INGEGNERIA INTEGRATA

DI ING. DIEGO DELL'ERBA

EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY

Materiali Compositi e Applicazioni nell'Ingegneria Civile e Industriale

PROCEDURE PROGETTUALI CONFORMI ISO 9001

Che cosa sono le Fibre di carbonio..??

Le fibre di carbonio sono una forma di grafite in fogli lunghi e stretti; immaginate che siano dei nastri di grafite.

Questi nastri si raccolgono volentieri in fasci a formare le fibre, da cui il nome di fibre di carbonio.

Queste fibre di solito non si usano da sole, ma vengono impiegate per rinforzare materiali come le resine epossidiche ed altri materiali termoindurenti.

Questi materiali rinforzati prendono il nome di compositi perchè contengono più di un componente.

I compositi rinforzati con fibra di carbonio sono molto forti in rapporto al loro peso. Spesso sono più forti dell'acciaio, ma molto più leggeri.

Per questi motivi detti materiali sono usati per sostituire i metalli in molti usi e in particolare nella Ingegneria Civile.

EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY

INGEGNERIA INTEGRATA

e le Fibre di Carbonio

INGEGNERIA INTEGRATA è una società con una vasta esperienza nei settori tradizionali dei materiali compositi.

In particolare nella progettazione e nella produzione

di componenti per il settore aeronautico ed industriale.

INGEGNERIA INTEGRATA, forte della sua esperienza progettuale e delle elevate conoscenze delle tecnologie produttive, si è da tempo indirizzata al settore edilizia,trasferendovi le proprie conoscenze e le esperienze dei propri tecnici.

INGEGNERIA INTEGRATA ha iniziato ad applicare le tecnologie dei materiali compositi in edilizia alla fine degli anni ottanta a seguito di una vasta fase di studio e di sperimentazione in diversi paesi e si è particolarmente affermata in Italia ed in Europa come tecnica di placcaggio per il recupero strutturale di opere in calcestruzzo ed in muratura.

EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY

INGEGNERIA INTEGRATA ha utilizzato nella progettazione di Recupero l'uso di sistemi performanti quali barre e lamine pultruse da inserire o applicare alle strutture da rinforzare.

INGEGNERIA INTEGRATA impiega le fibre di carbonio, vetro e aramidiche con differente modulo, per il recupero ed il restauro strutturale di edifici storici, archi, volte, pilastri, strutture in cemento armato, ponti e viadotti

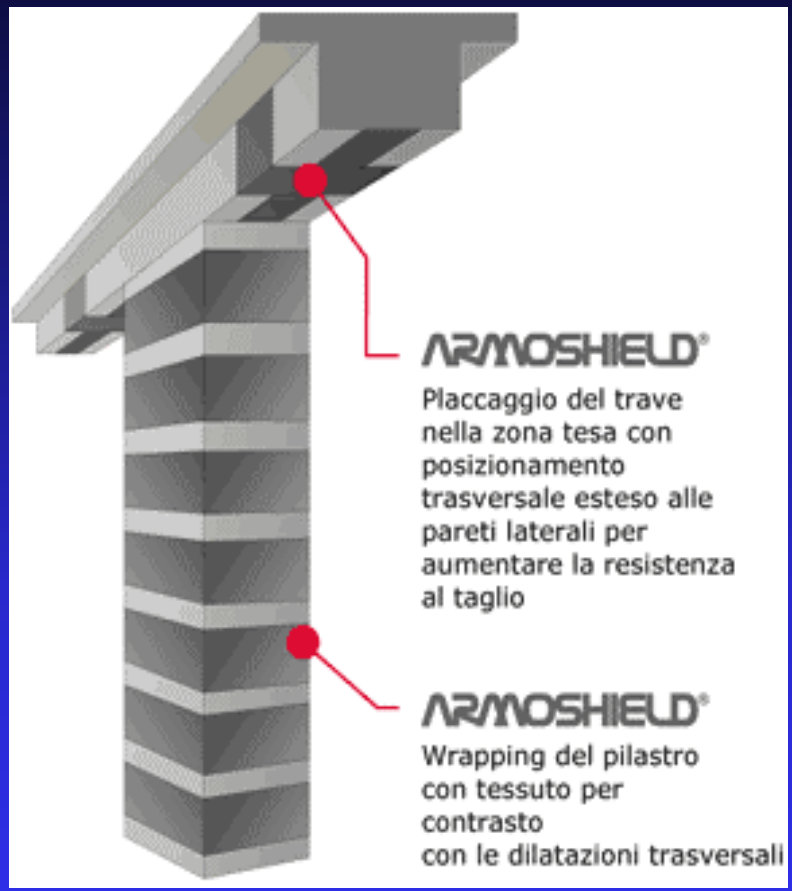
INGEGNERIA INTEGRATA ha affrontato il settore edilizio con un approccio globale ed integrato che comprende la progettazione del materiale e della struttura, la produzione di componenti specifici, l'applicazione e le relative verifiche ed analisi diagnostiche.

I numerosi casi affrontati con soluzioni del tutto innovative, mediante componenti appositamente studiati e prodotti sulla base di dati progettuali, sono un'importante dimostrazione della validità di come si affronta questo mercato

La possibilità di disporre fibre o tessuti di rinforzo nella matrice polimerica in direzioni volute, privilegiando rigidità e resistenze in tali direzioni, costituisce un'opportunità unica di progettazione e realizzazione contemporanee di una struttura, assente per gli altri tipi di materiali.

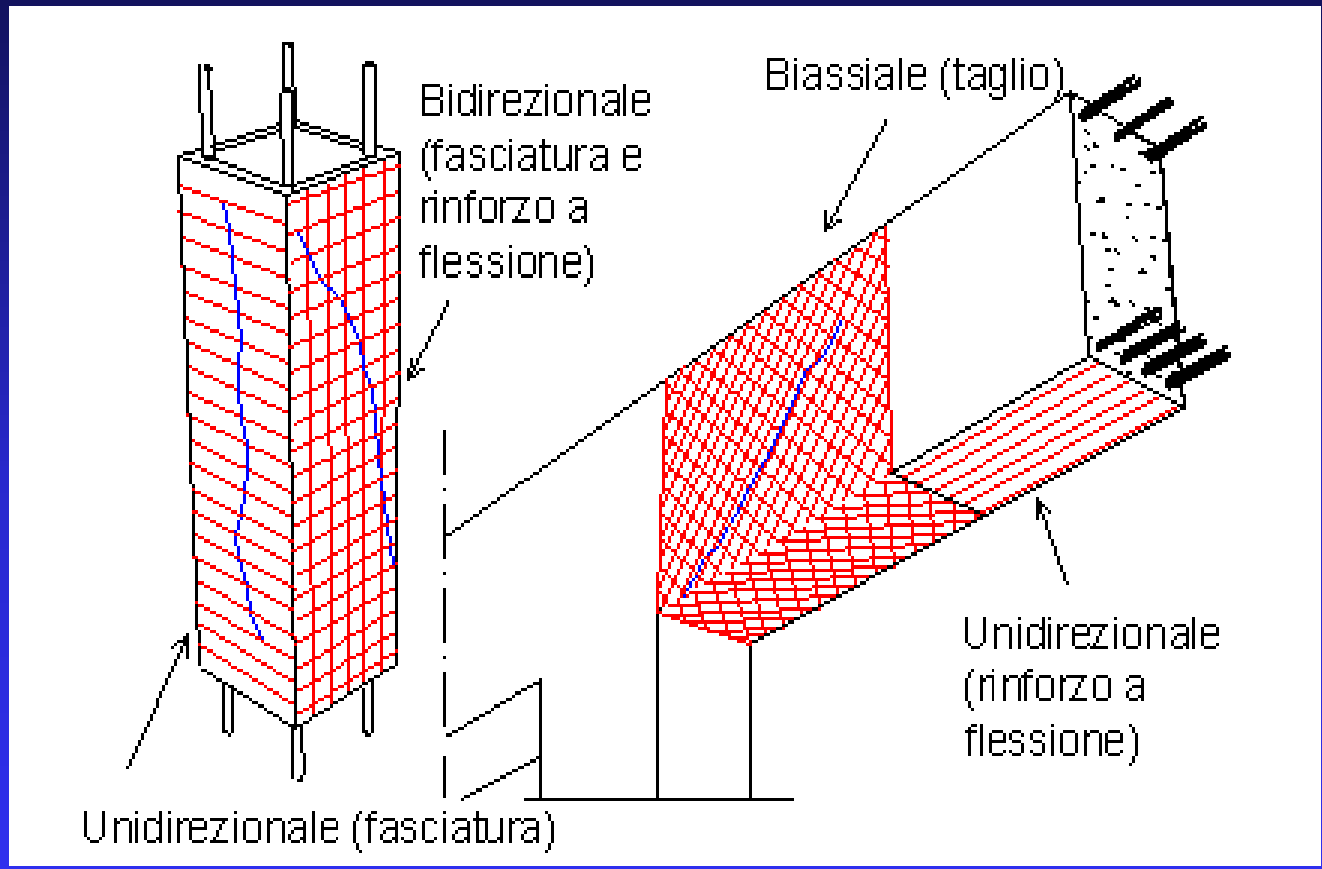
E così se per irrigidire a flessione una trave di acciaio bisogna aumentare l'altezza della trave adottando forme e dimensioni opportune, l'irrigidimento a flessione di una trave in composito può essere ottenuto disponendo le fibre prescelte, in quantità e direzioni opportune, nel pezzo senza che sia per questo necessario variarne forma o dimensioni.

EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY

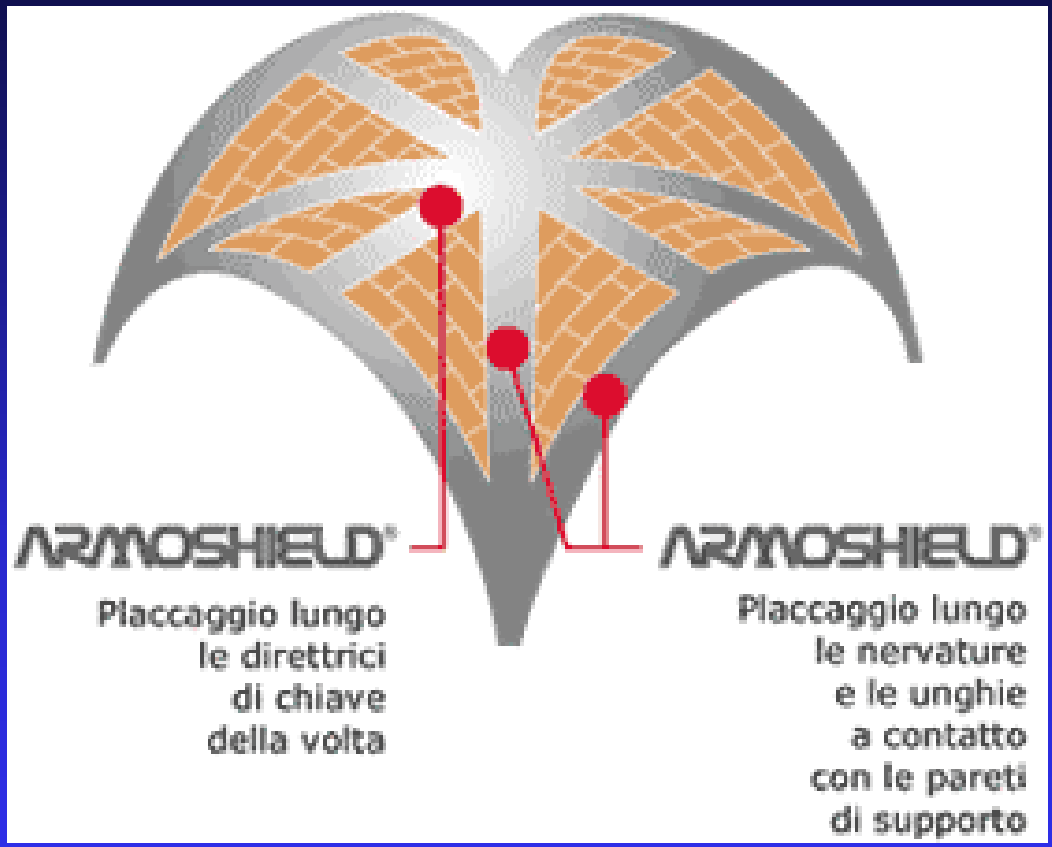


Impiego delle fibre di carbonio per il rinforzo strutturale in campo edile e monumentale di strutture in c.a. e in muratura.
ARMOSHIELD e' una tecnologia di rinforzo strutturale che consiste in nastri e tessuti di varie dimensioni in fibra di carbonio, aramidica o vetro ad alta resistenza agli alcali, in lamelle poltruse in fibra di carbonio, in tondini lisci o ad aderenza migliorata.
La tecnologia viene completata con gli speciali adesivi per l'incollaggio degli elementi di rinforzo:

Rinforzo nelle strutture in calcestruzzo armato



EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY



La tecnologia ARMOSHIELD conferisce alla struttura da rinforzare incrementi di resistenza, portanza e duttilita' senza sovraccarico e con ridotti impatti sul manufatto

I Rinforzi Unidirezionali in Fibra di carbonio

- **GV 330 U-HT**

Costituito da 320 g/m2 di Fibra di Carboinio ad alta tenacità - HT, (Modulo 240 GPa) unidirezionale, legato da una leggerissima trama di vetro 20 g/m2, termosaldato. Carico di rottura del nastro maggiore/uguale di 640 kg/cm.

- **GV 320 U-HM**

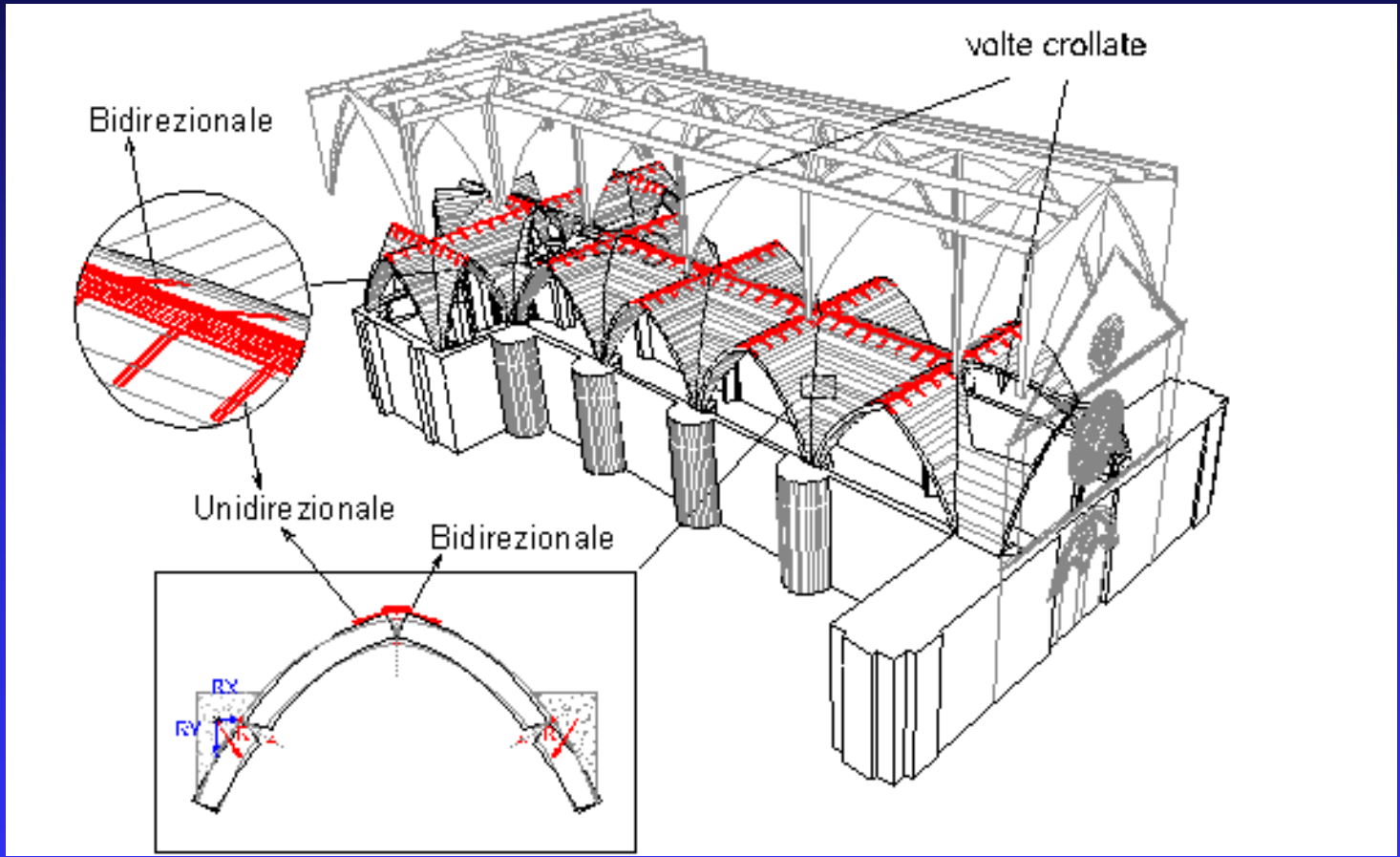
Costituito da 300 g/m2 di Fibra di Carboinio ad alto modulo- HM, (Modulo 390 GPa) unidirezionale, legato da una leggerissima trama di vetro 20 g/m2, termosaldato. Carico di rottura del nastro maggiore/uguale di 480 kg/cm.

INTERVENTO SULLE VOLTE DELLA BASILICA SUPERIORE DI SAN FRANCESCO D'ASSISI

Con le Fibre di Carbonio è stato realizzato il pronto intervento sulle volte della Basilica Superiore di San Francesco d'Assisi, secondo lo schema , subito dopo il tragico evento sismico del 26 settembre 1997.
Sono stati applicati, in senso trasversale alle crepe, che si erano manifestate per la maggior parte in chiave con apertura verso l'estradosso, nastri in fibre di carbonio di tipo unidirezionale, mentre lungo la direzione longitudinale delle crepe sono stati disposti tessuti di tipo bidirezionale (0° e 90°). Per l'incollaggio è stata utilizzata resina epossidica, mentre per la saturazione e per la finitura è stata utilizzata resina epossipoliuretanica, caratterizzata da maggiore elasticità rispetto all'epossidica.
In totale sono stati applicati circa 800 ml di nastri e tessuti, con i quali si è realizzato un esoscheletro leggerissimo ma di grande resistenza ed in grado di realizzare una efficace legatura degli elementi costituenti la struttura. Il monitoraggio dell'intervento ha escluso interferenze negative con i preziosi affreschi.

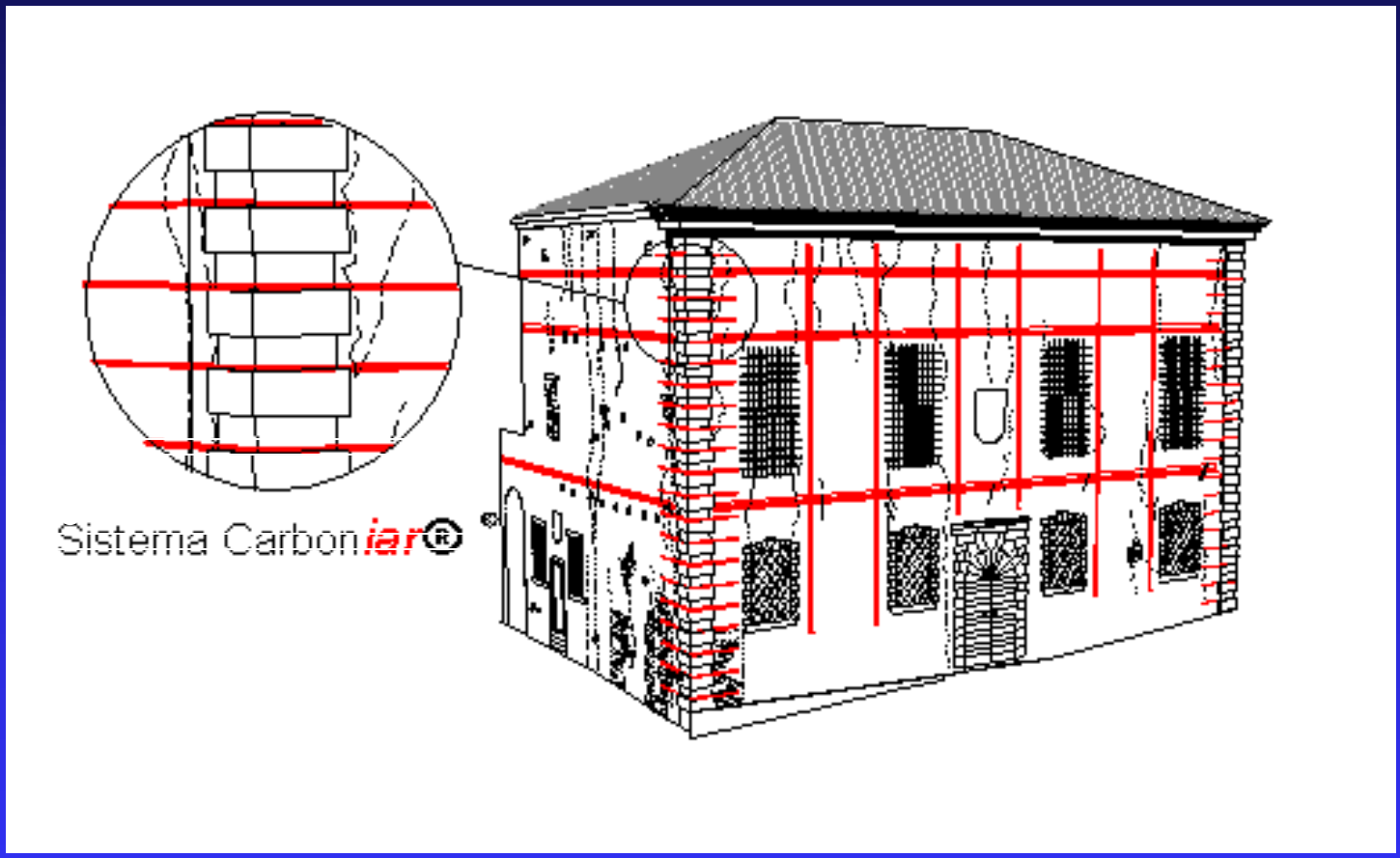
EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY

FIBRE DI CARBONIO SULLA BASILICA DI SAN FRANCESCO DI ASSISI

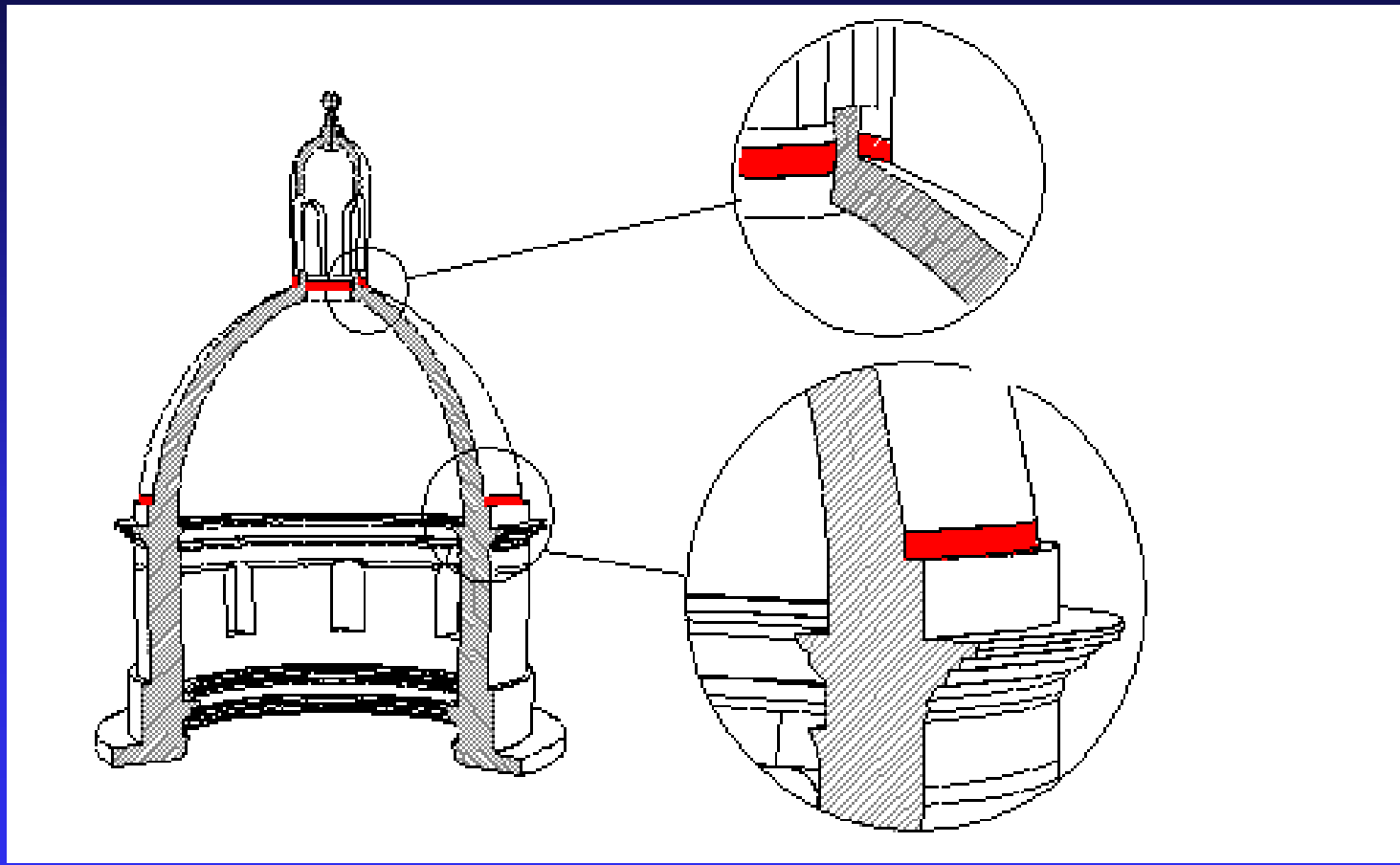


PROGETTAZIONE CONFORME
ISO 9001

FASCIATURE DI UN FABBRICATO IN CRISI STATICA CON FIBRE DI CARBONIO

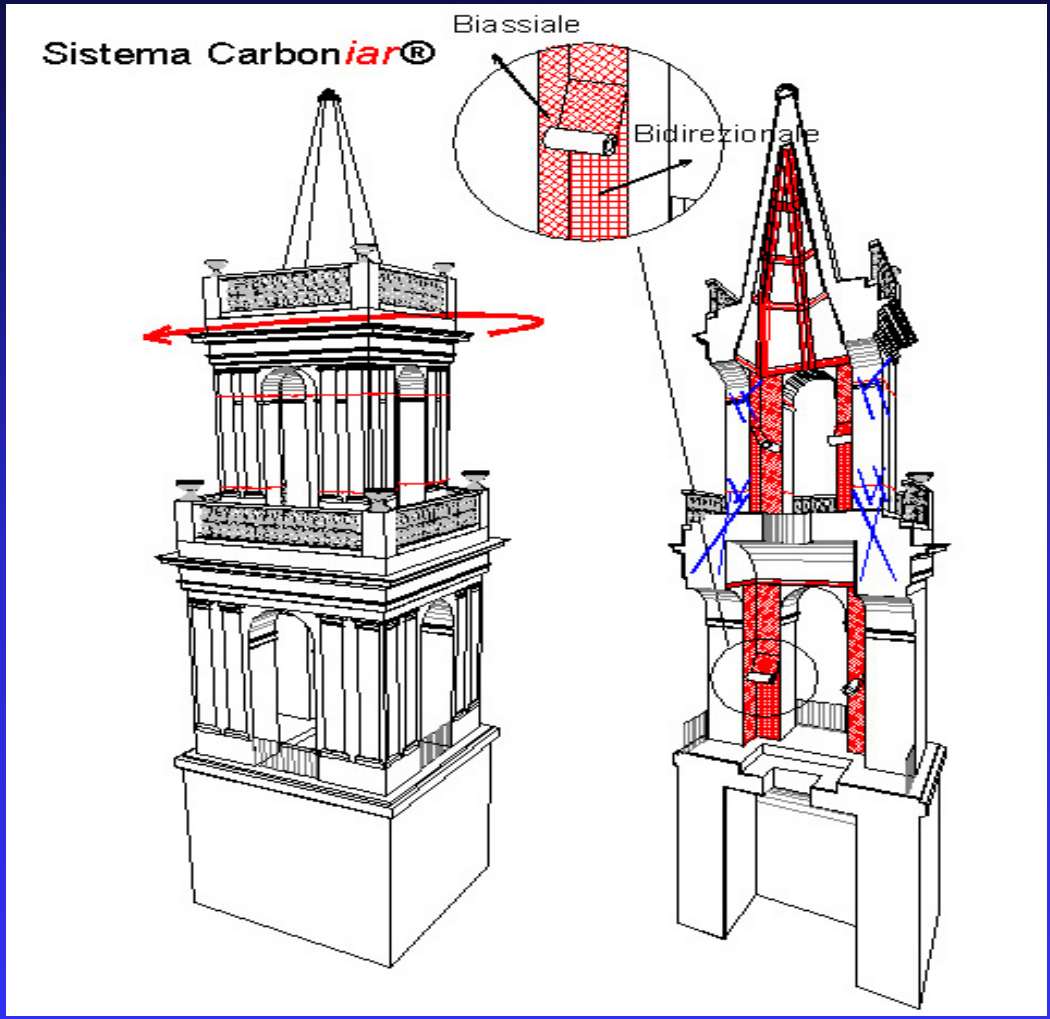


APPLICAZIONE DELLE FIBRE DI CARBONIO NELLA FASCIATURE DI CUPOLE



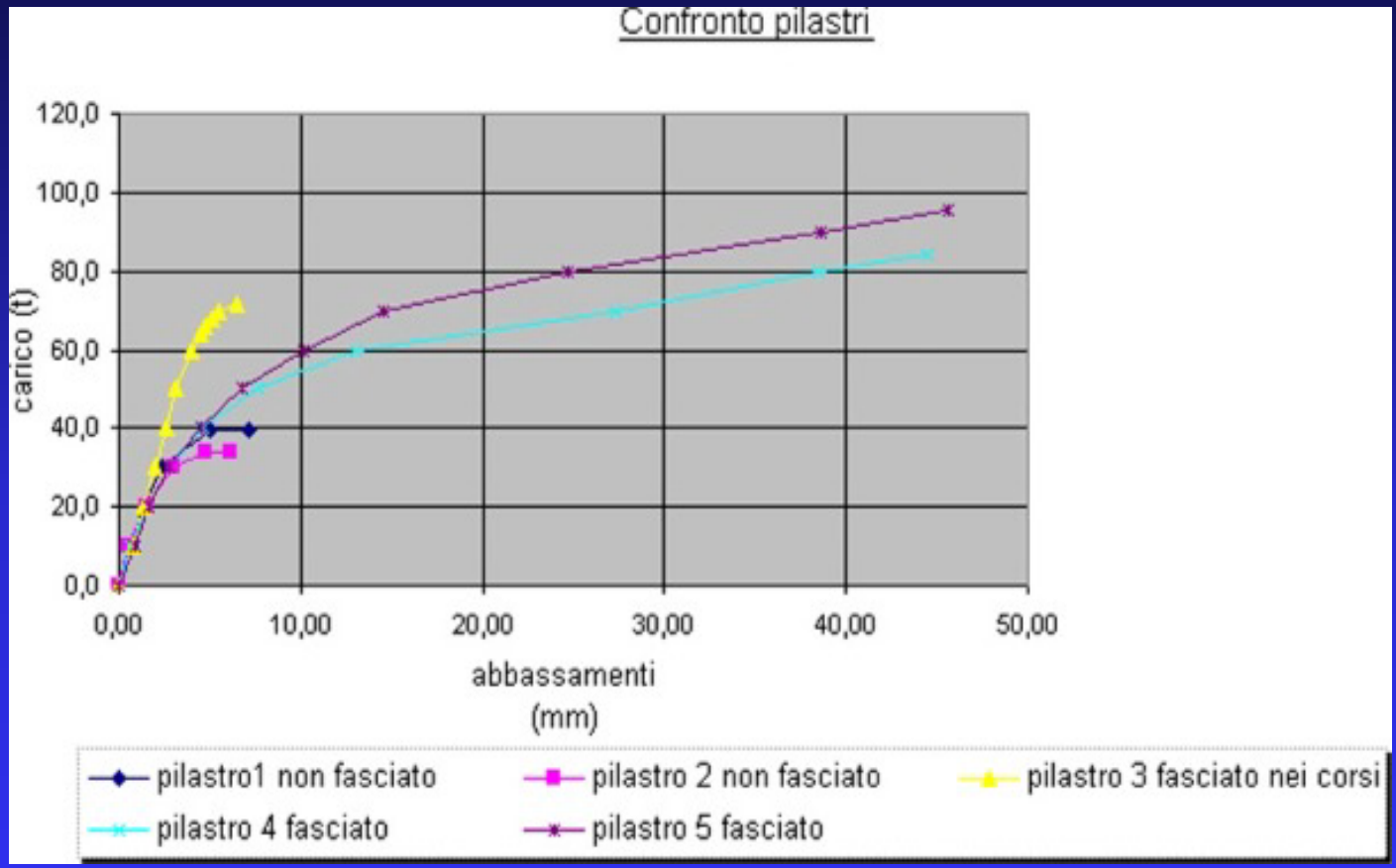
EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY

APPLICAZIONE DELLE FIBRE DI CARBONIO NEI CAMPANILI

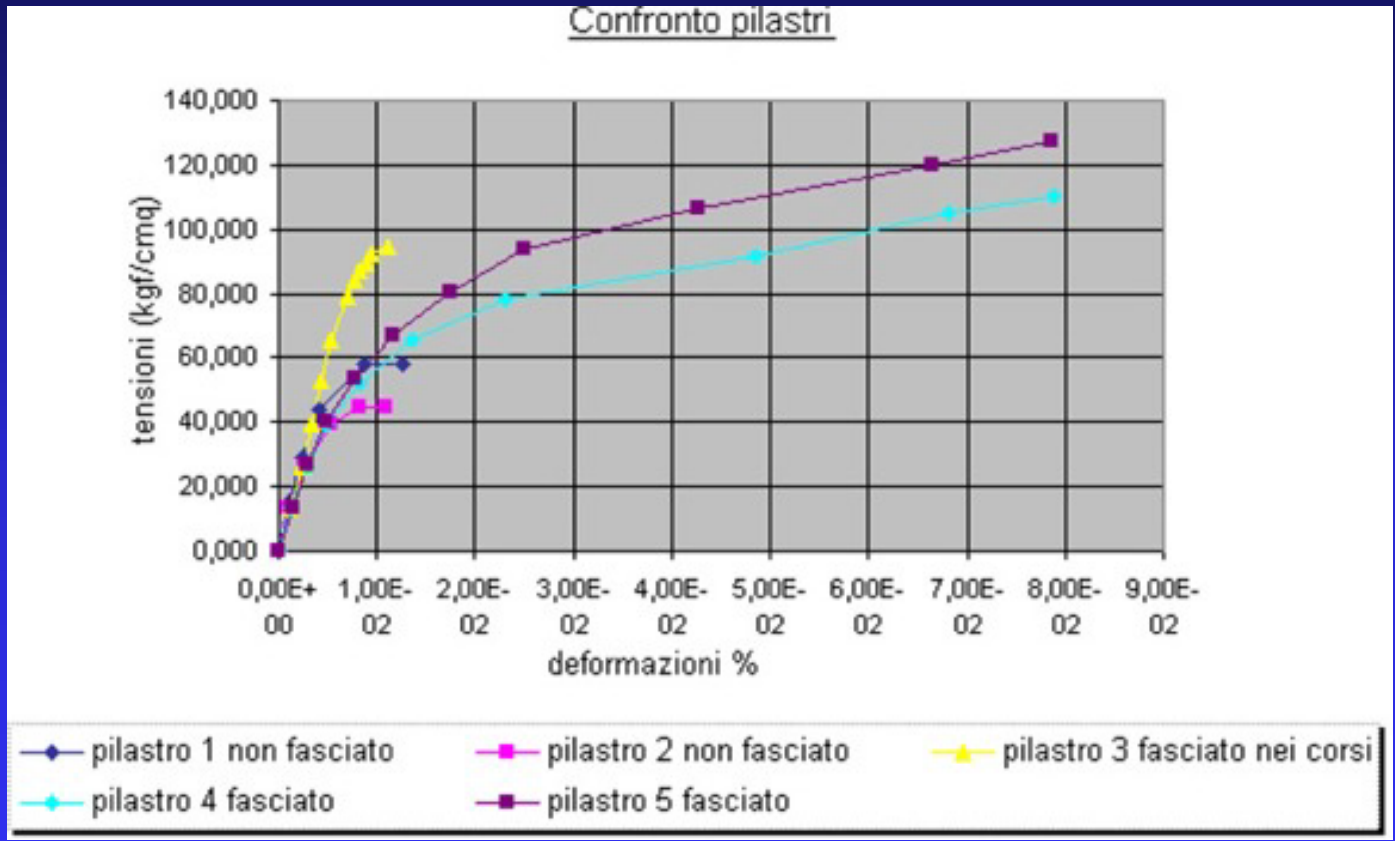


PROGETTAZIONE CONFORME
ISO 9001

PROVE DI COMPRESSIONE DI PILASTRI IN MURATURA



ANALISI DELLE VARIAZIONI DI RIGIDEZZA CAUSATE DAL RINFORZO CON MATERIALI COMPOSITI; IL CONTROLLO DELLO STATO FESSURATIVO



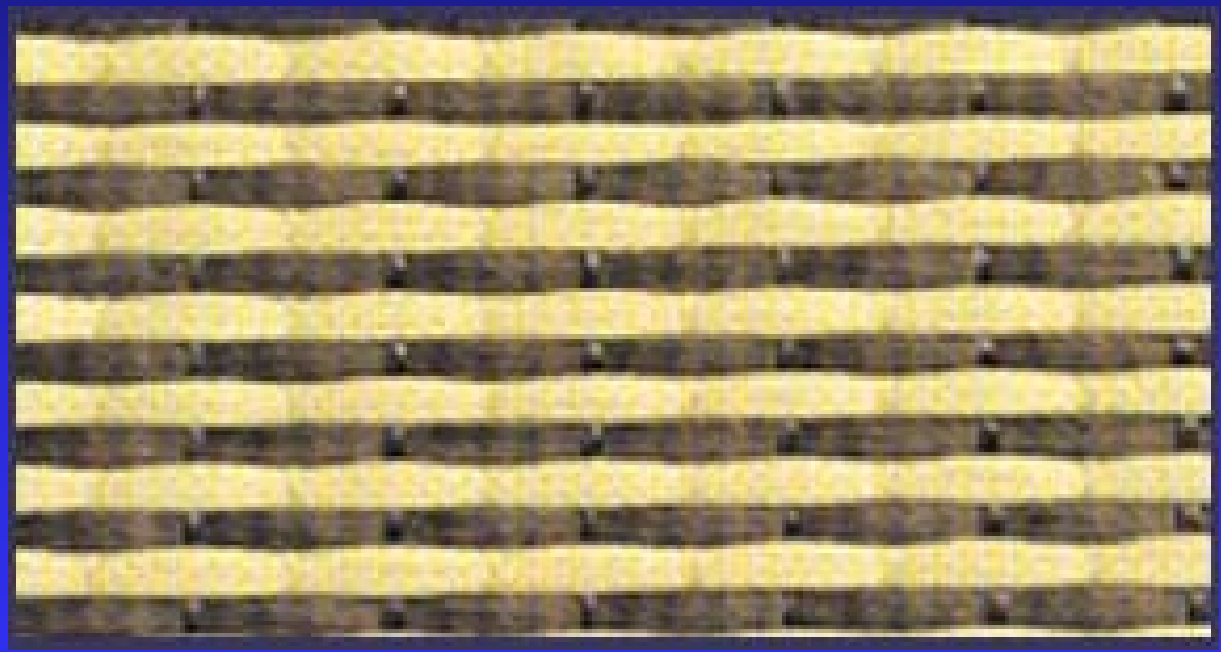
Tessuto di Rinforzo in Fibra di carbonio

Costituito da 300 g/m2 di Fibra di Carboinio ad alto modulo- HM, (Modulo 390 GPa) unidirezionale, legato da una leggerissima trama di vetro 20 g/m2, termosaldato. Carico di rottura del nastro maggiore/uguale di 480 kg/cm.



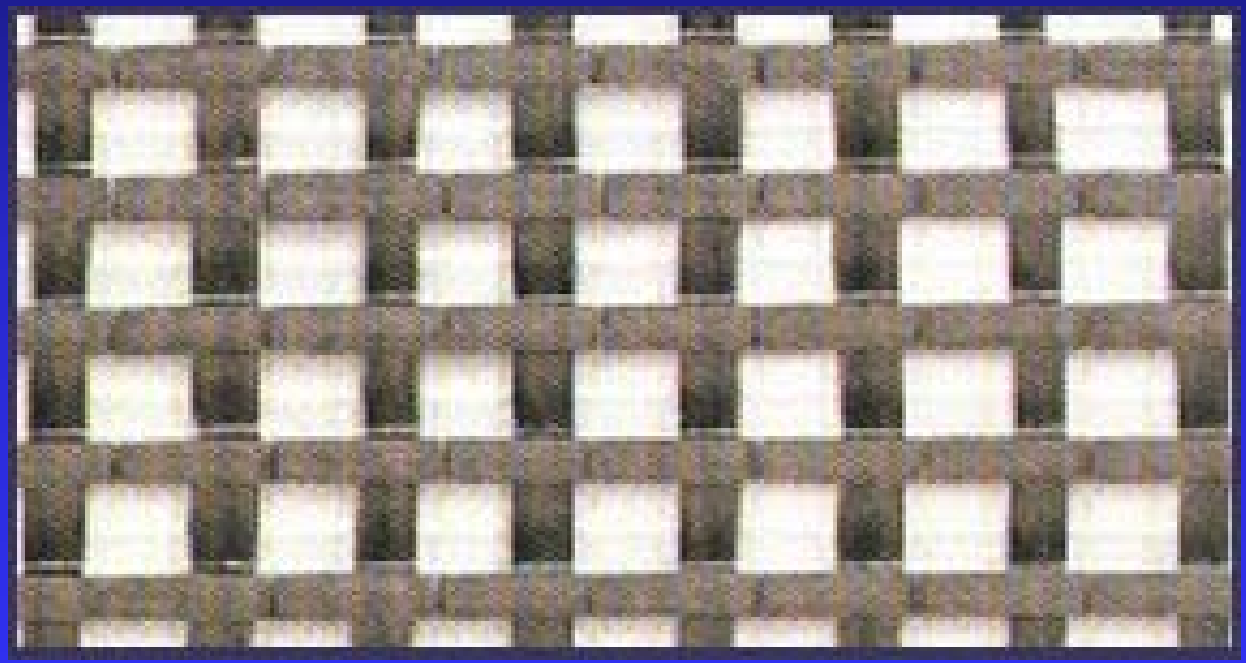
I Rinforzi Unidirezionali - Ibrido di Fibra di Carbonio e Fibra Aramidica

Rete in Fibra di Carbonio HT costituita da 200 g/m2, con maglie di 8 mm, legata da unaleggerissima trama di vetro 20 g/m2, termosaldato. Carico di rottura in direzione 0 (gradi) e 90 (gradi) maggiore/uguale di 180 kg/cm



I Rinforzi Biassiali in Fibra di Carbonio

Rete in Fibra di Carbonio HT costituita da 200 g/m2, con maglie di 8 mm, legata da una leggerissima trama di vetro 20 g/m2, termosaldato. Carico di rottura in direzione 0 (gradi) e 90 (gradi) maggiore/uguale di 180 kg/cm



I Rinforzi Unidirezionali in Fibra di Vetro

Costituito da 600 g/m2 di Fibra di vetro (ADV) unidirezionale, legato da una leggerissima trama di vetro 20 g/m2, termosaldato. Carico di rottura del nastro maggiore/uguale di 480 kg/cm.



Recupero Volte Oratorio S. Filippo Neri - Bologna



Prima dell'Intervento



Dopo L'Intervento

INTERVENTO DI RECUPERO STATICO CON FIBRE DI CARBONIO







Villa Bertani
Carpi



Teatro Testoni - Rinforzo putrelle - Bologna





Rinforzo travi in cemento della Scuola Ercolani - Bologna





Rinforzo Galleria "Sottopasso della Stua" - Padova



San Petronio - Rinforzo Navata centrale - Padova







EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY

Rinforzo Volte del Complesso di Venaria Reale - Torino





Segue Scheda tecnica

EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY

STADIO COMUNALE DI CESENA - Pilastri in c.a.

Rinforzo dei pilastri in c.a. portanti la tribuna e la copertura mediante l'applicazione di nastri in fibre di carbonio ad altissimo modulo e ad alta resistenza







PROGETTAZIONE CONFORME
ISO 9001

EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY

CHIESA DI S. PIETRO APOSTOLO - Rocca Scalegna (CH)
Volte in gesso
Lavori di recupero e rinforzo volte in gesso mediante l'uso di nastri in fibre di carbonio







PROGETTAZIONE CONFORME
ISO 9001

Viadotto "Flaminia" Spoleto (PG)

Lavori urgenti di ripristino e rinforzo dei pilastri del ponte con le tecniche del béton plaquè e fasciatura con nastri in fibre di carbonio







FONTANA MAGGIORE Perugia - Formelle di marmo

Rinforzo, confinamento e collegamento delle formelle della fontana mediante applicazione di nastri in fibra di vetro







PROGETTAZIONE CONFORME
ISO 9001

Rinforzo di nodi strutturali in cls.





Perforazioni armate con Fibre di Carbonio e Aramidiche





EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY

Rinforzo Abside e campanile della Chiesa di Montecavallo - Macerata







PROGETTAZIONE CONFORME
ISO 9001

EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY



Rinforzo appoggio pilastri in c.a. con lamine in fibre di carbonio

Ripristino delle armature con applicazione sotto i travetti di lamine in fibra di carbonio



EDIL COMPOSITES TECHNOLOGY



Applicazione di fibre di carbonio su vecchie travi di c.a. di un carroponte

Fasciature della trave in legno con tessuto Frp da impregnare di resina epossidica





PROGETTAZIONE CONFORME
ISO 9001

Avvertenze per il progettista

la fase più importante dell'intervento di rinforzo di una struttura rimane comunque quella della corretta progettazione.

Per una scelta ottimale dei compositi da utilizzare e delle modalità di intervento è necessario che il progettista controlli innanzitutto le caratteristiche meccaniche dei materiali che costituiscono la struttura.

È necessario inoltre che egli consideri lo stato preesistente di tensione e deformazione sugli elementi da rinforzare, dato che le fibre da applicare potranno lavorare solo nell'intervallo concesso loro dalle riserve elasto-plastiche dei materiali soggetti a intervento.

Il calcolo e le verifiche sono essenzialmente di tipo sezionale.
La quantità di fibra di rinforzo è strettamente dipendente dal tipo e dall'area di acciaio preesistenti, ma anche dalle modalità di collaborazione tra acciaio e fibra prefigurate nel progetto.

Particolare attenzione va posta inoltre nella verifica delle tensioni tangenziali di aderenza calcestruzzo-adesivo e adesivo-composito. Questa operazione risulta spesso difficile dato che le informazioni commerciali abbondano di dati sulle caratteristiche meccaniche delle fibre, ma è raro che esse riportino quelli relativi alle resine consigliate.

Dato quindi l'inevitabile scorrimento tra trave e placca, dovuto alla deformabilità dello strato di resina, spesso si sovrastima l'effettivo apporto irrigidente della placcatura.