capitolo 8 di questo manuale.

Il calcestruzzo deve normalmente essere stagionato almeno 28 giorni (dipende dalle condizioni ambientali, dal mix design e dall'effettiva resistenza richiesta).

Il substrato del calcestruzzo e della muratura devono essere preparati meccanicamente, mediante sabbiatura o mediante l'utilizzo di levigatrici orbitali a disco diamantato. Durante queste fasi è fortemente consigliato l'utilizzo di macchine a recupero di polveri, per ridurre il rischio di contaminazioni e per migliorare la salubrità dell'ambiente di lavoro. In ogni caso per queste operazioni si deve indossare un'opportuna maschera protettiva per evitare l'inalazione delle polveri che si creano.



La preparazione meccanica ha lo scopo di rimuovere lattime di cemento, eventuali tracce di disarmanti, oli, grassi e ogni parte friabile in distacco e di ottenere una superficie regolare e con tessitura aperta. Ogni difetto superficiale come ad esempio nidi di ghiaia, vuoti o soffiature devono essere ben visibili.

I substrati in legno devono essere regolarizzati, spianati o sabbiati per rimuovere ogni traccia di parti incoerenti o materiale friabile dalla superficie.



Tutte le superfici precedentemente preparate devono essere spazzolate, soffiate con aria compressa e poi pulite con aspirapolvere, al fine di ottenere una superficie senza tracce di polvere. Nessuna parte in distacco deve essere lasciata sulla superficie. La foto a sinistra mostra una superficie di calcestruzzo sufficientemente levigata con l'inerte a vista e una texture aperta.



Gli angoli esterni e gli spigoli devono essere arrotondati, con un raggio minimo di 20 mm, o secondo le richieste del progetto. Questo può essere fatto mediante levigatura o mediante ricostruzione dell'intero spigolo con malte cementizie o epossidiche. Gli angoli interni devono essere arrotondati, mediante la realizzazione di sgusce, realizzate con malte cementizie o epossidiche.



Le superfici da rinforzare devono essere regolarizzate e livellate per assicurare che le tolleranze specificate, nella tabella di seguito, siano rispettate e mantenute. La planarità e la regolarità del substrato possono essere controllate con una staggia metallica. Le tolleranze richieste dipendono dallo standard di riferimento che si sta seguendo. I valori raccomandati da Sika® sono in genere più stringenti di quelli indicati negli standard. Nella tabella di seguito vengono riportate le tolleranze ammesse dal fib Bulletin 14 (colonna centrale) e raccomandazioni Sika® (colonna a destra). Comunque questi livelli di tolleranza ammessi possono variare da progetto a progetto e da applicazione ad applicazione.

Standard	Fib bulletin 14	Raccomandazioni Sika®
Tolleranza per 2 m di lunghezza	10 mm	-
Tolleranza per 0,3 m di lunghezza	4 mm	2 mm
Massima sporgenza dei segni delle casseforme	-	0.5 mm



La superficie finale, correttamente preparata deve essere regolare, asciutta, priva di parti danneggiate o in distacco, priva di qualsiasi contaminante (polvere, particelle, lattime di cemento, olio, grasso, rivestimenti preesistenti, tracce di disarmante, cera, trattamenti superficiali eseguiti con impregnanti) che possa pregiudicare o diminuire l'efficacia dell'adesione del sistema di rinforzo strutturale al substrato.

Il tasso di umidità superficiale del substrato deve essere minore del 4%.

6.3 RESINA

Applicazione a secco

Per l'applicazione a secco del Sistema SikaWrap®, si utilizzerà la resina Sikadur®-330 sia come primer del sottofondo, sia come resina da impregnazione del tessuto. Le resine devono essere miscelate e usate seguendo pedissequamente le istruzioni riportate di seguito. E' sempre necessario evitare l'inglobamento di aria durante la miscelazione dei due componenti.

Applicazione ad umido

Per l'applicazione ad umido del Sistema SikaWrap®, si utilizzerà solitamente la resina Sikadur®-300 sia come primer del sottofondo, sia come resina da impregnazione del tessuto, mentre la resina Sikadur®-330 può essere utilizzata come primer nel caso di rugosità elevata del sottofondo, applicazione sopratesta o nel caso di applicazione di diversi strati di tessuti di elevata grammatura, per il fatto che la maggiore viscosità del Sikadur®-330 garantisce una maggiore adesione al supporto in fase fresca. Le resine devono essere miscelate e usate seguendo pedissequamente le istruzioni riportate di seguito. E' sempre necessario evitare l'inglobamento di aria durante la miscelazione dei due componenti.

Il pot life (tempo di lavorabilità nel secchio) inizia quando la resina e l'induritore sono miscelati. Esso è minore ad alte temperature e maggiore alla basse temperature. Inoltre il pot life dipende anche dalla quantità di resina miscelata. Maggiore è il quantitativo miscelato, minore sarà il pot life. Per ottenere pot life maggiori, lavorando ad alte temperature, si possono suddividere le miscelazioni in piccole quantità. In questo caso è necessario dotarsi di una bilancia e rispettare scrupolosamente i rapporti di miscelazione in peso dei componenti, indicati sulla confezione. Un altro metodo per allungare il pot life è quello di mantenere i due componenti della resina in ambienti a temperatura più bassa di quelle ambientali fino a poco prima della miscelazione.

Tutte le sequenze lavorative devono essere pianificate per assicurarsi che l'adesivo sia applicato ed il lavoro completato entro un'ora dalla miscelazione, oppure entro l'80% del pot life corrispondente alla temperatura e quantità di utilizzo.

Per i dettagli sulle prestazioni meccaniche, proprietà fisiche delle resine Sikadur®, fare riferimento alle rispettive Schede Dati Prodotto.

Primer

I sottofondi levigati sono generalmente più lisci, i sottofondi sabbiati presentano una rugosità più accentuata. Questa differenza è un fattore rilevante per la scelta della resina da utilizzarsi come primer. Per le superfici molto lisce, si può optare per una resina più liquida, come il Sikadur®-300. Con superfici con rugosità più accentuata, si consiglia sempre la resina Sikadur®-330 come primer. In questo caso in fatti la maggiore viscosità ed i filler in essa contenuti riescono ad adattarsi meglio ed a regolarizzare la rugosità e le irregolarità superficiali.

Sikadur®-330

Il Sikadur®-330 svolge la funzione di primer che come resina da impregnazione per i tessuti. E' fornita in confezioni predosate o in confezioni sfuse.

Confezioni predosate:

Miscelare, a basso numero di giri (max 500 giri/min) preventivamente il componente A della resina, direttamente nel suo contenitore, aggiungere gradualmente il componente B, continuando a miscelare, fino ad ottenere un composto grigio omogeneo, privo di striature o sfumature. A questo punto versare la resina in un contenitore pulito e miscelare di nuovo (3 minuti circa con max 500 giri/min).

Confezioni sfuse o miscele parziali:

Pesare i due componenti A e B secondo le corrette proporzioni in due diversi contenitori puliti. Procedere secondo quanto indicato nelle procedure di miscelazione delle confezioni predosate.

Sikadur®-300

Il Sikadur®-300 ha un pot life molto più lungo ed un tempo di polimerizzazione più ampio. Anche questa resina viene fornita in confezioni predosate o in confezioni sfuse.

Confezioni predosate:

Miscelare, a basso numero di giri (max 500 giri/min) il componente A della resina, direttamente nel suo contenitore, aggiungere gradualmente il componente B, continuando a miscelare, per 3 minuti.

Confezioni sfuse o miscele parziali:

Pesare i due componenti A e B secondo le corrette proporzioni in due diversi contenitori puliti. Procedere secondo quanto indicato nelle procedure di miscelazione delle confezioni predosate.

Consumo:

Il reale consumo, specialmente per quanto riguarda la funzione di primer, è strettamente legata alla rugosità del substrato ed al tipo di tessuto SikaWrap® da utilizzare ed impregnare. La tabella seguente mostra il consumo stimato per i diversi tipi e grammature di tessuto e non tengono conto degli eventuali sfridi.

Prodotto SikaWrap®	Grammatura [g/m ²]	Tipo di Resina	Consumo di Resina [kg/m ²]	
			Primo strato, inclusa primerizzazione	Strati successivi
SikaWrap®-300 C	300	Sikadur®-330	1.0-1.5	0.8
SikaWrap®-301 C	300	Sikadur®-330	1.0-1.5	0.8
SikaWrap®-300 BI-C/30	300	Sikadur®-330	1.0-1.5	0.8
SikaWrap®-380 C Quadri	380	Sikadur®-330	1.0-1.5	0.8
SikaWrap®-400C HM	400	Sikadur®-330	1.0-1.5	0.8
SikaWrap®-600 C	600	Sikadur®-300	1.0-1.8	>0.75
SikaWrap®-600 C HM	600	Sikadur®-300	1.0-1.8	>0.75

7 APPLICAZIONE

7.1 PREMESSA

Prima di iniziare con l'applicazione dei sistemi di rinforzo strutturale SikaWrap®, misurare ed annotare il contenuto di umidità del sottofondo (deve essere <4%), l'umidità relativa dell'aria, la temperatura dell'ambiente e del sottofondo e determinare la temperatura di rugiada per evitare rischi di condensa superficiale. La temperatura deve essere almeno 3°C superiore alla temperatura di rugiada. Procedere quindi al taglio a misura dei tessuti SikaWrap® secondo i dettagli progettuali e la distinta contenuta nelle tavole di progetto.

Lavorare sempre nella direzione delle fibre. Evitare di applicare troppa forza nella laminazione ed evitare qualunque distorsione, piega o grinza del tessuto SikaWrap®.

Le sovrapposizioni (ad es. la chiusura di una staffa o di una cerchiatura di un pilastro) devono essere realizzate nella direzione delle fibre e devono essere di almeno 300 mm (LG FRP CSLPP), o in accordo alle specifiche di progetto.

Nel posizionamento ed installazione di diversi tessuti unidirezionali SikaWrap®, uno di fianco all'altro, non è generalmente richiesta alcuna sovrapposizione nella direzione della trama (ortogonale alle fibre), tranne se diversamente specificato e/o richiesto dal progetto. Per i tessuti multidirezionali, la sovrapposizione in direzione trasversale deve essere almeno 300 mm (LG FRP CSLPP) o, ancora una volta, in accordo alle specifiche di progetto.

Al termine dell'applicazione, proteggere sempre il rinforzo installato dalla pioggia, sabbia, polvere o ogni altro contaminante usando dei fogli di plastica o altre opportuni sistemi. Evitare comunque il contatto dei fogli o delle barriere protettive con la resina ancora fresca.

7.2 IL METODO DI APPLICAZIONE A SECCO

Il nome "metodo di applicazione a secco" deriva dallo stato del tessuto al momento in cui esso viene applicato posizionato nella sua posizione finale. Per questo metodo, è normalmente impiegato il Sikadur®-330 sia come primer del substrato sia come resina da impregnazione. Il metodo di applicazione a secco è utilizzabile per tessuti con una grammatura fino a 430 g/m², in funzione del tipo di fibra.

Primerizzazione e applicazione della resina

Applicare il Sikadur®-330 al substrato precedentemente preparato, usando una spatola dentata o, ancora meglio, un rullino a pelo lungo. In questo caso è necessaria un'unica fase, in quanto la stessa resina funge da primer e da resina da impregnazione. Si applicherà quindi tutto il quantitativo di resina richiesto per lo strato corrente. Il consumo di resina dipende dal tipo di tessuto, dalla grammatura dello stesso e dalla rugosità superficiale del sottofondo. Come guida utilizzare i valori riportati nel paragrafo 6.3.



Posizionamento e laminazione del tessuto

Posizionare il tessuto SikaWrap® (precedentemente tagliato a misura) ancora secco nella direzione e nella posizione richiesta dal progetto, direttamente sul Sikadur®-330 fresco. Schiacciare il tessuto nello strato di resina, utilizzando il rullino di plastica o il rullino in alluminio. Rullare sempre nella direzione delle fibre, esercitando una lieve pressione facendo attenzione a non movimentare il tessuto durante questa fase. Rullare fin quando la resina emerge tra le fibre e le impregna completamente.



Omogeneizzare la resina in superficie passando nuovamente il rullo a pelo lungo scarico di resina, formando così uno strato uniforme di resina sul tessuto SikaWrap®. Il tessuto deve essere completamente “bagnato” con la resina Sikadur®, non ci deve essere alcun punto asciutto ed il tessuto deve essere ben adeso al substrato. Eliminare ogni eventuale bolla d’aria che possa rimanere intrappolata tra il tessuto e il sottofondo, continuando a rullare nella direzione delle fibre.



Applicazione di ulteriori strati di tessuto

Per rispondere a determinati requisiti progettuali, potrebbe essere richiesta l’applicazione di più strati di tessuto SikaWrap® sovrapposti.

In tal caso procedere applicando sullo strato precedente, fresco su fresco, il quantitativo necessario di Sikadur®-330, e comunque entro 60 minuti (a +23°C) dalla precedente applicazione, e ripetere le fasi di laminazione ed impregnazione descritte poco sopra per il primo strato. Se non fosse possibile procedere con l’applicazione del Sikadur®-330 sul precedente strato entro 60 minuti, allora è necessario far trascorrere almeno 12 ore (a +23°C) prima dell’applicazione di ulteriori strati. Nel caso di presenza di sovrapposizioni, occorre sfalsarle tra i vari strati, lungo lo sviluppo delle strisce.

In particolari condizioni di bassa temperatura e/o alto tasso di umidità, si potrebbe formare un leggero strato appiccicoso di pochissimi micron di spessore sulla superficie della resina Sikadur®-330 polimerizzata. Se fosse necessario applicare ulteriori strati di tessuto o applicare dei rivestimenti protettivi sul rinforzo, si deve prima procedere alla rimozione di questo residuo appiccicoso. Tale residuo può semplicemente essere rimosso con acqua tiepida e sapone neutro. In ogni caso, prima di qualunque applicazione su uno strato di resina polimerizzata, è necessario che la superficie sia perfettamente asciutta.

Il quantitativo di resina Sikadur®-330 da utilizzarsi per gli strati successivi al primo, dipende dal tipo di tessuto SikaWrap® utilizzato. Come guida utilizzare i valori riportati nel paragrafo 6.3.

Preparazione per ricoprimenti con prodotti cementizi o rivestimenti colorati

Se si è formato un residuo appiccicoso sulla superficie della resina indurita, come prima descritto, questo deve essere rimosso con acqua tiepida e sapone. La superficie deve essere asciugata a fondo prima di applicare qualunque rivestimento, per assicurare un’adeguata adesione.

Se deve essere applicato un rivestimento cementizio, a copertura o protezione del Sistema SikaWrap®, occorrerà applicare, sul laminato finale, un ulteriore leggero strato di resina Sikadur®-330, (max 0,5 Kg/m²) e spolverare a rifiuto, sulla resina fresca, con della sabbia di quarzo fine (D_{max} ~ 1 mm). Questo, una volta che l’ulteriore strato di resina spolverata con sabbia di quarzo sarà indurita, migliorerà in maniera sensibile l’adesione del rivestimento cementizio (vedi foto a destra).

Se deve essere applicato un rivestimento colorato, si può usare, nella fase finale dell’applicazione del sistema SikaWrap®, un pennello da passare sulla superficie fresca del Sikadur®-330, per lisciarla e regolarizzarla il più possibile.

7.3 IL METODO DI APPLICAZIONE AD UMIDO

Il nome “metodo di applicazione ad umido” deriva dallo stato del tessuto al momento in cui esso viene applicato posizionato nella sua posizione finale. Per questo metodo, è normalmente impiegato il Sikadur®-300 come resina da impregnazione ed il Sikadur®-330 (sottofondi non troppo lisci) o il Sikadur®-300 (sottofondi molto lisci e regolari) possono essere utilizzati come primer. Utilizzare sempre Sikadur®-330 come primer in caso di applicazione sopratesta e in caso di applicazione in più strati su superficie verticale.



Il metodo di applicazione ad umido è utilizzabile per tessuti con una grammatura superiore a 430 g/m², in funzione del tipo di fibra. Far riferimento alle rispettive schede tecniche per avere i dati e le informazioni riguardanti il tempo aperto ed i tempi di attesa tra l'applicazione del primer e dell'impregnazione.

Applicazione del primer

Applicare tramite spatola, pennello o rullo il primer (Sikadur®-330 per sottofondi più ruvidi, Sikadur®-300 per sottofondi più lisci) al substrato precedentemente preparato e pulito. Seguire i consumi indicati nella scheda tecnica del tessuto che si intende posare. Il Sikadur®-300 è fluido e potrebbe essere necessario applicare una seconda mano di primer, dopo che la prima è penetrata totalmente sul substrato di calcestruzzo. Utilizzare sempre Sikadur®-330 come primer in caso di applicazione sopratesta e in caso di applicazione in più strati su superficie verticale.

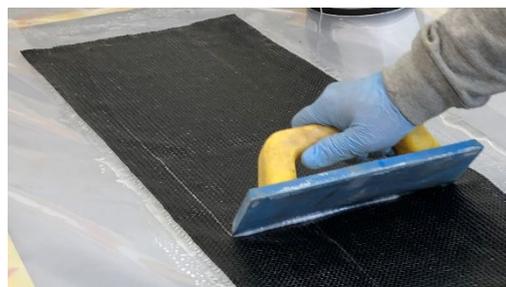


Impregnazione manuale dei tessuti

Tagliare a misura il tessuto, secondo le indicazioni di progetto. Distribuire circa 2/3 del consumo di resina Sikadur®-300 previsto, su un foglio di polietilene pulito e messo su un piano orizzontale. Appoggiare il tessuto sulla resina. Impregnare il tessuto mediante rullatura, sempre e solo nella direzione delle fibre, utilizzando un rullino a pelo lungo o un rullino di plastica. Distribuire il rimanente 1/3 di resina Sikadur®-300 sopra il tessuto e completare l'impregnazione del tessuto.



Rimuovere la resina in eccesso con l'ausilio di una spatola di gomma da stucco (vedere paragrafo 4.1). Il consumo di resina può facilmente essere determinato semplicemente per differenza di peso tra il tessuto secco ed il tessuto impregnato con il Sikadur®-300.



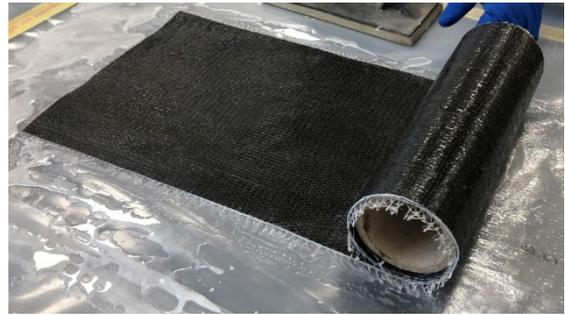
Posizionamento e laminazione del tessuto

Posizionare il tessuto SikaWrap® impregnato sul substrato già primerizzato (entro il tempo aperto del primer) e sistemare con le mani al fine di rimuovere macro bolle di aria, pieghe, increspature e disallineamenti delle fibre.

Il modo più semplice per movimentare i pezzi di tessuto SikaWrap® impregnati è quello di utilizzare un tubo di cartone e arrotolare il tessuto impregnato su di esso (come mostrato nella foto a lato). Questo riduce le possibilità di disallineamenti o disassamenti delle fibre, oltre a ridurre al minimo il rischio di gocciolamento, mantenendo così il l'area di lavoro più pulita. E' possibile lasciare 5-10 minuti il tessuto impregnato arrotolato, in modo che la resina possa ancor meglio penetrare tra le fibre. Per migliorare il grip tra il tubo di cartone e il tessuto impregnato è possibile prepararne preliminarmente la superficie con un po' di resina spolverata a rifiuto con sabbia di quarzo.

Nel caso di tessuti "pesanti, con grammatura $\geq 600 \text{ g/m}^2$, dopo il loro posizionamento sul substrato, è opportuno rullare con rullino di plastica o utilizzare una spatola di plastica (lavavetri), sempre e solo nella direzione delle fibre, fintantoché la resina risulti uniformemente distribuita sul tessuto e ogni bolla d'aria o irregolarità siano state rimosse

Evitare l'applicazione eccessiva di forza per evitare di danneggiare il tessuto o creare delle increspature o pieghe o disallineamenti del tessuto SikaWrap®.



Applicazione di ulteriori strati di tessuto

Per rispondere a determinati requisiti progettuali, potrebbe essere richiesta l'applicazione di più strati di tessuto SikaWrap® sovrapposti.

Se richiesto dal progetto, ripetere la fase di impregnazione descritta sopra e la fase di laminazione. L'applicazione degli strati ulteriori di tessuto deve essere eseguita fresco su fresco ed entro i 60 minuti (a +23°C) dal precedente.

Se non fosse possibile procedere con l'applicazione dello strato seguente sul precedente strato entro 60 minuti, allora è necessario far trascorrere almeno 12 ore (a +23°C) prima dell'applicazione di ulteriori strati e sarà necessario procedere ad un ulteriore primerizzazione del substrato. Si prega di far riferimento alla scheda dati prodotto del Sikadur®-300 per ciò che riguarda il tempo aperto. In tutti i casi di applicazione su uno strato di resina polimerizzata, la superficie dovrà presentarsi asciutta ed esente da polvere o altri contaminanti.

Nel caso di presenza di sovrapposizioni, occorre sfalsarle tra i vari strati, lungo lo sviluppo delle strisce.

Preparazione per ricoprimenti con prodotti cementizi o rivestimenti colorati

La superficie deve essere asciugata a fondo prima di applicare qualunque rivestimento, per assicurare un'adeguata adesione.

Se deve essere applicato un rivestimento cementizio, a copertura o protezione del Sistema SikaWrap®, occorrerà applicare, sul laminato finale, un ulteriore leggero strato di resina Sikadur®-300, (circa $0,3 \text{ Kg/m}^2$) e spolverare a rifiuto, sulla resina fresca, con della sabbia di quarzo fine ($D_{\text{max}} \sim 1 \text{ mm}$). Questo, una volta che l'ulteriore strato di resina spolverata con sabbia di quarzo sarà indurita, migliorerà in maniera sensibile l'adesione del rivestimento cementizio (vedi foto a destra).

Se deve essere applicato un rivestimento colorato, si può usare, nella fase finale dell'applicazione del sistema SikaWrap®, un pennello da passare sulla superficie fresca del Sikadur®-300, per liscciarla e regolarizzarla il più possibile.



7.4 PROTEZIONI SUPERFICIALI DEL SISTEMA SIKAWRAP®

Il Sistema SikaWrap®, una volta applicato e completamente polimerizzato, può essere ricoperto con un rivestimento, per motivi puramente estetici oppure per protezione. La scelta del rivestimento più idoneo dipenderà dalle condizioni di esposizione. La tabella sottostante illustra alcune specifiche e più comuni situazioni in cui viene richiesta la protezione del sistema SikaWrap® applicato. Far sempre riferimento alla relativa Scheda Dati Prodotto, per maggiori informazioni, prestazioni e dettagli applicativi dei prodotti citati.

Condizioni di esposizione	Necessità	Soluzione Sika®
Irraggiamento solare diretto	Protezione dai raggi UV	Sikagard®-550W Elastic, Sikagard®-680 S Betoncolor oppure rasatura protettiva cementizia della linea Sika MonoTop® o Sikalastic®
Immersione permanente o supporto costantemente bagnato	Protezione dal contatto permanente con acqua	Sikagard®-63N oppure rasatura protettiva cementizia della linea Sika MonoTop® o Sikalastic®
Incremento della resistenza al fuoco	Protezione al fuoco	Contattare il Technical Service di Sika Italia S.p.A. per maggiori informazioni

Per l'applicazione di rivestimenti cementizi (come le malte Sika MonoTop®, gli impermeabilizzanti Sikalastic®), è sempre necessario procedere alla stesura di una ulteriore mano di resina e allo spolvero di sabbia di quarzo a rifiuto, come descritto nei paragrafi precedenti.

7.5 TEMPERATURE LIMITE DI APPLICAZIONE E DI SERVIZIO

Verranno di seguito riportati per ciascun sistema di rinforzo realizzato in situ oggetto del presente Manuale, i limiti delle temperature dell'ambiente e del supporto al momento dell'applicazione ed i limiti della temperatura di servizio, intesi come temperature limite di esposizione continua del sistema (24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana).

Sistema SikaWrap®			Temperatura di servizio	Temperatura ambiente e supporto
SikaWrap®-300 C	+	Sikadur®-330	-10 °C - +43 °C	+10 °C - +35 °C
SikaWrap®-301 C	+	Sikadur®-330	-10 °C - +43 °C	+10 °C - +35 °C
SikaWrap®-300 BI-C/30	+	Sikadur®-330	-10 °C - +43 °C	+10 °C - +35 °C
SikaWrap®-380 C Quadri	+	Sikadur®-330	-10 °C - +43 °C	+10 °C - +35 °C
SikaWrap®-400C HM	+	Sikadur®-330	-10 °C - +43 °C	+10 °C - +35 °C
SikaWrap®-600 C	+	Sikadur®-300	-10 °C - +45 °C	+10 °C - +40 °C
SikaWrap®-600 C HM	+	Sikadur®-300	-10 °C - +45 °C	+10 °C - +40 °C

8 ISPEZIONE E TEST

8.1 PRIMA DELL'APPLICAZIONE

Preliminarmente all'applicazione del Sistema di rinforzo SikaWrap®, deve sempre essere testata la resistenza del substrato. Questo può essere fatto mediante l'esecuzione di test di pull off. Questi possono essere eseguiti secondo quanto descritto al §6.2.1 del CNR-DT 200 R1/2013 - *"Il substrato può ritenersi idoneo se almeno l'80% delle prove (almeno due su tre nel caso di sole tre prove) forniscono, sulla superficie circolare isolata, una tensione di picco allo strappo non inferiore a 0,9 MPa, nel caso di elementi di c.a., ovvero non inferiore al 10% della resistenza (media) a compressione del supporto, nel caso di murature"*

La raccomandazione Sika è che la resistenza media a trazione superficiale deve essere almeno pari a 1,0 MPa, a meno di indicazioni diverse fornite dal progettista.

Normalmente i calcestruzzi su cui eseguire l'applicazione del Sistema SikaWrap® devono almeno avere una stagionatura di 28 giorni. Se il substrato necessita di un risanamento e una riparazione strutturale preliminare, i test di resistenza e di idoneità del substrato saranno eseguiti a valle della riparazione

8.2 ISPEZIONI ED INDAGINI IN SITU

Durante le fasi di lavorazione ed applicazione occorre un monitoraggio costante di tutti gli aspetti operativi; dalla preparazione alla miscelazione. Tutte queste fasi devono essere supervisionate ed annotate, in particolare:

- La preparazione e la verifica di idoneità del substrato
- L'identificazione e l'annotazione del numero di lotto di tutti i materiali utilizzati
- Le procedure di miscelazione della resina
- L'applicazione della resina sul substrato e l'impregnazione ed il posizionamento del tessuto
- Le condizioni di umidità e temperatura di maturazione ed indurimento della resina
- Le prove in situ eseguite sui materiali applicati
- Ogni altro dettaglio relativo alle specifiche richieste ed alle prescrizioni legate al progetto

Al completamento dell'installazione e dell'indurimento della resina, è necessario procedere ad una verifica della qualità dell'applicazione, punto per punto, controllando che la resina abbia impregnato completamente il tessuto o sia polimerizzata correttamente. Se venissero rinvenuti dei difetti in aree maggiori di 25x25 mm, si rende necessario riparare la zona e rieseguire localmente il rinforzo. Tutte le riparazioni dovranno essere eseguite seguendo le stesse procedure e le stesse fasi dell'applicazione originaria.

Piccole delaminazioni o bolle possono essere iniettate con una resina epossidica per ristabilire la completa adesione tra il substrato ed il sistema di rinforzo.

Se in questa fase venissero rinvenuti difetti estesi, sarà necessario procedere alla rimozione del sistema applicato e alla sua nuova applicazione, oppure sarà necessario applicare un numero aggiuntivo di strati di FRP. Il tipo di riparazione necessario, le preparazioni, il numero di strati aggiuntivi necessari, così come le lunghezze di sovrapposizione, devono sempre essere approvate dall'Ingegnere Strutturista responsabile del progetto.

9 ISTRUZIONI OPERATIVE PER LA MANUTENZIONE

9.1 INTRODUZIONE

Il sistema di rinforzo FRP deve essere monitorato durante la sua vita di servizio con verifiche periodiche, la cui frequenza dipende dalle condizioni di esposizione meccanica e ambientale e dall'effettiva possibilità di ispezione del

manufatto. Si raccomanda specialmente l'esecuzione di ispezioni del sistema di rinforzo successivamente al verificarsi di un evento sismico o di tutti i fenomeni che possano portare alla manifestazione di stati tensionali straordinari nel sistema di rinforzo. Tali ispezioni sono utili a rilevare possibili danneggiamenti del sistema di rinforzo. Occorre porre particolare attenzione a punti in distacco, urti o altre anomalie che possano ridurre l'efficacia del sistema FRP. Una volta individuate le zone danneggiate deve essere eseguita una mappatura delle stesse e devono essere analizzate le possibili cause. Se le cause del danneggiamento sono attribuibili a cedimenti della fondazione, dovranno essere in primo luogo messi a punto interventi che permettano la stabilizzazione del meccanismo tramite consolidamento della fondazione o del terreno sottostante. Solo successivamente sarà possibile intervenire sul sistema di rinforzo.

9.2 INDAGINI PER L'INDIVIDUAZIONE DELL'EVENTUALE DANNEGGIAMENTO

Riferirsi in primo luogo al capitolo 8: Ispezione e Test.

9.2.1 ISPEZIONI VISIVE

L'ispezione visiva consiste in un sopralluogo volto ad accertare le condizioni in cui si trova l'elemento rinforzato e fornisce indicazioni utili per la preliminare individuazione del fenomeno, almeno per come esso si manifesta esternamente. L'osservazione visiva ha come limite la possibilità di ispezionare solo le parti visibili e raggiungibili. Durante il sopralluogo devono essere accertati il tipo e l'estensione dei danni subiti dall'opera. Per ogni fenomeno osservato si deve rilevare la frequenza, l'estensione e la posizione delle aree coinvolte, anche in relazione all'ambiente (ad esempio se interno o esterno) e alle condizioni statiche dell'elemento strutturale (elemento soggetto a compressione, taglio e/o flessione). Con l'ispezione visiva sarà possibile identificare distacchi del sistema di rinforzo, danni superficiali dovuti a urti, variazioni di colore ed eventuali rigonfiamenti. Tuttavia, è difficile determinare con certezza le cause del danneggiamento attraverso la sola ispezione visiva; possono essere necessarie ulteriori indagini che possono essere scelte sulla base dei risultati dell'osservazione visiva.

9.2.2 ANALISI SONICHE STRUMENTALI

Le analisi soniche strumentali sfruttano il principio della diversa risposta sonora a impulsi dati alla superficie del rinforzo; trattasi di un estendimento strumentale di quella che è la battitura eseguita con mezzi meccanici per verificare, a orecchio umano, eventuali anomalie legate a distacchi del sistema di rinforzo.

9.2.3 ANALISI TERMOGRAFICHE

Le termocamere producono immagini d'infrarossi invisibili, o radiazioni di calore, e rappresentano un preciso strumento di misurazione a distanza delle temperature.

In edilizia l'indagine termografica è un mezzo di diagnosi non distruttiva che presenta un vasto campo di applicazioni, fra le quali il rilevamento dell'umidità, l'individuazione di discontinuità o di eventuali difettosità ecc.

L'utilizzo pertanto si presta per valutare eventuali anomalie del sistema di rinforzo FRP.

9.2.4 MISURE VIBRAZIONALI E DINAMICHE

Il principio di funzionamento si basa sul presupposto che, a parità di percussione, si generano onde vibrazionali con caratteristiche diverse in funzione dello stato della superficie: tanto più il materiale è compatto e con stratificazioni ben aderenti e tanto è maggiore la velocità di propagazione dell'onda vibrazionale, mentre in caso di presenza di discontinuità interne al materiale, dovute a distacchi e/o lesioni, l'onda si propaga più lentamente. Il segnale è poi convertito in un valore numerico che, valutato in conformità a una scala di misura sperimentale, fornisce informazioni sullo stato di conservazione dell'elemento murario e del rinforzo.

9.3 RIPRISTINO DELL'INTEGRITÀ DELL'ELEMENTO STRUTTURALE DELLA ZONA DANNEGGIATA

Il rinforzo dovrà essere rimosso nella zona danneggiata, è necessario che venga predisposta la messa a nudo del supporto in calcestruzzo attraverso l'eliminazione dalla superficie di tutte le parti di rinforzo o di parti incoerenti.

Eseguire un'accurata verifica dello stesso per la rimozione di tutte le parti ammalorate ed in fase di distacco (calcestruzzo degradato, zone di incipiente corrosione, pezzi di cassetta e altro).

Laddove fosse necessaria la riparazione del calcestruzzo, preliminare all'applicazione dei sistemi di rinforzo SikaWrap®, è importante che i materiali da riparazione da utilizzarsi siano pienamente compatibili con le resine adesive Sikadur® e idonee, da un punto di vista normativo, per essere applicate come riparazione strutturale del calcestruzzo (classe R3 o R4 secondo le EN 1504-3). La regolarizzazione di piccole irregolarità o piccoli vuoti, potrà

essere eseguita con stucchi epossidici della gamma Sikadur®. Irregolarità più macroscopiche potranno essere eseguite con malte da riparazione strutturale della linea Sika MonoTop® o SikaRep®. In presenza di lesioni strutturali statiche, si potrà procedere al loro riempimento con resine epossidiche tipo Sikadur®-52 Injection o altre resine da iniezione della linea Sikadur®, da scegliersi in accordo con il progettista o con la Direzione Lavori.

Ulteriori dettagli su tutti gli aspetti della riparazione del calcestruzzo possono essere ottenuti contattando il Dipartimento Technical Service di Sika.

Eseguire la preparazione del supporto nella zona da ripristinare come indicato nel paragrafo 6.2 del presente documento.

9.4 RIPRISTINO LOCALE DEL SISTEMA DI RINFORZO

Per l'applicazione del nuovo sistema di rinforzo riferirsi alla procedura di posa prevista nei capitoli precedenti.

La porzione di rinforzo esistente su cui verrà applicato il nuovo sistema FRP dovrà essere abrasa in superficie per riattivare la superficie della resina. Considerare una lunghezza di sovrapposizione idonea tra l'esistente e il nuovo sistema di rinforzo.

10 APPENDICE

10.1 REGISTRO DI CANTIERE

Durante tutte le fasi del progetto, deve essere tenuto un registro scritto dove verranno annotate tutti gli aspetti del lavoro, includendo la preparazione, la miscelazione e l'applicazione, includendo anche:

- Preparazione delle superfici
- Documenti di trasporto dei materiali e numeri di lotto
- Miscelazione ed applicazione della resina
- Condizioni ambientali (temperature dell'aria e del substrato, umidità, temperature di rugiada)
- Presenza di eventuali contaminazioni
- Dettagli e risultati di tutti i test eseguiti
- Presenza in fase di applicazione di vibrazioni
- Qualsiasi cosa degna di nota e che possa avere influenza sul rinforzo in FRP

10.2 CHECKLIST: ATTREZZATURE DA CANTIERE NECESSARIE

La presente tabella mostra un elenco non esaustivo delle attrezzature minime necessarie per l'esecuzione e l'applicazione del sistema SikaWrap®

- Pennelli
- Spazzole
- Aspirapolvere industriale
- Rullini a pelo corto
- Rullini di plastica
- Contenitori puliti per miscelazione
- Frusta per miscelare
- Spirale per miscelare
- Miscelatore elettrico
- Fogli in PE
- Levigatrice orbitale a disco diamantato a recupero di polveri, oppure sabbatrice (in funzione del supporto)
- Termometro
- Igrometro (sia per l'ambiente che per il substrato)
- Tessuto SikaWrap®
- Sikadur®-330 resina
- Sikadur®-300 resina
- Sabbia di quarzo
- Sika® Colma® Cleaner (o un altro pulitore a base di Isopropanolo)
- Occhiali di sicurezza
- Casco di sicurezza
- Crema protettiva per la pelle esposta

- Forbici professionali per il taglio dei tessuti
- Carotatrice
- Ghiere metalliche
- Apparecchio per prove di pull off
- Adesivo idoneo all'incollaggio delle ghiera metalliche
- Guanti in nitrile
- Acqua pulita
- Kit lavaocchi di emergenza

10.3 CHECKLIST: CONTROLLO QUALITÀ IN CANTIERE

Preparazione del substrato:	SI	NO
Sono stati eseguiti almeno tre test preliminari di pull off?		
Il valore medio misurato su almeno tre punti è [MPa] (il valor medio dovrebbe essere almeno di 1.0 MPa)		
Sono presenti fessure maggiori di 0,2 mm sul calcestruzzo?		
Sono stati riparati preliminarmente tutti i danni alla struttura da rinforzare?		
Sono state eseguite iniezioni sulle fessure presenti?		
La superficie del calcestruzzo si presenta regolare (vedi limiti riportati al §6.2)		
Condizioni ambientali		
La temperatura dell'aria e del substrato sono maggiori di 5°C?		
La temperatura media al momento dell'applicazione è di: [°C]:		
La temperatura ambientale è di almeno 3°C al di sopra della temperatura di rugiada?		
Il contenuto di umidità del substrato è al di sotto del 4%?		
C'è dell'acqua liquida sulla superficie da rinforzare?		
Le superfici da rinforzare sono perfettamente pulite?		
Vi è la presenza di polvere superficiale o altri contaminanti?		
Dopo l'installazione:		
Sono presenti dei vuoti, bolle o zone non impregnate correttamente?		
Sono presenti delle zone in cui l'adesivo presenta degli scolorimenti?		
E' stato cambiata o modificata qualcosa nell'applicazione, rispetto alle prescrizioni progettuali iniziali?		
Se si, descrivere cosa è stato modificato:		

11 NOTE LEGALI

Le informazioni qui riportate sono fornite in buona fede in base alle conoscenze ed all'esperienza attuale di Sika sui prodotti a condizione che gli stessi vengano adeguatamente immagazzinati, movimentati ed utilizzati in condizioni normali ed osservando le raccomandazioni di Sika. Queste informazioni valgono unicamente per l'applicazione (i) e il prodotto (i) ai quali qui si fa esplicitamente riferimento e si basano su test di laboratorio che non sostituiscono la sperimentazione pratica. In caso di modifiche dei parametri di applicazione, come modifiche nei substrati ecc., o nel caso di un'applicazione diversa, si prega di consultare il servizio tecnico della Sika prima di utilizzare i prodotti Sika. Le informazioni qui indicate non esonerano l'utilizzatore dal testare i prodotti per l'applicazione e lo scopo intesi. Tutti gli ordini vengono accettati alle nostre vigenti condizioni di vendita e consegna. Gli utilizzatori devono far sempre riferimento alla versione più recente della locale scheda dati relativa al prodotto in questione, le cui copie verranno fornite su richiesta.

Sika Italia SpA
TM Refurbishment
Via L. Einaudi, 6
20068 Peschiera Borromeo
(MI)
Italy
www.sika.it

Editor
Federico Moroni
Tel: +39 02 54 778 111
Mail: moroni.federico@it.sika.com

Manuale di preparazione ed installazione
Sistema SikaWrap®
14.02.2025, VERSION 5.6
850 41 02/03