

Carboplate System

SISTEMA DI RINFORZO STRUTTURALE COMPOSTO DA LAMINA PULTRUSA IN FIBRA DI CARBONIO AD ELEVATA RESISTENZA E RESINE EPOSSIDICHE DI INCOLLAGGIO (FRP)

COPERTO DA CERTIFICATO DI IDONEITÀ TECNICA ALL'IMPIEGO N°2467/2018 CLASSI C150/2300 - C190/1800 - C200/1800

CIT

PRODOTTI COMPONENTI IL SISTEMA:

Carboplate E170 - Carboplate E200 - Carboplate E250

MapeWrap 11 - MapeWrap 12 - Adesilex PG1 - Adesilex PG2

CAMPI DI APPLICAZIONE

Il sistema è indicato per la riparazione e il rinforzo strutturale di elementi in calcestruzzo armato, acciaio e legno sottodimensionati o danneggiati, per il rinforzo a flessione di elementi in calcestruzzo e in legno e per l'adeguamento o il miglioramento sismico di strutture poste in zone a rischio.

Alcuni esempi di applicazione

- Ripristino e adeguamento statico di travi, travetti di solai e solette in c.a. al fine di integrare la sezione resistente a flessione.
- Rinforzo a flessione di travi e travetti in legno.
- Riparazione di strutture danneggiate dall'incendio.
- Riparazione di strutture danneggiate da eventi sismici.
- Restauro di strutture bidimensionali come piastre, lastre e serbatoi ad elevato raggio di curvatura.
- Rinforzo di solette di viadotti a seguito dell'incremento di carichi statici e/o dinamici.
- Rinforzo di strutture industriali e/o commerciali a seguito di un aumento di carichi statici apportati da nuove apparecchiature, macchinari, ecc.
- Rinforzo di rampe carrabili in edifici civili ed industriali.
- Rinforzo di strutture sottoposte a vibrazioni.
- Rinforzo di elementi portanti in edifici il cui sistema strutturale viene modificato a causa di nuove esigenze architettoniche o di utilizzo (cambiamento di destinazione d'uso).

Il sistema è coperto da Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (CIT) n°2467/2018 (che sostituisce il precedente n°288/2017) rilasciato dalla 2° Div. di STC del CSLP.

CARATTERISTICHE TECNICHE

CARBOPLATE SYSTEM è composto dall'abbinamento di una lamina in fibre di carbonio ad alta resistenza, prodotta per pultrusione, **CARBOPLATE E170** o **CARBOPLATE E200** o **CARBOPLATE E250** e da un adesivo epossidico per la regolarizzazione e l'incollaggio **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2**.

CARBOPLATE SYSTEM consente di sostituire, negli interventi di placcaggio di strutture in calcestruzzo armato e precompresso, in acciaio e in legno, le tradizionali lastre di acciaio.

CARBOPLATE E170 lamina pultrusa in fibra di carbonio ad alta resistenza e basso modulo elastico.

CARBOPLATE E200 lamina pultrusa in fibra di carbonio ad alta resistenza e medio modulo elastico.

CARBOPLATE E250 lamina pultrusa in fibra di carbonio ad alta resistenza e alto modulo elastico.

MAPEWRAP 11 / MAPEWRAP 12 / ADESILEX PG1 / ADESILEX PG2

stucchi epossidici a consistenza tissotropica per la regolarizzazione delle superfici e l'incollaggio strutturale, costituiti da:

- un componente A (resina);
- un componente B catalizzatore (induritore).

Le lamine **CARBOPLATE**, grazie alla loro composizione e alla loro procedura

.produttiva, che garantisce proprietà costanti al materiale in ogni suo punto, possiedono le seguenti caratteristiche:

- elevata resistenza a trazione;
- leggerezza;
- spessore ridotto;
- ottima resistenza alla fatica.

MAPEWRAP 11, MAPEWRAP 12, ADESILEX PG1 e ADESILEX PG2

rispondono ai principi definiti nella EN 1504-9 (*"Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi"*) ed ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-4 (*"Incollaggio strutturale"*).

VANTAGGI

A differenza degli interventi basati sulle tecniche tradizionali, **CARBOPLATE SYSTEM**, grazie alla sua estrema leggerezza, può essere messo in opera senza l'ausilio di particolari attrezzature o macchinari, in tempi estremamente brevi e spesso senza interrompere l'esercizio della struttura.

Rispetto alla tecnica di placcaggio con piastre metalliche (*béton plaqué*), l'utilizzo di **CARBOPLATE SYSTEM** non necessita, solitamente, di sostegni provvisori durante la posa in opera ed elimina tutti i rischi connessi con la corrosione del rinforzo applicato. Rispetto al placcaggio con tessuti impregnati in opera, **CARBOPLATE SYSTEM** è di più facile e veloce applicazione e la riuscita dell'intervento



Carboplate System

è meno vincolata alla capacità di posa degli operatori.

La discreta flessibilità delle lamine **CARBOPLATE** consente l'utilizzo del sistema anche per la cerchiatura di strutture cilindriche (vasche, sili, serbatoi ecc.) caratterizzate da un raggio di curvatura superiore ai 3 m.

AVVISI IMPORTANTI

- Verificare, prima di procedere all'incollaggio, che il sottofondo in calcestruzzo possieda una resistenza a trazione >1,5 MPa.
- Non utilizzare **CARBOPLATE SYSTEM** su calcestruzzo non stagionato.
- Sulle superfici particolarmente assorbenti o su calcestruzzi posti in ambienti con un tasso di U.R. elevato (sottopassi, locali interrati, scantinati, ecc.) stendere **MAPEWRAP PRIMER 1**, al fine di primerizzare tali supporti prima dell'incollaggio di **CARBOPLATE SYSTEM** (per la preparazione e l'applicazione del prodotto consultare la relativa scheda tecnica). La successiva applicazione di adesivi epossidici **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** dovrà essere eseguita su **MAPEWRAP PRIMER 1** ancora "fresco".
- Dotare gli operatori di guanti, maschera per solventi, occhiali protettivi.

MODALITÀ DI APPLICAZIONE

La superficie su cui applicare **CARBOPLATE SYSTEM** deve essere perfettamente pulita, asciutta, meccanicamente resistente e regolare (non deve avere irregolarità superiori ad 1 mm).

Per strutture in legno: se necessario ripristinare gli elementi lignei tramite l'applicazione degli adesivi della linea **MAPEWOOD**.

Per strutture in calcestruzzo: eliminare dal sottofondo, mediante sabbiatura, residui di olio disarmante, vernici o pitture e lattime di cemento.

Nel caso il calcestruzzo risulti degradato in profondità, rimuovere le parti ammalorate mediante martellatura manuale o pneumatica

oppure attraverso idroscarifica.

Pulire le armature metalliche da eventuali tracce di ruggine e, quindi, proteggerle con **MAPEFER**, malta cementizia anticorrosiva bicomponente o **MAPEFER 1K**, malta cementizia anticorrosiva monocomponente (per l'applicazione seguire le procedure descritte nelle relative schede tecniche dei prodotti).

Ripristinare le superfici in calcestruzzo con le malte della linea **MAPEGROUT**. Attendere almeno tre settimane prima di procedere alla posa in opera di **CARBOPLATE SYSTEM**.

Se per motivi organizzativi l'intervento di rinforzo dovesse essere eseguito immediatamente, impiegare per la riparazione del calcestruzzo ammalorato degli stessi **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2**. Per l'applicazione di tutti i prodotti summenzionati si vedano le relative schede tecniche.

PROCEDURA DI POSA DI CARBOPLATE SYSTEM

Fasi operative

1. Preparazione di **MAPEWRAP 11** / **MAPEWRAP 12** / **ADESILEX PG1** / **ADESILEX PG2**.
2. Incollaggio della lamina **CARBOPLATE**.

1. Preparazione di MAPEWRAP 11 / MAPEWRAP 12 ovvero ADESILEX PG1 / ADESILEX PG2

Con temperature comprese tra +5°C e +20°C impiegare **MAPEWRAP 11** o **ADESILEX PG1**: dopo la miscelazione, a +23°C, hanno tempo di lavorabilità di circa 40 minuti.

Per temperature più elevate è consigliato l'utilizzo di **MAPEWRAP 11** o **ADESILEX PG2**: dopo la miscelazione, a +23°C, hanno tempo di lavorabilità di circa 60 minuti.

I due componenti di cui sono costituiti sia **MAPEWRAP 11** che **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** che **ADESILEX PG2** vanno miscelati tra loro. Versare il componente B nel componente A e miscelare, a basso numero di giri, con trapano munito di agitatore fino ad ottenere un impasto di colore grigio uniforme. Rapporto di miscelazione per entrambi i prodotti: 3 parti in peso di componente A e 1 parte in peso di componente B.

Le confezioni sono già predosate, quindi evitare di prelevare quantitativi parziali di prodotto per non incorrere in accidentali errori di dosaggio tra i due componenti che porterebbero al mancato o incompleto indurimento del sistema.

2. Incollaggio della lamina

CARBOPLATE

CARBOPLATE viene fornito in rotoli che devono essere tagliati in cantiere nella lunghezza desiderata, con un flessibile dotato di lama diamantata. In fase di produzione, inoltre, su entrambi i lati di **CARBOPLATE**, viene applicato un foglio di materiale plastico (*peel-ply*) che ha la funzione di proteggere dallo sporco la lamina durante le operazioni di movimentazione e di taglio. Prima di procedere con l'incollaggio è necessario rimuovere da **CARBOPLATE** la pellicola che andrà a contatto con l'adesivo epossidico prescelto.

Primerizzare la superficie da rinforzare con **MAPEWRAP PRIMER 1** (superfici particolarmente assorbenti o su calcestruzzi posti in ambienti con tasso di U.R. elevato).

Applicare, con una spatola piana, uno strato uniforme di 1-1,5 mm di spessore di **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** (in funzione della temperatura) su **CARBOPLATE** sul lato dal quale è stata rimossa la pellicola protettiva. Stendere uno strato di **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero

ADESILEX PG1 o **ADESILEX PG2**

anche sul sottofondo (pulito ed asciutto) sul quale si deve incollare la lamina. L'applicazione dello strato di adesivo deve essere effettuata sul **MAPEWRAP PRIMER 1** "fresco".

Posare **CARBOPLATE** esercitando una pressione costante su tutta la sua estensione, con un rullino di gomma rigida ed eliminare la resina in eccesso con una spatola, facendo attenzione a non spostare la lamina.

Per placcaggi di elementi curvilinei, sarà necessario approntare delle morse o dei sostegni che mantengano in posizione la lamina fino a completo indurimento della resina (normalmente per eliminare i sostegni provvisori sono sufficienti 24 ore).

Qualora sia necessario applicare più strati di **CARBOPLATE**, ad indurimento avvenuto di **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2**, prima di procedere alla sovrapposizione, rimuovere la seconda pellicola di plastica dalle lamine già poste in opera.

(Per maggiori dettagli sulle caratteristiche tecniche delle singole resine epossidiche impiegate nel sistema di rinforzo **CARBOPLATE SYSTEM** si vedano le relative schede tecniche di prodotto).

FINITURA E RIVESTIMENTO PROTETTIVO

Nel caso si desideri procedere alla finitura, è prima necessario rimuovere la pellicola protettiva rimanente dalla faccia esposta di **CARBOPLATE**, applicare uno strato di circa 1 mm di **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** e procedere, sulla resina ancora fresca, allo spaglio di sabbia di quarzo asciutta a rifiuto con granulometria compresa tra 1,2 e 1,9 mm. La finitura può essere eseguita, dopo completo indurimento dei prodotti epossidici impiegati (circa 1-2 giorni a +23°C), tramite una rasatura cementizia a tessitura civile fine come **PLANITOP 200** o **PLANITOP 210** (si vedano le relative schede tecniche). In caso venga prevista la copertura dell'intervento con controsoffitto la finitura sopra descritta non è necessaria. In ambiente esterno è necessario proteggere l'intervento applicando, dopo l'indurimento completo dei sistemi epossidici impiegati, **MAPELASTIC**, malta cementizia elastica bicomponente (si veda relativa scheda tecnica). Il prodotto crea un'efficiente barriera contro i raggi U.V., perciò il suo impiego è particolarmente consigliato quando le strutture sono esposte alla luce solare. Ai fini della protezione al fuoco del sistema è possibile utilizzare pannelli, generalmente a base di calciosilicati, o intonaci intumescenti, così come indicato al punto 4.8.2.3 del CNR DT 200 R1/2013.

NORME DA OSSERVARE DURANTE E DOPO LA MESSA IN OPERA

- La temperatura durante la posa non dovrà essere inferiore a +5°C ed, inoltre, la struttura dovrà essere protetta dalla pioggia e dall'eventuale polvere trasportata dal vento.
- Dopo aver effettuato l'intervento mantenere le superfici trattate ad una temperatura superiore a +5°C.
- Proteggere le superfici oggetto dell'intervento dalla pioggia per

almeno 24 ore se la temperatura minima non scende al di sotto di +15°C o per almeno 3 giorni se la temperatura dovesse risultare inferiore.

RACCOMANDAZIONI PER LA MANIPOLAZIONE DEI PRODOTTI

È indispensabile che gli operatori durante la preparazione e la posa della lamina in carbonio e dei sistemi epossidici descritti (**MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2**), indossino guanti impermeabili di gomma, occhiali ed indumenti protettivi. Evitare il contatto con la pelle e con gli occhi. Nel caso di contatto con la pelle lavare con acqua e sapone; nel caso di contatto con gli occhi lavare con abbondante acqua e consultare un medico. Quando l'applicazione viene fatta in ambienti chiusi provvedere ad aerare bene i locali in modo tale da garantire un ricambio continuo di aria. Per maggiori informazioni leggere attentamente le schede di sicurezza dei prodotti.

Pulizia

A causa dell'elevata adesione dei prodotti epossidici descritti, anche su metallo, si consiglia di lavare gli attrezzi da lavoro con solventi (alcol etilico, toluolo, ecc.) prima dell'indurimento del prodotto.

CONSUMO DI ADESIVO

Il consumo di **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** varia in funzione della larghezza delle lamine di **CARBOPLATE**; indicativamente può essere assunto il seguente:

- lamina da 50 mm: 160-200 g/m;
- lamina da 100 mm: 320-400 g/m;
- lamina da 150 mm: 480-600 g/m.

CONFEZIONAMENTO E IMMAGAZZINAGGIO

Il prodotto **CARBOPLATE** è confezionato in scatole di cartone contenenti ciascuna 1 rotolo da 25 m.

I prodotti **MAPEWRAP 11** e **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** e **ADESILEX PG2** sono forniti in kit da 6 kg composti da un fustino da 4,5 kg (componente A) e un fustino da 1,5 kg (componente B). Tutti i prodotti componenti il sistema devono essere conservati in luogo coperto e asciutto.

CARBOPLATE è disponibile in diversi moduli elastici, ciascuno dei quali in 3 larghezze (50, 100 e 150 mm):

- **CARBOPLATE** E 170/50/1,4
- **CARBOPLATE** E 170/100/1,4
- **CARBOPLATE** E 170/150/1,4
- **CARBOPLATE** E 200/50/1,4
- **CARBOPLATE** E 200/100/1,4
- **CARBOPLATE** E 200/150/1,4
- **CARBOPLATE** E 250/50/1,4
- **CARBOPLATE** E 250/100/1,4
- **CARBOPLATE** E 250/150/1,4

NOTE

Tutte le disposizioni inerenti la sicurezza e la manipolazione dei prodotti, sono riportate sulle schede di sicurezza dei singoli materiali che compongono il ciclo. Si consiglia comunque agli utilizzatori di indossare guanti ed occhiali protettivi durante la miscelazione e l'applicazione dei prodotti.

AVVERTENZA

Le informazioni e le prescrizioni sopra riportate, pur corrispondendo alla nostra migliore esperienza, sono da ritenersi, in ogni caso, puramente indicative e dovranno essere confermate da esaurienti applicazioni pratiche; pertanto, prima di adoperare il prodotto, chi intenda farne uso è tenuto a stabilire se esso sia o meno adatto all'impiego previsto e, comunque, si assume ogni responsabilità che possa derivare dal suo uso.

Fare sempre riferimento all'ultima versione aggiornata della scheda tecnica, disponibile sul sito www.mapei.com

PRODOTTI PER USO PROFESSIONALE.



Applicazione di MapeWrap Primer 1



Applicazione di MapeWrap 11 / 12 o Adesilex PG1 / PG2 sul supporto



Rimozione delle pellicole protettive dalla lamina Carboplate



Applicazione di MapeWrap 11 / 12 o Adesilex PG1 / PG2 sulla lamina Carboplate



Applicazione della lamina Carboplate



Trave rinforzata con Carboplate System



Rasatura con MapeWrap 11 / 12 o Adesilex PG1 / PG2 per successiva finitura

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE

Proprietà	Metodo di prova normativa di riferimento	Valore
Spessore lamina (mm)	micrometro 0-25 mm	1,40
Larghezza (mm)	calibro 0-150 mm	50/100/150
Sezione resistente (mm ²)	–	70 / 140 / 210
Lunghezza (m)	rollina metrica ± 10 mm	varie
Colore	esame visivo	nero
Densità (g/cm ³)	fibra	1,80
	matrice	1,20
Contenuto di fibra (%)	in peso	70 ± 3
	in volume	68 ± 3
Temperatura di transizione vetrosa della resina di pultrusione T _{g,rp} (°C)	ISO 11357-2:1999(E) DSC	80
Temperatura di transizione vetrosa della resina di incollaggio T _{g,ri} (°C)	ISO 11357-2:2013(E) DSC ⁽¹⁾	71
Temperature limiti, minima e massima, di utilizzo (°C) ⁽²⁾	ACI 440.2R-08	da -10 a +56 ⁽³⁾
Reazione al fuoco	UNI EN 13501-1:2007	Euroclasse E
Resistenza al fuoco	–	NPD

Note:

(1) Su provini stagionati 7 gg a +23°C.

(2) Valori riferiti alla temperatura superficiale della resina e non alla temperatura dell'ambiente circostante.

(3) La temperatura massima di utilizzo può essere considerata pari alla temperatura di transizione vetrosa dell'adesivo ridotta di 15°C, così come da CNR-DT 200 R1/2013 rif. ACI 440.2R-08.

Attenzione: tale assunzione è estremamente cautelativa in quanto l'ACI citato si riferisce a valori di T_g determinati mediante DMA (Analisi Meccanica Dinamica), metodo che fornisce valori superiori di 15-20°C rispetto al metodo DSC (Calorimetria Differenziale a Scansione) qui utilizzato in accordo alla normativa europea.

PROPRIETÀ MECCANICHE CARBOPLATE SYSTEM IN ACCORDO A CIT n°2467/2018

Classe di appartenenza secondo LG di cui al DPCS LL.PP. n. 220 del 9.7.2015	C150/2300	C190/1800	C200/1800	
Modulo elastico del laminato riferita all'area netta fibre (GPa)	Valore tabellare	150	190	200
Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre (MPa)	Valore tabellare	2.300	1.800	1.800

Proprietà	Metodo di prova normativa di riferimento	CARBOPLATE E170 SYSTEM	CARBOPLATE E200 SYSTEM	CARBOPLATE E250 SYSTEM
Modulo elastico normale a trazione valore medio E _f (GPa)	UNI EN 13706-1-2-3	160	190	250
Resistenza a trazione valore medio f _{fib} (MPa)		2.900	3.300	2.500
Resistenza a trazione valore caratteristico f _{fib,k} (MPa)		2.700	3.100	2.400
Deformazione a rottura a trazione valore medio ε _{fib} (%)		1,8	1,8	1,00
Deformazione a rottura valore caratteristico ε _{fib,k} (%)		1,6	1,6	0,95
Resistenza a taglio (MPa)		77	70	79
Coefficiente di dilatazione termica (m/m/°C)		0,6 x 10 ⁻⁶	0,8 x 10 ⁻⁶	0,4 x 10 ⁻⁶

VOCE DI SISTEMA

Riparazione e rinforzo strutturale di elementi in calcestruzzo armato, acciaio e legno sottodimensionati o danneggiati, rinforzo a flessione di elementi in calcestruzzo e in legno e per l'adeguamento o il miglioramento sismico di strutture poste in zone a rischio. Ripristino e adeguamento statico di travi, travetti di solai e solette in c.a. al fine di integrare la sezione resistente a flessione, rinforzo a flessione di elementi in legno, riparazione di elementi in calcestruzzo armato danneggiati dall'incendio, adeguamento o miglioramento sismico di strutture poste in zone a rischio, rinforzo di solette di viadotti a seguito dell'incremento dei carichi statici e/o dinamici, rinforzo di rampe carrabili in edifici civili ed industriali, di solai, rinforzo di strutture industriali e commerciali a seguito di un aumento di carichi statici apportati da nuove apparecchiature e macchinari mediante l'impiego di sistema di rinforzo tipo **CARBOPLATE SYSTEM** della MAPEI S.p.A., composto da lamine pultruse in fibre di carbonio ad elevata resistenza, protette da una doppia pellicola di plastica (*peel-ply*), **CARBOPLATE**, poste in opera mediante adesivi epossidici **MAPEWRAP 11 / MAPEWRAP 12** o **ADESILEX PG1 / ADESILEX PG2** rispettando la seguente procedura:

1. Preparazione di **MAPEWRAP 11 / MAPEWRAP 12 / ADESILEX PG1 / ADESILEX PG2**.

2. Incollaggio della lamina **CARBOPLATE**.

- taglio di **CARBOPLATE** nella lunghezza desiderata;
- rimozione della pellicola protettiva (*peel-ply*) da **CARBOPLATE**;
- primerizzazione della superficie da rinforzare, se necessario, con **MAPEWRAP PRIMER 1**;
- applicazione, con una spatola piana, di uno strato uniforme di 1-1,5 mm di adesivo epossidico bicomponente tissotropico per incollaggi strutturali **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** sia su **CARBOPLATE** sia sul supporto sul quale deve essere incollata la lamina;
- posa di **CARBOPLATE** esercitando una leggera pressione.

A seconda del tipo d'intervento sarà possibile scegliere una lamina di adeguato modulo elastico e adeguata larghezza.

Il sistema, applicato in accordo al Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego CIT n°2467/2018 rilasciato dalla 2° Div. di STC del CSLP, deve avere le seguenti caratteristiche:

	CARBOPLATE E170 SYSTEM	CARBOPLATE E200 SYSTEM	CARBOPLATE E250 SYSTEM
Classe di appartenenza secondo LG di cui al DPCS LL.PP. n. 220 del 9.7.2015	C150/2300	C190/1800	C200/1800
Densità fibra ρ_{fib} (g/cm ³)	1,80	1,80	1,80
Contenuto di fibra in volume (%)	68±3	68±3	68±3
Spessore (mm)	1,4	1,4	1,4
Larghezza (mm)	50/100/150	50/100/150	50/100/150
Sezione resistente (mm ²)	70/140/210	70/140/210	70/140/210
Modulo elastico normale a trazione valore medio E_f (GPa)	160	190	250
Resistenza a trazione valore caratteristico $f_{fib,k}$ (MPa)	2.700	3.100	2.400
Deformazione a rottura valore caratteristico $\epsilon_{fib,k}$ (%)	1,6	1,6	0,95
Resistenza a taglio (MPa)	77	70	79