



MANUALE DI PREPARAZIONE ED INSTALLAZIONE

Sistema Sika® CarboDur® LAM

(formerly MBrace LAM system)

29.07.2026 / VERSION 1.0 / SIKA ITALIA SPA / FABIO GAMBA

INDICE

1	Scopo	3
2	Descrizione del sistema	3
2.1	Referenze	3
2.2	Limitazioni	4
3	Prodotti	4
3.1	Stoccaggio dei materiali	5
4	Attrezzature	5
4.1	Attrezzi	5
4.2	Pulizia	5
4.3	Attrezzature addizionali	6
5	Norme di sicurezza	7
5.1	Valutazione dei rischi	7
5.2	DPI – dispositivi di protezione individuale	7
5.3	Primo soccorso	8
5.4	Smaltimento rifiuti	8
6	Preparazione supporto	8
6.1	Supporto danneggiato	9
6.2	Analisi pre progetto	9
6.3	Preparazione, pulizia e livellamento del substrato	10
7	Applicazioni	11
7.1	Adesivo	11
7.2	Lamine Sika® CarboDur® LAM	12
7.3	Protezione del sistema Sika® Carbodur® LAM	13
8	Ispezione e test	14
8.1	Prima dell'applicazione	14
8.2	Controllo qualità post-installazione	15
9	Istruzioni operative per la manutenzione	15
9.1	Introduzione	15
9.2	Indagini per l'individuazione dell'eventuale danneggiamento	15
9.3	Ripristino dell'integrità dell'elemento strutturale della zona danneggiata	16
9.4	Ripristino locale del sistema di rinforzo	17
10	Appendice	17
10.1	Installazione su substrato in legno	17
10.2	Registro di cantiere	17
10.1	Checklist: Attrezzature da cantiere necessarie	17
10.1	Checklist: Controllo Qualità in cantiere	18
11	Note legali	19

1 SCOPO

Questo Manuale di preparazione ed installazione rappresenta una linea guida per l'utilizzo del sistema composito FRP Sika® CarboDur® LAM. 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 sistema CarboDur® LAM è impiegato per la riparazione ed il rinforzo di elementi strutturali (travi, pilastri, setti ecc.) e deve essere applicato da imprese specializzate opportunamente formate ed istruite. Se fossero necessarie ulteriori informazioni non riportate sul presente documento, non esitare a contattare il Dipartimento Tecnico di Sika Italia S.p.A., che vi assisterà e vi fornirà le informazioni necessarie.

2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il Sistema Sika® CarboDur® LAM è costituito da lamine pultruse in fibra di carbonio Sika® CarboDur® LAM e dall'adesivo Sikadur® ADH 4000. Il sistema è usato per assorbire stati di trazione in qualunque elemento strutturale esistente.

I principali campi di applicazione sono:

- Incremento della capacità portante di elementi strutturali esistenti
- Mitigazione di errori progettuali o esecutivi sulle nuove strutture
- Recupero dell'originaria capacità resistente di elementi strutturali a causa della corrosione
- Adeguamento di elementi strutturali ai limiti normativi
- Riparazione di elementi strutturali danneggiati da impatto, esplosione, carichi eccezionali, eventi sismici
- Miglioramento del comportamento sismico

Tutti i materiali strutturali possono essere riparati e/o rinforzati con questo sistema: muratura, legno, calcestruzzo, calcestruzzo armato, acciaio e materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica.

2.1 REFERENZE

Questo manuale è stato scritto in accordo alle Linee Guida del CNR **CNR-DT 200 R2/2025** *“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 90**, specialmente al capitolo 10: “Esecuzione e controllo di qualità” e fa riferimento anche ai consigli riportati nella **ACI PRC 440.2-13** e al capitolo 10 del **TR55**.

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. 220 del 09/7/2015. Ai sensi di questa normativa le lamine sono catalogate come “sistemi preformati”, con l'ottenimento della qualificazione ministeriale (certificato di validità tecnica), il sistema preformato può essere utilizzato per il rinforzo strutturale degli edifici esistenti, **ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018), secondo quanto previsto alla lett. C del §11.1.**

Il certificato di validità tecnica (CVT) del sistema Sika® CarboDur® LAM include i seguenti prodotti:

Sika®Carbodur® LAM CFS + Sikadur® ADH 4000

Sika®Carbodur® LAM CFH + Sikadur® ADH 4000

2.2 LIMITAZIONI

- Le combinazioni certificate lamina+adesivo devono essere utilizzati nel completo rispetto delle indicazioni della Scheda Dati Prodotto, non sono possibili miscele con altri prodotti.
- I prodotti del sistema Sika® CarboDur® LAM 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.
- Trattandosi di interventi aventi contenuto strutturale, tutte le applicazioni dei prodotti Sika® CarboDur® LAM devono essere accompagnati da un progetto esecutivo costituito da relazione di calcolo, disegni e particolari costruttivi.
- 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 le lamine Sika® CarboDur® LAM (stampigliati sulla confezione originale della lamina stessa) e per le resine Sikadur® (stampigliati sulla confezione dei componenti).
- 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, preconditionare le resine per almeno 24 ore in ambienti a temperatura controllata, per migliorare le condizioni di miscelazione in situ, l'applicazione e l'eventuale riduzione del tempo di lavorabilità.
- Durante la fase di preparazione del supporto evitare rasature a basso spessore (millimetriche) con malte o rasanti cementizi, per eventuali rasature millimetriche è obbligatorio l'impiego dell'adesivo epossidico Sikadur® ADH 4000.
- Il CVT dei sistemi Sika® CarboDur® LAM prevede l'utilizzo esclusivo di Sikadur® ADH 4000 come resina di incollaggio.

3 PRODOTTI

Nome Sika	Descrizione
Sika® CarboDur® LAM CFS Sika® CarboDur® LAM CFH	Lamina pultrusa in composito fibro-rinforzato con fibra di carbonio (CFRP) per il rinforzo strutturale di strutture in calcestruzzo, acciaio, muratura e legno. Disponibile in varie larghezze e sezioni trasversali.
Sikadur® P 3500	Primer bicomponente a base epossidica per il Sistema CarboDur® LAM (solo su legno).
Sikadur® ADH 4000	Adesivo strutturale tissotropico, bicomponente a base di resine epossidiche.

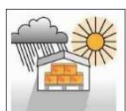
L'elenco delle lamine, suddiviso per tipologia è riportato di seguito:

Nome	Larghezza [mm]	Spessore [mm]
Sika® CarboDur® LAM 50/1.4 CFS	50	1,4
Sika® CarboDur® LAM 100/1.4 CFS	100	1,4
Sika® CarboDur® LAM 150/1.4 CFS	150	1,4
Sika® CarboDur® LAM 50/1.4 CFH	50	1,4

Sika® CarboDur®LAM 100/1.4 CFH	100	1,4
Sika® CarboDur®LAM 150/1.4 CFH	150	1,4

Disponibili in altre varie larghezze in riferimento al listino aggiornato

3.1 STOCCAGGIO DEI MATERIALI



I materiali devono essere stoccati opportunamente negli imballi originali, chiusi e non danneggiati, in ambiente secco e ventilato. Far sempre riferimento alle informazioni ed ai dati riportati nelle rispettive Schede Dati Prodotto riguardo alle temperature minime e massime di stoccaggio. Proteggere dall'irraggiamento solare diretto. Le lamine pultruse Sika® CarboDur® LAM possono essere trasportate nel loro imballo originale, oppure adeguatamente protette contro i danneggiamenti accidentali.

4 ATTREZZATURE

4.1 ATTREZZI



Spazzola



Aspiratore industriale/compressore e ad aria



Cazzuola



Spatola metallica



Rullino di gomma



Levigatrice orbitale con platello diamantato



Secchi per miscelazione



Miscelatore a spirale



Miscelatore a frusta (per quantità più grandi)



Bilancia per sporzionamenti delle resine

4.2 PULIZIA

Pulire tutti gli attrezzi utilizzati per l'applicazione con Diluente C (o un generico pulitore per resine epossidiche o nitro), immediatamente dopo l'uso. La resina fresca può essere pulita con un panno imbevuto di pulitore. Il materiale indurito può essere rimosso solo meccanicamente.

4.3 ATTREZZATURE ADDIZIONALI

Applicazione dell'adesivo

Quando è necessario installare un numero elevato di piastre Sika® CarboDur® LAM su una struttura, si consiglia di realizzare un piccolo utensile che faciliti l'applicazione dell'adesivo sulle piastre. Si utilizza un raschietto in plastica o metallo, sagomato in modo da ottenere il profilo desiderato dell'adesivo sulle piastre, come mostrato nell'immagine sottostante, insieme a un semplice telaio in legno attraverso il quale far passare le piastre. Poiché è molto semplice, questo utensile può essere pulito dopo l'uso (ad esempio quando si utilizza un raschietto in metallo resistente), oppure può essere semplicemente scartato e rifatto all'occorrenza (ad esempio quando si utilizzano raschietti in plastica). Le immagini sottostanti illustrano la costruzione dell'utensile e il processo di applicazione dell'adesivo

Costruzione ed assemblaggio dell'attrezzatura per l'applicazione dell'adesivo sulle lamine

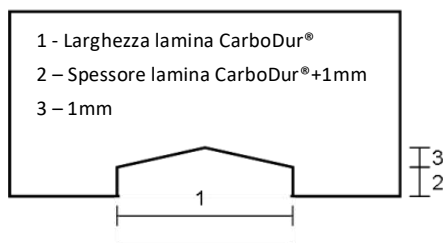


Foto sopra: Spatola di plastica con il taglio fatto alla base

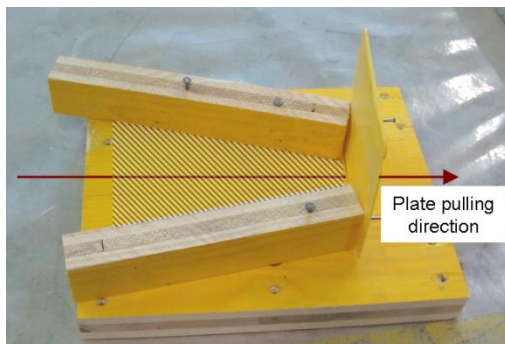
Foto sotto: Dimensioni taglio

Larghezza= Larghezza della lamina Sika® CarboDur® LAM da utilizzare +1 mm

Altezza

(per larghezze fino a 80mm): laterale 2mm – centrale 3mm

(per larghezze oltre a 80mm): laterale 2mm – centrale 4mm



Esempio di disposizione delle cassature laterali in legno e posizionamento della spatola precedentemente preparata e tagliata come sopra
L'area tratteggiata indica la zona che sarà riempita con l'adesivo epossidico Sikadur® ADH 4000.

Applicazione



Aggiungere l'adesivo epossidico Sikadur® ADH 4000 precedentemente miscelato

Consiglio: Mantenere sempre la zona in prossimità della spatola sagomata piena di adesivo, accompagnando e spingendolo con una spatolina metallica. Questo assicura una copertura omogenea della lamina



Spingere la lamina lentamente (dopo accurata preparazione e pulizia) attraverso la spatola sagomata (non più di 10-15 cm/sec), accompagnando sempre l'adesivo. Per questa operazione sono necessarie 2 o 3 persone a seconda della lunghezza della lamina Sika® CarboDur® LAM da lavorare.

5 NORME DI SICUREZZA

5.1 VALUTAZIONE DEI RISCHI



I rischi per la salute e la sicurezza derivanti da qualsiasi elemento, inclusi eventuali difetti nella struttura, le procedure di lavoro e tutte le sostanze chimiche utilizzate durante l'installazione dei materiali, devono essere correttamente valutati e gestiti in modo sicuro. Qualsiasi area di lavoro su piattaforme e strutture temporanee deve inoltre garantire una zona stabile e sicura per operare. Tutti i lavori e le procedure operative devono essere eseguiti in piena conformità alla normativa vigente 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 una lava occhi 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 sabbiatura del calcestruzzo possono essere pericolose. Proteggersi utilizzando una levigatrice con recupero di polveri o una sabbiatrice 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 relativa Scheda di Sicurezza (MSDS).

5.3 PRIMO SOCCORSO

Se i prodotti adesivi a base di resina epossidica entrano in contatto con gli occhi o le mucose, rimuovere eventuali occhiali o lenti a contatto e sciacquare con acqua pulita e tiepida per 10-15 minuti, quindi consultare immediatamente un medico. In caso di contatto delle resine con la pelle devono essere pulite immediatamente e risciacquate accuratamente con acqua pulita e tiepida.

Per maggiori e più dettagliate informazioni riguardo la salute e la sicurezza, far riferimento alla relativa 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 SUPPORTO

In linea di principio ogni progetto esecutivo deve prevedere specifiche lavorazioni sul supporto per ottenere la miglior aderenza possibile del sistema di rinforzo. Nel seguito si presentano alcune indicazioni che possono servire a supporto del Progettista.

Ispesinare preliminarmente le condizioni del cantiere e la consistenza / degrado delle superfici di calcestruzzo da rinforzare e segnalare immediatamente al Responsabile di cantiere se presenti anomalie sul supporto che potrebbero inficiare l'adesione della resina al supporto.

Procurarsi tutte le apparecchiature e gli attrezzi necessari, approvvigionare il materiale necessario (per un esempio di checklist, far riferimento a quanto riportato al § 9.3, oltre a quanto richiesto dallo specifico cantiere. Il taglio e la preparazione delle varie lamine devono avvenire prima della miscelazione della resina Sikadur® ADH 4000. Maneggiare le lamine con cura e assicurarsi di non danneggiare, piegare o rompere le fibre. **Non ripiegare mai le lamine.** Proteggere ogni superficie o veicolo in adiacenza alle zone di lavorazione, da polvere o danneggiamenti dovuti alla preparazione o esecuzione dei lavori di rinforzo.

Nota: questa sezione riguarda solo la preparazione dei substrati in calcestruzzo per l'installazione del Sistema di rinforzo Sika® CarboDur® LAM. Per l'utilizzo di questo sistema su substrati in legno, far riferimento a quanto riportato nel paragrafo 9.1. I supporti in muratura e pietra possono generalmente essere preparati allo stesso modo di quelli in calcestruzzo come descritto di seguito.

Per l'utilizzo del sistema su supporti in acciaio si raccomanda una preparazione superficiale a "metallo bianco" Sa 2 ½ come riportato nella ISO 8501- 1.

6.1 SUPPORTO DANNEGGIATO



Prima di iniziare con la preparazione ed il livellamento del substrato per l'applicazione del sistema Sika® CarboDur® LAM, 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, porzioni di casseforme adese al cls e altro).

Laddove fosse necessaria la riparazione del calcestruzzo, preliminarmente all'applicazione del sistema di rinforzo Sika® CarboDur® LAM, è importante che i materiali da riparazione da utilizzarsi siano pienamente compatibili con le resine adesive Sikadur® ADH 4000 e idonee, da un punto di vista normativo, per essere applicate come riparazione strutturale

del calcestruzzo (classe R3 o R4 secondo la EN 1504-3).

La regolarizzazione di piccole irregolarità, riprofilature millimetriche, nidi di ghiaia o piccoli vuoti, dovrà essere eseguita con lo stesso stucco epossidico, Sikadur® ADH 4000, utilizzato per l'incollaggio delle lamine o altro adesivo della gamma Sikadur® (ad es. Sikadur-31+). La preparazione del calcestruzzo deve essere eseguita come indicato successivamente nel capitolo 6.3 (es. sabbiatura o disco diamantato).

Irregolarità più macroscopiche o ricostruzioni corticali del calcestruzzo (centimetriche) potranno essere eseguite con malte da riparazione strutturale della linea SikaEmaco®.

La scelta della malta da impiegare dipende da vari fattori quali: lo spessore, le caratteristiche meccaniche del supporto, il tempo disponibile per la maturazione, le condizioni di carico ecc. La norma UNI EN 1504 fornisce indicazioni generali a questo scopo che devono però essere integrate con le regole di progettazione. La prestazione del rinforzo FRP è regolato dall'aderenza dello stesso al supporto, non è quindi conveniente interporre tra supporto e lamina una malta dotata di prestazioni meccaniche inferiori a quelle del supporto, a meno che ciò non sia stato tenuto in conto nel calcolo.



Per ottenere una buona aderenza si consiglia di:

- Irruvidire il supporto
- Applicare la malta da ripristino sul substrato saturo d'acqua a superficie opaca esercitando una buona pressione per ottimizzare l'adesione sul sottofondo.
- Ottenere una adeguata stagionatura prima della posa del rinforzo. 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 Normal o altre resine da iniezione della linea Sikadur®, da scegliersi in accordo con il progettista o con la Direzione Lavori, marcate CE ai sensi della EN 1504-5.

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

Ulteriori consigli applicativi sui sistemi e sui prodotti più idonei da utilizzarsi per le riparazioni preliminari, possono essere richiesti contattando il Dipartimento Tecnico di Sika Italia S.p.A

6.2 ANALISI PRE PROGETTO

La prestazione del sistema Sika® CarboDur® LAM dipende dalle proprietà del substrato, nel progetto esecutivo devono essere indicate le prestazioni minime che il substrato deve garantire. Con semplici test è possibile verificare la prestazione in situ del supporto, indicazioni specifiche sono riportate nel cap. 8. Nel caso in cui il supporto non raggiunga le prescrizioni del progetto è valutabile la trasformazione del rinforzo da CarboDur LAM in SikaWrap® FIB mediante la riduzione dello spessore e l'aumento della larghezza del rinforzo.

La resistenza del calcestruzzo del substrato deve essere verificata su tutti i progetti. Se il calcestruzzo non raggiunge i valori minimi richiesti per l'applicazione del sistema Sika® CarboDur® LAM, potrebbe essere possibile utilizzare il sistema FRP SikaWrap® FIB, i cui valori minimi risultano inferiori. Far riferimento alle relative Schede Dati Prodotto ed al Manuale di preparazione e di Installazione del sistema SikaWrap®.

Se il calcestruzzo deve essere riparato, come discusso al paragrafo 6.1, 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.

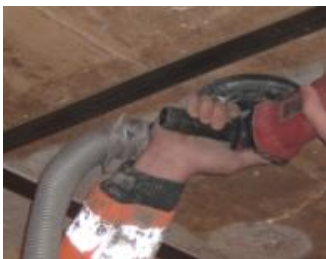
Il calcestruzzo deve normalmente essere stagionato almeno 28 giorni (dipende dalle condizioni ambientali, dal mix design e dall'effettiva resistenza richiesta).

6.3 PREPARAZIONE, PULIZIA E LIVELLAMENTO DEL SUBSTRATO

Le superfici da rinforzare devono essere regolarizzate e livellate per assicurare che le tolleranze specificate, nella tabella di seguito, siano rispettate e mantenute. Ogni difetto o irregolarità superficiale, come ad esempio segni di casseri devono essere eliminati e levigati, così come vuoti, cavità o nidi di ghiaia devono essere riempiti, come descritto al paragrafo 6.1. La planarità e la regolarità del substrato possono essere controllate con una staggia metallica. Nella tabella di seguito vengono riportate le tolleranze ammesse dal fib Bulletin 90. Comunque, questi livelli di tolleranza ammessi dipendono dallo standard di riferimento che si sta seguendo e possono variare da progetto a progetto e da applicazione ad applicazione.



Standard	Fib Bulletin 90	Raccomandazione Sika
Tolleranza per una lunghezza di 2 m	10 mm	2 mm
Tolleranza per una lunghezza di 0,3 m	4 mm	2 mm



Il livellamento o levigatura o pulizia della superficie di calcestruzzo dovrebbe essere eseguito poco prima dell'installazione del sistema di rinforzo, altrimenti potrebbe accadere che la superficie si sporchi o si contamini ancora. In questo caso è necessario procedere ad una nuova fase di pulizia, per evitare di avere ripercussioni negative sulle prestazioni di adesione del sistema di rinforzo al substrato. 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 (vedi foto a lato), 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.

Al termine della fase di levigatura/regolarizzazione e poco prima dell'installazione delle lamine pultruse, la superficie finale, deve essere spazzolata per rimuovere ogni parte incoerente e aspirata per eliminare ogni traccia di polvere. La foto a sinistra mostra un esempio di superficie sufficientemente levigata con i granuli visibili.

Immediatamente prima dell'installazione del sistema Sika® CarboDur® LAM, la superficie di calcestruzzo 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% e l'umidità relativa < 85%.



E' possibile segnare con del nastro adesivo le aree in cui sarà applicato il sistema Sika® CarboDur® LAM, secondo le indicazioni progettuali. Questo può essere utile per eseguire le lavorazioni di preparazione solo nelle zone interessate dalle lamine, ma anche per rimuovere facilmente gli eccessi di adesivo utilizzato ed ottenere un risultato finale del lavoro più pulito.

7 APPLICAZIONI

Prima di iniziare le lavorazioni in situ, si raccomanda sempre di preparare una checklist (un esempio di checklist è riportato al paragrafo 9.3), per assicurarsi che tutte le attrezzature ed i materiali necessari siano disponibili al momento dell'esecuzione del lavoro. Preliminarmente, verificare sempre le condizioni ambientali per assicurarsi che il lavoro sia fattibile secondo le indicazioni progettuali e che i materiali e le procedure applicative scelte siano idonee alle condizioni ambientali di esposizione della struttura rinforzata.

Immediatamente prima dell'inizio dell'installazione fare un ultimo controllo, verificando che le irregolarità del sottofondo rientrino nelle tolleranze ammesse e che le superfici abbiano un grado di pulizia secondo quanto specificato al paragrafo precedente.

7.1 ADESIVO

L'adesivo Sikadur® ADH 4000 viene utilizzato con le lamine pultruse Sika® CarboDur® LAM. Per maggiori dettagli sulle prestazioni, il tempo di lavorabilità e altre caratteristiche, fare riferimento alle relative Schede Tecniche di Prodotto. L'adesivo può essere miscelato in confezioni pre-dosate oppure procedere con miscele parziali, a seconda delle necessità specifiche del caso.

Confezioni pre-dosate

Aggiungere il componente B al componente A e miscelare con un mixer elettrico con spirale o frusta a basso numero di giri (max 300 giri/min) per evitare inglobamento di aria. Miscelare per circa 3 minuti fino ad ottenere un composto omogeneo, privo di grumi, con colorazione grigia uniforme. Versare il composto in un contenitore pulito e miscelare per un minuto circa, sempre a basso numero di giri ed evitando inglobamento di aria.

Confezioni sfuse o miscele parziali:

Miscelare bene singolarmente i due componenti, ognuno nella sua confezione. Misurare i due componenti secondo le proporzioni indicate sulla confezione. In questo caso è necessario dotarsi di una bilancia e rispettare scrupolosamente i rapporti di miscelazione in peso dei componenti, indicati sulla confezione. Al fine di poter garantire le giuste prestazioni e la corretta polimerizzazione della resina, il rapporto tra Componente A e Componente B devono essere precisi. Versare i due componenti correttamente dosati in un contenitore vuoto e continuare da questo punto come descritto per le confezioni predosate. Per grandi quantitativi di resina è preferibile usare la frusta invece del miscelatore a spirale.

Il pot life (tempo di lavorabilità nel secchio) inizia quando la resina e l'indurente vengono miscelati. Esso è minore ad alte temperature e maggiore alle 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 miscele in piccole quantità. 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.

L'eccesso di adesivo che fuoriesce dai lati delle lamine al momento dell'applicazione deve essere rimosso, evitando di riutilizzarlo per le successive applicazioni. 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.

Stima del consumo dell'adesivo

Larghezza della lamina CarboDur® LAM	Consumo stimato Sikadur® ADH 4000
50 mm	0.20 – 0.28 kg/m
60 mm	0.24 - 0.32 kg/m
80 mm	0.32 - 0.44 kg/m
100 mm	0.44 - 0.64 kg/m
120 mm	0.45 – 0.80 kg/m
150 mm	0.68 - 1.00 kg/m

Nota importante: I consumi riportati sopra si riferiscono ad un supporto perfettamente liscio e non tengono conto dello sfrido e dell'effettivo grado di rugosità del sottofondo. Il reale consumo di resina potrebbe essere maggiore, in funzione delle regolarità del sottofondo e dalla quantità di resina utilizzata dall'operatore.

7.2 LAMINE SIKa® CARBODUR® LAM

Le lamine Sika® CarboDur® LAM possono essere fornite pretagliate secondo le specifiche richieste oppure in rotoli continui, da suddividere in cantiere in base alle lunghezze necessarie.

Durante le operazioni di srotolamento, la bobina deve essere maneggiata con la massima attenzione al fine di garantire un processo controllato e sicuro. È necessario prestare particolare cautela all'estremità libera della lamina, poiché potrebbe causare danni a persone o cose. In questa fase è obbligatorio l'utilizzo di dispositivi di protezione individuale, quali guanti e occhiali, in quanto potrebbero essere presenti frammenti di lamina o fibre di carbonio libere

Il taglio delle lamine in cantiere può essere eseguito mediante un flessibile o un seghetto. Per evitare l'eccessivo sviluppo di polveri, si consiglia di nastrare preventivamente la lamina prima del taglio. Fissare bene le due estremità della parte da tagliare ed eseguire il taglio perpendicolare alla direzione principale delle fibre. Fare attenzione al fatto che le fibre di carbonio sono ottimi conduttori di elettricità. È necessario adottare le opportune precauzioni e protezioni quando si opera il taglio in prossimità di apparecchiature elettriche o elettroniche. Tali apparecchiature devono essere protette adeguatamente dalla polvere che si può generare durante il taglio.

Dopo il taglio della lamina, qualora sia necessario riavvolgerle, il diametro interno del rotolo NON deve mai essere inferiore a **900 mm**.



Pulire le lamine con un panno pulito, imbevuto di Diluente C (oppure un detergente a base di isopropanolo) al fine di rimuovere qualunque residuo di polvere o grasso. Il solvente deve essere completamente evaporato e la superficie della lamina deve risultare perfettamente asciutta prima dell'applicazione dell'adesivo. Applicare l'adesivo Sikadur® ADH 4000 sulle lamine CarboDur® LAM, in modo da avere approssimativamente 1 mm di adesivo sui bordi laterali e circa 2 mm di adesivo al centro della lamina. Se è prevista l'applicazione di molti metri lineari di lamina, è possibile semplificare e velocizzare l'applicazione dell'adesivo, utilizzando le attrezzature aggiuntive menzionate (vedere Sezione 4.3).

Eseguire, per mezzo di una spatola, una stuccatura "a zero" di Sikadur® ADH 4000, precedentemente miscelato, sulla superficie del sottofondo adeguatamente preparata. Posizionare la lamina Sika® CarboDur® LAM e incollarla al sottofondo partendo da un estremo e procedendo fino alla fine della lamina. Utilizzando un rullo di gomma, pressare

la lamina per tutta la lunghezza fino a che il Sikadur® ADH 4000 in eccesso refluisce lateralmente (vedi foto accanto). Rimuovere l'eccesso di resina, che non deve essere riutilizzata per le successive applicazioni.

In situazioni dove sono richieste intersezioni delle lamine (ad esempio per rinforzo di solai a piastra), occorre applicare prima le lamine in una direzione e lasciare maturare la resina. A maturazione avvenuta si procederà alla pulizia della parte esterna della lamina, nella zona di intersezione, con il diluente C (o un generico pulitore a base di isopropanolo). Oltre alla stuccatura "a zero" sul supporto in calcestruzzo, sarà necessario utilizzare il Sikadur® ADH 4000 per realizzare dei raccordi per livellare il sottofondo e le lamine già applicate.



In generale è sempre preferibile applicare le lamine l'una accanto all'altra piuttosto che sovrapposte. Nel caso in cui lo spazio sia limitato e si renda necessaria la sovrapposizione di un secondo strato di lamine (scelta sempre sconsigliata in quanto le lamine in FRP sono generalmente pensate per l'uso in singolo strato), è necessario pulire entrambe le facce delle lamine con il Diluente C (o un generico pulitore a base di isopropanolo o in alternativa alcool denaturato puro) in ogni parte di contatto. Per l'incollaggio di un secondo strato di lamine, occorre applicare sulla lamina uno strato di Sikadur® ADH 4000 in modo da garantire che tra le due lamine ci siano all'incirca 0,5 - 1 mm di stucco.

In funzione alle specificità di ogni progetto, ai carichi o alla necessità di ancoraggio terminale delle lamine, è possibile utilizzare diverse soluzioni e particolari di ancoraggio delle lamine Sika® CarboDur® LAM nel calcestruzzo in posizione appropriata. Far riferimento al Dipartimento Tecnico di Sika Italia S.p.A, per maggiori informazioni specifiche al riguardo.

Il sistema Sika® CarboDur® LAM appena applicato non deve essere "disturbato" per almeno 24 ore dall'applicazione. Durante la fase di indurimento e maturazione della resina, eventuali vibrazioni devono essere evitate o ridotte al minimo. Il completo indurimento ed il conseguente raggiungimento delle caratteristiche meccaniche di progetto del Sikadur® ADH 4000 si raggiunge dopo circa 7 giorni a +20°C.

7.3 PROTEZIONE DEL SISTEMA SIKA® CARBODUR® LAM

Una volta installato, il Sistema Sika® CarboDur® LAM deve essere protetto da:

- esposizione permanente ai raggi solari, per prevenire il degrado della matrice resinosa dovuta ai raggi UV;
- immersione permanente in acqua;
- abrasione meccanica o impatto, che possono influenzare negativamente le prestazioni meccaniche del rinforzo.

Quindi in previsione delle condizioni di esposizione ambientale in esercizio, può essere necessario prevedere uno strato di protezione delle lamine Sika® CarboDur® LAM. Questo può facilmente essere ottenuto con l'opportuno utilizzo dei prodotti delle linee Sikagard®, Sika MonoTop®, Sikalastic® o Sikacrete®, come mostrato nella tabella seguente.



Per l'applicazione di qualunque rivestimento protettivo è necessario eseguire un'accurata pulizia della superficie esterna delle lamine con il Diluente C (o un generico pulitore a base di isopropanolo) e lasciare evaporare ed asciugare completamente la superficie, prima di procedere all'applicazione.

La tabella sottostante illustra alcune specifiche e più comuni situazioni in cui viene richiesta la protezione del sistema Sika® CarboDur® LAM applicato. Far sempre riferimento alla relativa Scheda Dati Prodotto, per maggiori informazioni, prestazioni e dettagli applicativi dei prodotti citati. Ulteriori informazioni su questi rivestimenti protettivi possono essere ottenuti contattando il Dipartimento Tecnico di Sika Italia S.p.A

Condizioni di esposizione	Necessità	Soluzione Sika®
Irraggiamento solare diretto	Protezione dai raggi UV	Sikagard®-320, Sikagard®-325 EL, Sikagard®-314

		oppure rasatura protettiva cementizia della linea Sika Emaco® , Sikalastic® o SikaTop®
Uso in ambiente umido o bagnato	Protezione dall'ingresso di acqua.	Sikagard®-314
Uso in acqua o in immersione permanente	Protezione dal contatto permanente con acqua.	Sikagard®-63N, SikaTop® 545 Seal SikaTop® Seal-107 oppure rasatura protettiva cementizia della linea Sika Emaco® o Sikalastic®
Incremento della resistenza al fuoco	Protezione al fuoco	Sikacrete®-213F (contattare il Technical Service di Sika Italia S.p.A. per maggiori informazioni)

Per l'applicazione di rivestimenti cementizi (come le malte Sika Emaco®, gli impermeabilizzanti Sikalastic® o il Sikacrete®-213 F), è sempre necessario procedere alla stesura di una ulteriore mano di Sikadur® ADH 4000 e, a fresco, allo spolvero di sabbia di quarzo a rifiuto.

8 ISPEZIONE E TEST

8.1 PRIMA DELL'APPLICAZIONE

Preliminarmente all'applicazione del Sistema di rinforzo Sika® CarboDur® LAM, deve sempre essere testata la resistenza del substrato. Questo può essere fatto mediante l'esecuzione di test di pull off. Secondo i criteri di progettazione descritti nel documento CNR DT 200 R2/2025 le prove di strappo si possono eseguire secondo la procedura descritta al par. 6.2.1. "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. Inoltre, la superficie di strappo deve essere contenuta all'interno del substrato e non coincidere con l'interfaccia composito-substrato".

Valori minimi sulla tensione di strappo possono anche essere stabiliti dal Progettista in relazione al tipo di supporto presente e alle prestazioni dell'aderenza.

Normalmente i calcestruzzi su cui eseguire l'applicazione del Sistema Sika® CarboDur® LAM 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

Se il substrato risultasse troppo debole è necessario prevedere una riparazione del sottofondo, oppure si può prendere in considerazione l'utilizzo del sistema SikaWrap® FIB, in alternativa al sistema Sika® CarboDur® LAM. Se il substrato è danneggiato e necessita di essere risanato, le prove preliminari di pull off andranno ripetute a valle della riparazione e prima dell'installazione del sistema di rinforzo, per verificare il rispetto dei minimi consigliati da Sika.

Nel caso in cui il progetto preveda l'applicazione della fibra in presenza di un prestabilito livello di carico / sollecitazione si dovrà valutare quale tipo di attività preliminare sia necessaria: rimozione di carichi e/o puntellazione in contropinta sull'elemento da rinforzare. In applicazioni particolari, ad esempio i travetti di solaio, è possibile che il Progettista richieda la puntellazione preliminare su alcuni travetti e richieda il rinforzo su quelli non puntellati, per poi procedere alla puntellazione di quelli già rinforzati, la rimozione dei puntelli sui primi travetti ed il rinforzo di questi. Salvo indicazioni specifiche inserite nel progetto, il sistema CarboDur LAM diventa operativo dopo 1-2gg dalla posa del rinforzo.

8.2 CONTROLLO QUALITÀ POST-INSTALLAZIONE

Dopo l'applicazione delle lamine Sika® CarboDur® LAM, possono essere eseguiti dei test, per verificare la corretta preparazione del supporto e la corretta posa del sistema. Se le indagini in situ utilizzano un sistema semi-distruittivo, come ad esempio le prove di pull-off, è raccomandabile decidere a priori dove eseguire tali prove e far eseguire dei testimoni, in zone adiacenti al rinforzo vero e proprio, dove non è richiesta dal progetto l'applicazione delle lamine. L'applicazione di tali testimoni deve essere eseguita, dallo stesso personale, nelle stesse condizioni ambientali e con uguale preparazione del sottofondo del rinforzo strutturale.

Test di pull-off sulle lamine

Le prove di pull-off si possono eseguire, secondo CNR DT200 R2/2025, sulle lamine con la medesima modalità indicata nel par. 6.2.1 già citato in precedenza. Solitamente si eseguono almeno 5 test di strappo. Le incisioni sono realizzate mediante disco diamantato di diametro adeguato, nel sottofondo in calcestruzzo. A questo punto viene incollata una ghiera metallica, utilizzando il Sikadur® ADH 4000. Dopo l'opportuno curing della resina da incollaggio, si esegue la prova e si valuta la forza di pull-off. La rottura deve sempre essere di tipo coesivo ed interessare il sottofondo in calcestruzzo.

Per ciascun test e per ciascun progetto, deve essere redatto un apposito report di prova che indica i risultati ottenuti e le modalità di rottura rilevate.

Controllo della presenza di bolle d'aria

Per verificare l'eventuale presenza di bolle d'aria tra la lamina Sika® CarboDur® LAM e l'adesivo o tra l'adesivo e il substrato è possibile battere leggermente la superficie della lamina, in diversi punti, con una barretta metallica (ad es. con un cacciavite). Le zone con presenza di vuoti "suoneranno" diverse dalle zone piene e senza vuoti.

Nel caso in cui le zone con presenza di vuoti o bolle d'aria siano significative, questo potrebbe compromettere la regolare trasmissione degli sforzi tra il sottofondo e la lamina. Sarà quindi necessario procedere alla rimozione della lamina e all'esecuzione di un nuovo placcaggio, oppure al placcaggio di un nuovo rinforzo a fianco di quello non pienamente conforme.

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.

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. 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.

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.

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.

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, 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). Per ulteriori dettagli vedere il capitolo 6.1. 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 6.3 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. Le nuove lamine di rinforzo non possono essere sovrapposte alle precedenti, è necessario quindi rimuovere completamente la lamina danneggiata per una sostituzione completa dell'elemento. Riguardo all'applicazione delle nuove lamine riferirsi al capitolo 7 del presente documento.

10 APPENDICE

10.1 INSTALLAZIONE SU SUBSTRATO IN LEGNO

Un substrato di legno deve essere preparato mediante regolarizzazione superficiale, levigatura o sabbiatura e ogni traccia di polvere o parti friabili deve essere asportata mediante un aspiratore. Prima del placcaggio della lamina Sika® CarboDur® LAM ricoperta di adesivo, è necessario eseguire una stuccatura "a zero" anche sul sottofondo, per primerizzarlo con il Sikadur® P 3500 e ridurre al minimo il rischio di formazione di bolle d'aria o vuoti all'interfaccia. L'applicazione del sistema deve essere eseguita, come già descritto al paragrafo 7.2.

In alternativa è possibile applicare le lamine Sika® CarboDur® LAM disposte dentro delle fresature di larghezza e profondità idonee. In questo caso la lamina è confinata su tre lati. Per maggiori informazioni su questo tipo di applicazione, contattare il Dipartimento Tecnico di Sika Italia.

10.2 REGISTRO DI CANTIERE

Durante tutte le fasi progettuali ed applicative, deve sempre essere compilato un registro di cantiere scritto, contenente tutti i dettagli e gli aspetti lavorativi riguardanti, la preparazione, miscelazione ed applicazione, includendo:

- Preparazione della superficie
- Consegne dei materiali, documenti di trasporto, numeri di lotto
- Miscelazione ed applicazione dell'adesivo
- Condizioni ambientali (temperature ambiente, temperature del substrato, umidità, temperature del punto di rugiada)
- Ogni possibile contaminazione
- Dettagli di tutti i test condotti, i campioni prelevati ed i risultati ottenuti
- Presenza di eventuali vibrazioni presenti durante o subito dopo l'applicazione
- Ogni altra cosa che possa in qualche modo influenzare l'applicazione o gli elementi da rinforzare

10.1 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 Sika® CarboDur® LAM.

- Pennelli
- Spatole e spatola sagomata per applicazione adesivo
- Aspirapolvere industriale
- Cutter o flessibile per il taglio delle lamine
- Rullini di gomma
- Termometro
- Igrometro (sia per l'ambiente che per il substrato)
- Lamine Sika® CarboDur® LAM
- Sikadur® ADH 4000
- Sabbia di quarzo

- 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 sabbiatrice (in funzione del supporto)
- Nastro adesivo di carta
- Carotatrice
- Ghiera metalliche ed apposito adesivo per l'incollaggio
- Apparecchio per prove di pull off
- Sika® Colma® Cleaner (o un altro pulitore a base di Isopropanolo)
- Occhiali di sicurezza
- Casco di sicurezza
- Crema protettiva per la pelle esposta
- Guanti in nitrile
- Acqua pulita
- Kit lavaocchi di emergenza

10.1 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 deve essere almeno di 2.0 MPa, no valori al di sotto di 1.5 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 §6.3)		
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 delle 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 incollate correttamente?		
Sono stati eseguiti dei controlli sull'incollaggio mediante prove ultrasoniche?		
Sono stati eseguiti dei controlli sull'incollaggio mediante prove termografiche?		
E' stato rilevato qualche difetto/vuoto?		
Sono presenti delle zone in cui sono presenti degli scolorimenti?		
Sono stati eseguiti almeno tre test di pull off su dei testimoni?		

Il valore medio misurato su almeno tre punti è [MPa] (il valor medio deve essere almeno di 2.0 MPa, no valori al di sotto di 1.5 MPa)		
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 e qualsiasi altro consiglio sono forniti 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 applicati in condizioni normali, nel rispetto delle 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 di Sika prima di utilizzare i prodotti Sika. Le informazioni qui indicate non esonerano l'utilizzatore dal testare i prodotti per l'applicazione prevista e la relativa finalità. 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 tecnica relativa al prodotto in questione, le cui copie verranno fornite su richiesta

Per maggiori informazioni sul sistema SIKA® CARBODUR® LAM:

Far riferimento alle rispettive Schede Dati Prodotto

Sika Italia SpA
TM Refurbishment
Via G. Rossini 22
37060 Castel D'Azzano
Italy
www.sika.com

Editor
Fabio Gamba

Cell: +39 327 5407503
Mail: gamba.fabio@it.sika.com

Manuale di preparazione ed installazione
Sistema Sika® CarboDur® LAM
01.01.2026, VERSION 1.0
850 41 19