

**Resp. Tecnico Ing. Diego Aisa
Kimia S.p.A.**

SISTEMI COMPOSITI:

Perché certificarli?

Quali orizzonti normativi?

Quali dati sulla durabilità e compatibilità a lungo termine dei sistemi FRP tradizionali?

Quali soluzioni innovative?

Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

1/4

Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

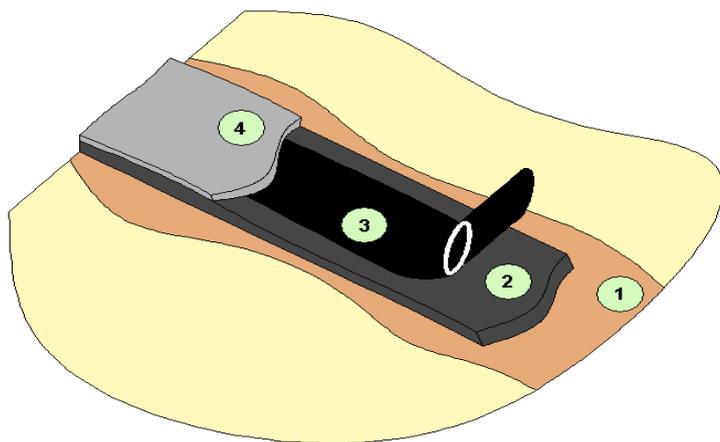
$$\varepsilon_{fd} = \min \left\{ \eta_a \cdot \frac{\varepsilon_{fk}}{\gamma_f}, \varepsilon_{fdd} \right\}$$

Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it



Primer: Kimicover FIX.

Adesivo: Kimitech EP-TX.

Armatura: lamine, tessuti unidirezionali e bidirezionali in carbonio, vetro.

Impregnante: Kimitech EP-IN.



CERTIFICATO DI PROVA
DEL SISTEMA DI RINFORZO STRUTTURALE CON MATERIALI COMPOSITI
 Kimitech EP-TX, Kimitech EP-IN, Kimitech EP-TX, Kimitech EP-TX, Kimitech EP-TX
 Materiali della prova di resistenza a trazione soggetti ad una serie di prove condotte con il sistema di rinforzo strutturale a base di materiali compositi Kimitech EP-TX, Kimitech EP-IN e Kimitech EP-IN impregnate per conto della Kimia s.p.a. - via del Rame 73, Zona Industriale Fosse Filippi (PG).

Materiali provati: resina epossidica impregnante Kimitech EP-IN, tessuto di fibre di carbonio Kimitech CB, resina epossidica impregnante Kimitech EP-TX, resina epossidica impregnante Kimitech EP-IN.
Data di consegna del materiale provato: 21/06/2003 (resina); 21/02/2003 (tessuto).
Normativa di riferimento: ASTM D 3039.
Condizionamento del provino: preparazione e spessitura del provino in resina epossidica Kimitech EP-TX, applicazione e cura delle resine di resina Kimitech EP-IN, applicazione e cura delle resine di resina epossidica Kimitech EP-IN.

Data di condizionamento del provino: 26/02/2003 (tutti i materiali compositi); 15/2/2003 (tutti i provini).
Geometria del provino: 7 x 93 x 450 (mm) con al bordo degli allargaggi: 5 x 93 x 450 (mm) con al centro degli allargaggi.
Numero di provini esaminati: 1.
Valore di resistenza della prova: 10,8 MPa.
Data di emissione della prova: 26/06/2003.

RISULTATI DELLA PROVA

Parametro	Numero 1	Numero 2	Numero 3	Numero 4	Numero 5	Numero 6
Carico di rottura	490	490	490	490	490	490
Carico di rottura (MPa)	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8
Deformazione alla rottura	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Deformazione a 0,2 MPa	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Deformazione a rottura	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Deformazione a rottura (mm)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
 Polo delle Scienze e delle Tecnologie
 Facoltà di Ingegneria
 Dipartimento di Anali e Progettazione Strutturale
 Via Claudio 21, 80125, Napoli
 Tel/Fax 081 740 2100

CERTIFICATO DI PROVA
 DEL SISTEMA DI RINFORZO STRUTTURALE CON MATERIALI COMPOSITI
 Kimitech EP-TX, Kimitech EP-IN, Kimitech EP-TX, Kimitech EP-TX, Kimitech EP-TX
 Materiali della prova di resistenza a trazione soggetti ad una serie di prove condotte con il sistema di rinforzo strutturale a base di materiali compositi Kimitech EP-TX, Kimitech EP-IN e Kimitech EP-IN impregnate per conto della Kimia s.p.a. - via del Rame 73, Zona Industriale Fosse Filippi (PG).

RISULTATI DELLA PROVA

Parametro	Numero 1	Numero 2	Numero 3	Numero 4	Numero 5	Numero 6
Carico di rottura	490	490	490	490	490	490
Carico di rottura (MPa)	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8
Deformazione alla rottura	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Deformazione a 0,2 MPa	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Deformazione a rottura	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Deformazione a rottura (mm)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

Napoli, 26 aprile 2003
 Il responsabile scientifico



2/4

Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

4.6

I materiali non tradizionali o non trattati nelle presenti norme tecniche potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali od opere, **previa autorizzazione del Servizio Tecnico Centrale su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal Servizio Tecnico Centrale. Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, calcestruzzi fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti in § 4.2, leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante, **materiali polimerici fibrorinforzati**, pannelli con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di armatura da c.a.

11.1

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati;
- qualificati;
- accettati dal Direttore dei lavori.

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

A) materiali e prodotti per i quali è obbligatorio il possesso della Marcatura CE

B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme.

C) materiali e prodotti per uso strutturale innovativi o comunque non citati nel presente capitolo e non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale.

NTC

Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

4.6

I materiali non tradizionali o non trattati nelle presenti norme tecniche potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali od opere, previa autorizzazione del Servizio Tecnico Centrale su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal Servizio Tecnico Centrale. Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, calcestruzzi fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti in § 4.2, leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante, materiali polimerici fibrorinforzati, pannelli con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di armatura da c.a.

11.1

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati;
- qualificati;
- accettati dal Direttore dei lavori.

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

A) materiali e prodotti per i quali è obbligatorio il possesso della Marcatura CE

B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme.

C) materiali e prodotti per uso strutturale innovativi o comunque non citati nel presente capitolo e non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale.

La parte delle norme relativa al recupero è la 8. Le istruzioni per l'applicazione delle NTC specificano al punto C8.7.1.8

“Criteri per la scelta dell'intervento” che “nel caso in cui nell'intervento si faccia uso di materiali compositi (FRP), ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rinforzati si possono adottare le istruzioni **CNR-DT 200/2004 e ss.mm.ii.**”

Capitolo 12 delle NTC: “A integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità”

1. CNR-DT;
2. “Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP.” Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 24 luglio 2009;
3. Linee Guida Protezione Civile Agosto 2009.

3/4

Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

SAN BIAGIO IN FRASSINETO

Restauro e ripristino architettonico alla
Chiesa di S. Biagio in Frassineto (Arezzo)

Anno: **1984**

Committente:

Soprintendenza ai B.A.A.A. e S. di Arezzo

Progettazione e D.L.

Dott.sa Arch. Carla Corsi

Assistente Tecnico ai lavori:

Sig. Romano Gori

Impresa esecutrice:

Lino Zanni di Monte S. Savino

Chiesa, settecentesca, a croce latina.

La leggera **cupola in foglio** poggia su arconi che definiscono gli incroci dei bracci del transetto con la navata centrale e absidale. Ma i movimenti delle masse murarie sotto la spinta degli archi, ha causato non lievi deformazioni della struttura a mattoni in foglio della volta con lesioni e distacchi di notevoli entità.









LE ATTIVITA' DI VERIFICA

- Rilievo fotografico per evidenziare alterazioni
 - Verifica dell'aderenza con pull-off
 - Verifica del legame adesivo mediante lettura con ultrasuoni
 - Verifica dell'accumulo igroscopico nei materiali della volta
- Analisi di campioni dei materiali KIMIA prelevati



Stato dei dipinti



Non si manifestano alterazioni visibili se non legate ad un ingresso puntuale di acqua per non tenuta della copertura
 Carotaggi non evidenziano accumuli anomali
 Perché le condizioni d'uso non determinano grandi carichi igrometrici

Adesione

Rottura sul supporto nelle zone ben realizzate con distacchi per valori caratteristici del tipo di materiale di base (laterizio);

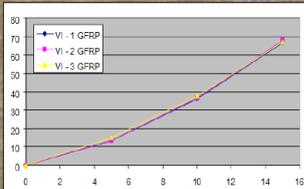
Rottura tra adesivo e laterizio nelle zone con difetti applicativi di origine



Adesione ULTRASUONI

Tempi di attraversamento prossimi a quelli ricavati su laterizi con interventi attuati oggi nel caso di zone senza difetti di origine

Tempi di attraversamento elevati nel caso di zone con difetti di origine



Le misure igroscopiche

CAMPIONI	95%	95-99%UR
P1	0,88	
P2	2,81	
P3	1,81	8,17
P4	4,22	4,94
P5	9,6	



EP-IN + FIBRA
CALOTTA CONTINUA

DACS
 Dipartimento di Architettura,
 Costruzione e Strutture Università
 Politecnica delle Marche

Ottimizzazione progressiva nel tempo delle doti meccaniche, applicative e reologiche delle resine per garantire al sistema realizzabile con esse le migliori prestazioni nel breve e lungo periodo.

Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

□ **Caratterizzazione dei materiali base**

- Resistenze meccaniche a compressione ed a flessione
- Rilievi ultrasonici
- Assorbimento per capillarità
- Permeabilità al vapore

□ **Stress termici gelo/disgelo**

- 50 cicli (MATERIALI **SECCHI**) della durata di 6 ore ciascuno +55/-25°C
- 50 cicli (MATERIALI **SATURI**) della durata di 6 ore ciascuno +55/-25°C

□ **Stress con apparecchio Thunder-Shower**

- 10+10 Cicli di
 - riscaldamento della superficie 60°C per 5 ore e 45 minuti
 - Raffreddamento per bagnatura della superficie con acqua a 12°C per 15 minuti

□ **Stress per esposizione ad alte temperature**

- (fino a 100°C - 500°C) per tempi di 30-60-90-120 minuti

4/4

Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

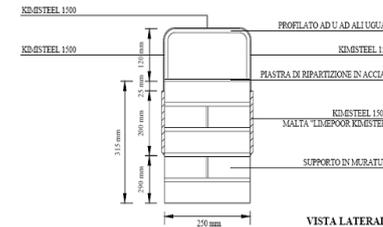
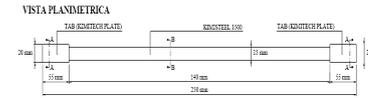
Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Armatura: Kimisteel 1500



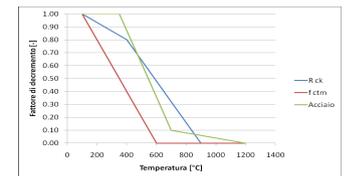
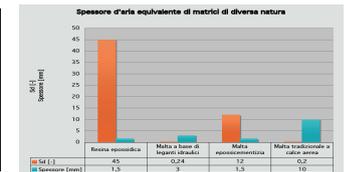
SRG



$$\varepsilon_{fd} = \min \left\{ \eta_a \cdot \frac{\varepsilon_{fk}}{\gamma_f}, \varepsilon_{fdd} \right\}$$

$$\varepsilon_{fd} = \min \left\{ \eta_a \cdot \frac{\varepsilon_{fk}}{\gamma_f}, \varepsilon_{fdd} \right\}$$

Matrice: *Kimisteel LM*



2

Pseudo-duttilità, stiramento dei fili avvolti in trefoli, una volta sottoposti a trazione, senza subire snervamento, rimanendo in campo elastico sino a rottura.

3

Grazie alla sua resistenza a taglio, l'acciaio può semplificare le problematiche relative alle connessioni e agli ancoraggi.

4

L'impiego di trefoli non richiede l'utilizzo esclusivo di resine epossidiche poiché è alta la compatibilità con qualsiasi tipologia di matrice (organica, inorganica e mista).

7

6

5

Chimici
(Compatibilità con il supporto; protezione armature);
meccanici.



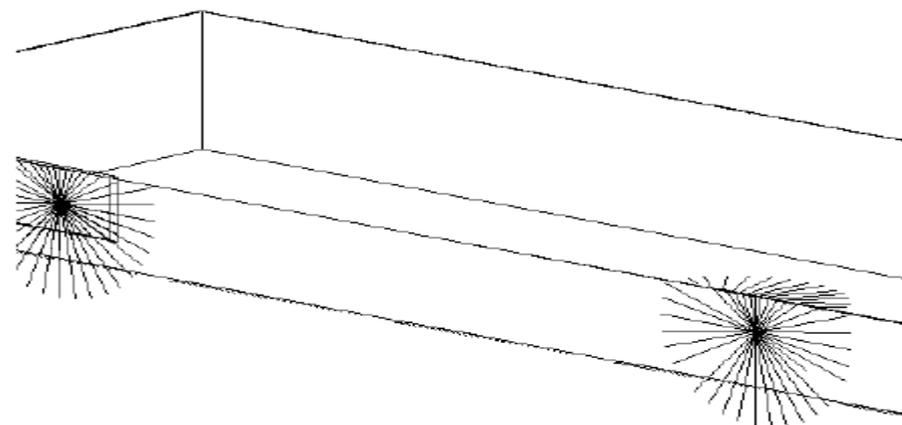
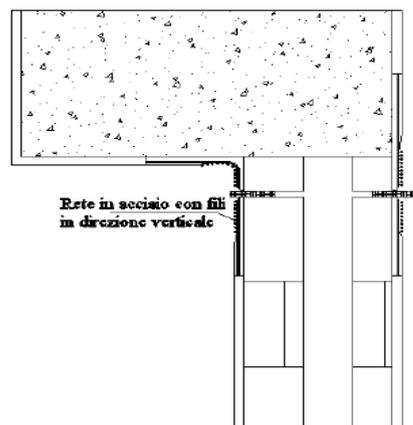
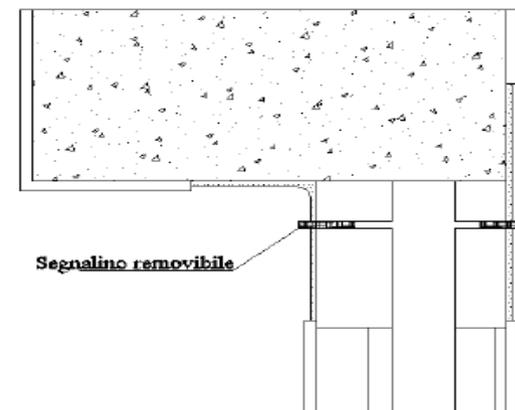
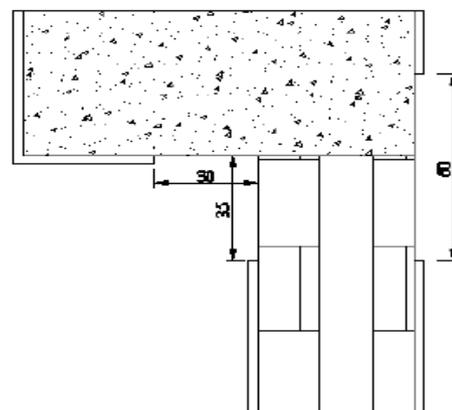
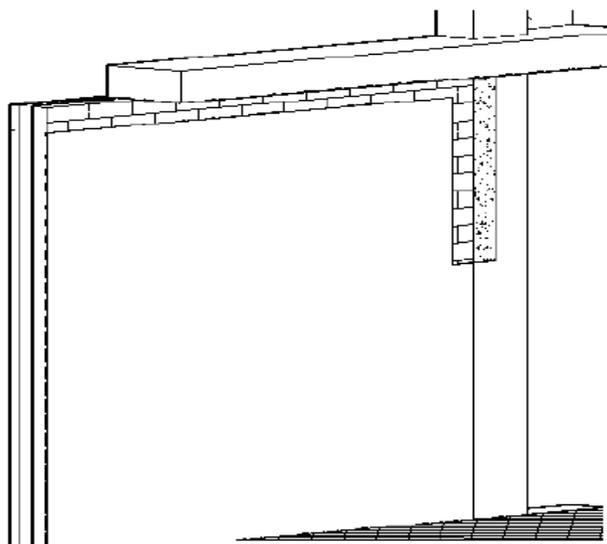
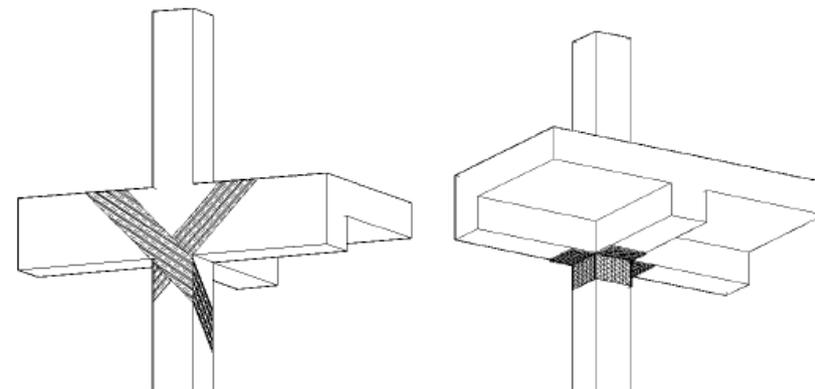
Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

CNR DT-200/2004
Linee guida Consiglio Superiore LL PP 24 luglio 2009
Linee Guida Protezione Civile Agosto 2009

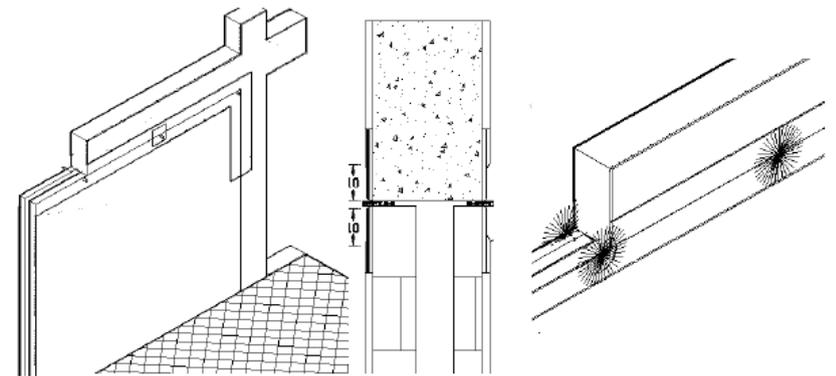


Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it



Immagini gentilmente fornite da
Bussetti Costruzioni S.r.L Pesaro,
Progetto Ing. Fattori Alberto & Ing. Ciarrocchi
Alessandro

Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it

Kimia



Kimia S.p.a.

Via del Rame, 73
06134 Pte Felcino
Perugia - Italy

Tel. (+39) 075.591.80.71
Fax (+39) 075.591.33.78

www.kimia.it
info@kimia.it