SCELTA TRA I SISTEMI DI CONSOLIDAMENTO FRP, FRCM E CRM PER INTERVENTI SISMABONUS 110%

I SISTEMI FRP, FRCM E CRM

Nell'ambito dei progetti di miglioramento sismico SISMABONUS 110% di edifici esistenti in c.a. e muratura, vengono sempre più utilizzati i sistemi di consolidamento strutturale con materiali compositi FRP, FRCM e CRM. Questi tre sistemi di consolidamento strutturale sono caratterizzati da specifiche proprietà meccaniche, di resistenza al fuoco e di traspirabilità che li rendono utilizzabili nella quasi totalità degli interventi strutturali. È però necessario conoscere le caratteristiche di ognuno dei tre sistemi sopra riportai, al fine di garantire le caratteristiche richieste al sistema di consolidamento progettato.

Negli ultimi venti anni, il crescente interesse per l'utilizzo dei materiali compositi nell'ambito dell'ingegneria civile, ha spinto gruppi e commissioni internazionali ad una fitta produzione di codici, ordinanze e raccomandazioni specificatamente predisposte per l'impiego di materiali "non convenzionali" FRP, FRCM e CRM e la loro progettazione.

Numerose sono state, a partire dagli anni '90, le iniziative in campo internazionale per individuare linee guida che rispondano alle esigenze delineate. Si ricordano le istruzioni giapponesi (JSCE – 1997), quelle americane (ACI 440 – 2000) ed infine quelle europee (FIP-CEB – 2001). Ad esse va aggiunto, per completezza, il documento di studio approvato dal CNR nel gennaio '99 dal titolo "*Impiego delle armature non metalliche nel c.a.*".

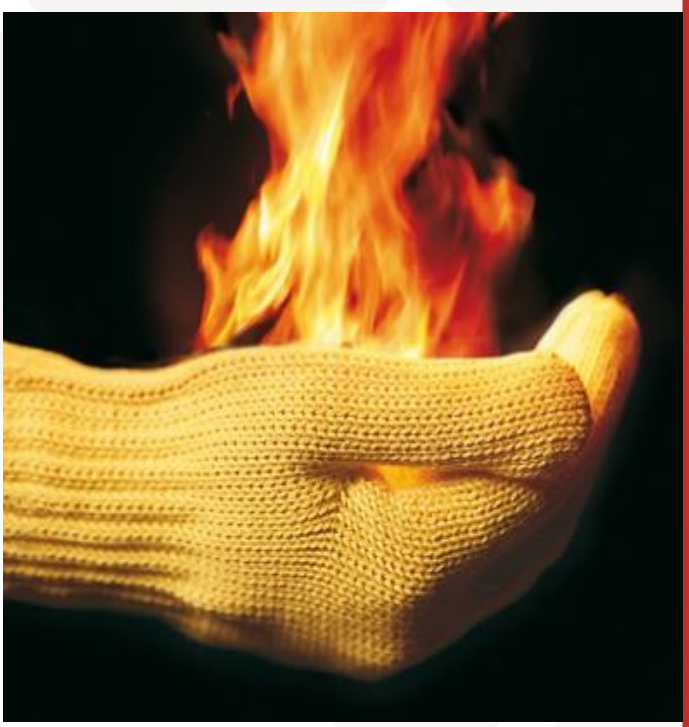
GLI INTERVENTI DI CONSOLDIAMENTO STRUTTURALE CON FRP

Gli interventi di consolidamento strutturale di edifici esistenti con sistemi FRP sono normati dal documento tecnico del CNR DT 200 R1 2013, dalle Linee Guida emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e dalle NTC 2018.

Negli ultimi anni, a valle dell'evoluzione nel settore e dei crescenti sviluppi in termini di sperimentazione e applicazioni dei sistemi FRP, sono stati pubblicati numerosi aggiornamenti delle istruzioni sopracitate.

Nel 2015 il CSLP ha emanato le “Linee Guida per la Qualificazione ed il Controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti” che hanno consentito la certificazione CVT dei sistemi di consolidamento FRP, licenziata con parere favorevole n.115/2013 del 19 febbraio 2015 dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che è stata aggiornata nel maggio 2019.

La fibra di aramide AFRP



Un innovativo materiale per i sistemi FRP certificato CVT da **OLYMPUS** è la fibra di aramide **OLY TEX ARAMIDE**. I sistemi FRP a base di fibra di aramide sono caratterizzati da numerosi vantaggi sotto riportati.

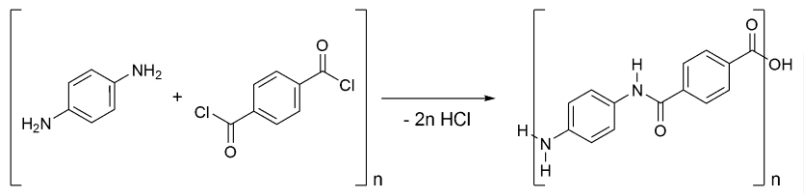
I principali vantaggi delle fibre aramidiche sono:

- alta tenacità;
- resistenza all’impatto;
- capacità di assorbimento delle vibrazioni;
- buona inerzia chimica ed elettromagnetica;
- basso peso specifico;
- resistenza alle alte temperature;
- resistenza alla fiamma;
- resistenza a taglio;
- elevata resistenza e modulo elastico;

Le fibre aramidiche sono fibre sintetiche sulla base di poliammide aromatici. Nei materiali compositi la fibra commercialmente più importante è la fibra ad alto modulo, la quale è stato introdotto nei primi anni ’70 dalla Du Pont con il nome commerciale Kevlar. Il kevlar possiede una grande resistenza al calore e alla fiamma. Per le sue caratteristiche di resistenza viene utilizzato come fibra di rinforzo per la costruzione

di giubbotti antiproiettile, di attrezzature per gli sport estremi e per componenti usati in aeroplani, imbarcazioni e vetture da competizione.

Il Kevlar è stato inventato da Stephanie Kwolek ed è stato brevettato dalla DuPont nel 1973. Nel corso degli anni, questo tipo di fibra sintetica ha ricevuto miglioramenti notevoli in termini di resistenza meccanica. Il kevlar si ottiene per condensazione in soluzione a partire dai monomeri fenilendiammina (para-fenilendiammina) e cloruro di tereftaloile. Come sottoprodotto di reazione si ottiene acido cloridrico.



La produzione è simile ad altre fibre sintetiche: polimerizzazione, estrusione, stiramento. Il polimero viene sciolto in un liquido ed estruso ad una temperatura di circa 200 °C mentre evapora il solvente.

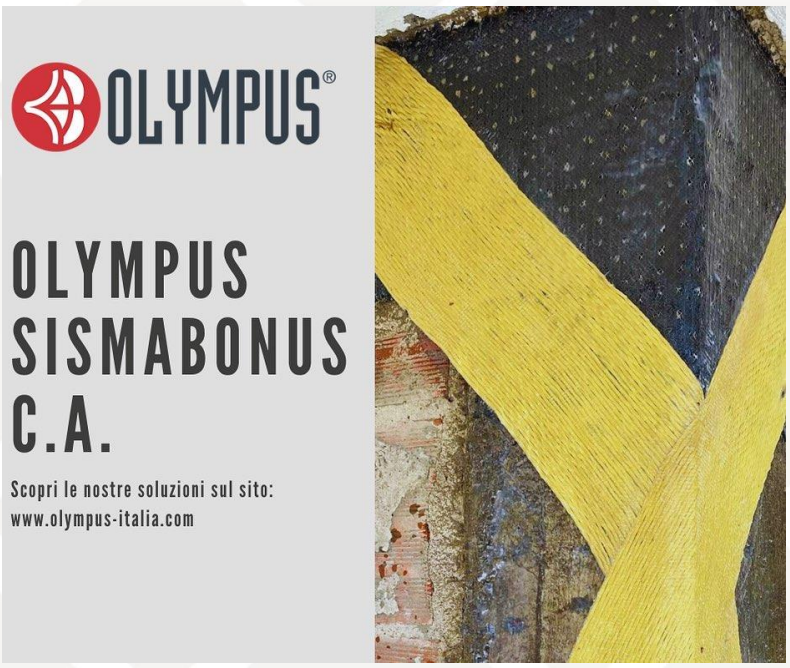
Uno degli utilizzi più noti del kevlar è nei giubbotti antiproiettile: la sua elevata resistenza è utilizzata per assorbire, tramite deformazione plastica, l'energia cinetica dei proiettili. Di questo materiale sono costruiti anche alcuni elmetti militari, ad esempio il Lightweight Helmet dei Marines.

IL SISMABONUS SU STRUTTURE IN C.A. SOLO DALL'ESTERNO CON LA FIBRA DI ARAMIDE

Il crescente interesse nell'applicazione del miglioramento sismico di edifici in c.a. con l'utilizzo dei benefici del **SISMABONUS 110%** trova la sua **massima applicabilità** nei progetti realizzati mediante l'utilizzo di **sistemi di consolidamento FRP ed FRCM** che si configurano come **interventi locali*, di cui al***

p.to 8.4 del DM 17 gennaio 2018 *e che sono* ***realizzabili solo sull'involucro esterno degli edifici senza dover intervenire all'interno delle abitazioni.***

Come indicato anche dalla commissione di monitoraggio del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici gli **interventi locali** proposti per il miglioramento sismico**,** di cui al p.to 8.4 del DM 17 gennaio 2018**,** ***rientrino a pieno titolo tra quelli disciplinati dal richiamato art. 16 bis, comma 1, lett. i) del DPR 917/1986 e, pertanto, siano conformi al comma 4 dell'art. 119 del decreto legge 34/2020.***



OLYMPUS ha ingegnerizzato e brevettato un sistema di consolidamento strutturale OLYMPUS SISMA JOINT® n. di presentazione brevetto 202021000004007 che consente il miglioramento sismico di edifici esistenti in linea con le NTC 2018 mediante l'utilizzo di materiali compositi innovativi AFRP e CFRP certificati CVT 00002472019 presso il CSLLPP lavorando solo sull'involucro esterno delle strutture.

Il sistema proposto consente quindi lo sfruttamento del bonus energetico e del bonus sismico senza dover effettuare lavorazioni all'interno delle singole unità

Vantaggi dei sistemi di consolidamento FRP

- ✓ **Rapidità di applicazione**
- ✓ **Elevata resistenza e rigidezza**
- ✓ **Elevato potere di adesione al supporto**
- ✓ **Assenza di variazioni di peso e geometria della struttura**
- ✓ **Assenza di variazioni di massa e rigidezza degli elementi strutturali**

GLI INTERVENTI DI CONSOLDIAMENTO STRUTTURALE CON SISTEMI OLYMPUS FRCM E CRM

Negli ultimi anni la ricerca accademica e scientifica a livello nazionale ed internazionale ha permesso la sperimentazione e lo sviluppo di materiali compositi a matrice inorganica conosciuti con gli acronimi FRCM e CRM. I nuovi materiai compositi sono oggetto di specifici documenti tecnici emanati dal CNR e delle Linee Guida del CSLLPP.

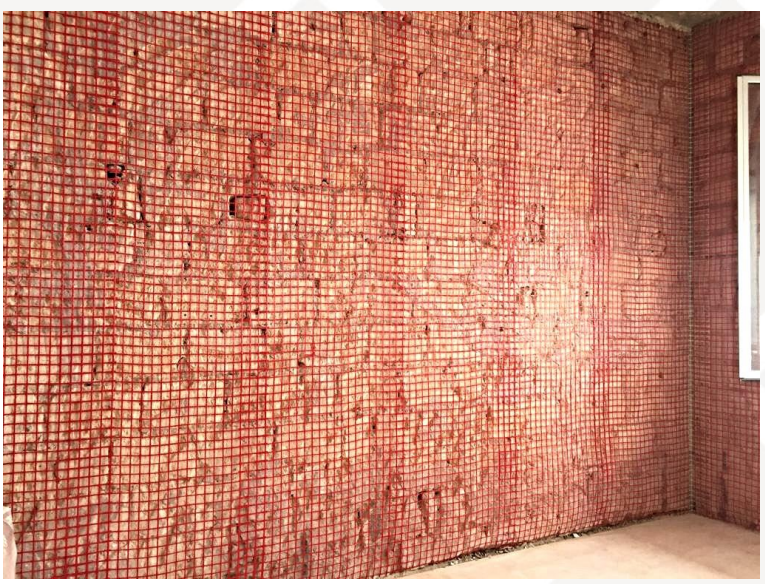
I compositi FRCM sono utilizzabili per realizzare “sistemi di rinforzo” esterni di strutture esistenti in muratura o in conglomerato cementizio armato.

Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con apposito decreto, n. 627 del 3 dicembre 2019, ha approvato le ”Linee guida per la progettazione, l’esecuzione e la manutenzione di interventi di consolidamento strutturale mediante l’utilizzo di sistemi di rinforzo FRCM.”

Prosegue, quindi, l’attività normativa del Consiglio Superiore dei LL.PP. in linea con quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni; attività, come noto, finalizzata ad una sempre migliore garanzia della qualità e della sicurezza delle opere e delle infrastrutture, sia pubbliche che private, della prevenzione del rischio sismico e della valutazione e messa in sicurezza del patrimonio costruito esistente.

Le nuove linee guida recepiscono i risultati cui è pervenuto il Gruppo di studio insediato dalla Commissione CNR per la predisposizione e l’analisi di norme tecniche relative alle costruzioni, in collaborazione con il Gruppo di lavoro istituito presso il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che ha predisposto precedentemente le “Linee Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM)”.

Per quanto non trattato nelle sopracitate linee guida, è tuttavia possibile utilizzare il documento CNR-DT 215/2018 “Istruzioni per la Progettazione, l’Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l’utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica”.



Linea guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione dei sistemi CRM

Il CSLLPP nel maggio 2019 ha pubblicato la “Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento

strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)."

La sopracitata Linea Guida fornisce le procedure per l'identificazione, la qualificazione ed il controllo di "sistemi di rinforzo" costituiti da reti in composito fibrorinforzate a matrice polimerica (FRP - Fiber Reinforced Polymer), da applicare sulle superfici degli elementi strutturali per il consolidamento degli stessi con malte cementizie e/o di calce, ovvero mediante la tecnica dell'intonaco armato di tipo CRM (Composite Reinforced Mortar).

Vantaggi dei sistemi di consolidamento FRCM

- ✓ **Rapidità di applicazione**
- ✓ **Elevata resistenza e rigidezza**
- ✓ **Traspirabilità del sistema di consolidamento**
- ✓ **Resistenza alle alte temperature**
- ✓ **Assenza di variazioni di peso e geometria della struttura**
- ✓ **Assenza di variazioni di massa e rigidezza degli elementi strutturali**

I SISTEMI CRM – NORMATIVA E LINEE GUIDA E SOFTWARE DI CALCOLO OLYMPUS

Una innovativa tecnologia di consolidamento con materiali compositi di strutture in muratura è rappresentata dai compositi **CRM Composite Reinforced Mortar.** I sistemi CRM rappresentano un'innovazione del tradizionale sistema di consolidamento con intonaco armato realizzato con reti in FRP.

Nel maggio 2019 il CSLLPP ha emanato le **Linea Guida del CSLLPP** *"Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con*

la tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)". Questa Linea Guida fornisce le procedure per l'identificazione, la qualificazione ed il controllo di "sistemi di rinforzo" costituiti da reti in composito fibrorinforzate a matrice polimerica FRP, da applicare sulle superfici degli elementi strutturali per il consolidamento degli stessi con malte cementizie e/o di calce, ovvero mediante la tecnica dell'intonaco armato di tipo CRM (Composite Reinforced Mortar).

La Linea Guida sopracitata consente quindi la **certificazione CVT (Certificazione di Valutazione Tecnica)** dei sistemi CRM da parte dei Fornitori di materiale.

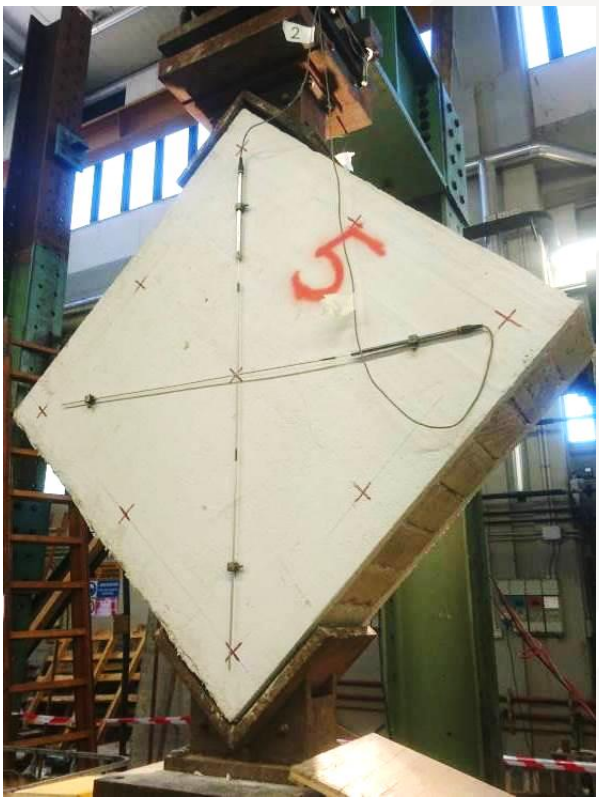
A differenza del tradizionale intonaco armato con reti metalliche, l'intonaco armato CRM, è realizzato mediante una rete preformata in composito (FRP) **OLY MESH GLASS** inserita in una malta ad uso strutturale **OLY WALL STRUKTURA** e applicata sulla superficie dell'elemento strutturale in muratura da rinforzare. In detto sistema la rete in FRP è in grado di assorbire gli sforzi di trazione, mentre la malta strutturale contribuisce ad assorbire gli sforzi di compressione. Il trasferimento degli sforzi fra il supporto e la rete di rinforzo è garantito anche dalla presenza dei connettori, che assicurano la collaborazione strutturale fra l'elemento murario e l'intonaco armato.

OLYMPUS® ha ingegnerizzato due sistemi di consolidamento **CRM**, **OLY MESH GLASS 33x33 - 40x40 66x66 - 80x80 – 99x99** conformi alle linee guida del **CSLLPP** che sono in corso di certificazione **CVT** presso il **STC**.

A differenza dei sistemi di rinforzo FRCM, nel caso di sistemi CRM, lo spessore dei sistemi di rinforzo CRM è compreso, di norma, tra 30 mm e 50 mm, al netto del livellamento del supporto e la distanza netta tra

i trefoli non può essere superiore a 4 volte lo spessore della malta e comunque non può essere minore di 30 mm.

Come specificato nelle Linee Guida, **i sistemi di rinforzo CRM della linea OLYMPUS STONE®** sono costituiti da: reti preformate, angolari in rete preformati, elementi di connessione interamente o parzialmente preformati, malte a base cementizia o di calce a prestazione garantita per uso strutturale,



ancoranti chimici per la solidarizzazione dei connettori tra loro o l'ancoraggio degli stessi nel supporto murario. Le reti, gli angolari e gli elementi di connessione in composito, costituenti i sistemi di rinforzo CRM, sono realizzati mediante l'impiego di fibre lunghe e continue di vetro, carbonio, basalto o arammide, immerse in una matrice polimerica termoindurente.

Per la progettazione e le modalità di impiego dei sistemi di rinforzo CRM si dovrà fare riferimento alla Normativa Tecnica vigente, ed eventualmente a documenti complementari di comprovata validità.

I sistemi di consolidamento CRM della linea OLYMPUS STONE sono ottimali per il miglioramento sismico degli edifici in muratura per il miglioramento sismico necessario ad ottenere il **SUPERBONUS 110%**

Vantaggi dei sistemi di consolidamento CRM

- ✓ **Rapidità di applicazione**
- ✓ **Elevata resistenza e rigidezza**
- ✓ **Traspirabilità del sistema di consolidamento**
- ✓ **Resistenza alle alte temperature**
- ✓ **Limitate variazioni di peso e geometria della struttura**
- ✓ **Limitate variazioni di massa e rigidezza degli elementi strutturali**

SCOPRI I NUOVI SOFTWARE GRATUITI A SUPPORTO DEL PROGETTO DEGLI INTERVENTI DI RINFORZO CON SISTEMI FRP, FRCM e CRM

Al fine di collaborare con i tecnici coinvolti in progetti di consolidamento strutturale con sistemi FRP, FRCM e CRM, OLYMPUS ha sviluppato numerosi software di calcolo che consentono ai professionisti di effettuare con semplicità il calcolo strutturale di strutture in c.a. e muratura. I software sono stati sviluppati sulla base dell'esperienza di OLYMPUS di oltre 15 anni nel settore del consolidamento strutturale.

Nel 2005 OLYMPUS ha sviluppato i primi fogli di calcolo per la progettazione di interventi di consolidamento strutturale con materiali compositi FRP. In 15 anni i fogli di calcolo sono stati utilizzati da centinaia di professionisti in Italia e in numerosi paesi Europei che hanno consentito all'azienda di verificare e perfezionare il funzionamento dei fogli di calcolo che hanno rappresentato la base per lo sviluppo dei nuovi software.

Nel 2013 OLYMPUS è stata la prima azienda al mondo a sviluppare tre **app per iPhone "OLYMPUS iFRP"** che consentivano ai progettisti di elaborare il dimensionamento dell'intervento di consolidamento direttamente in cantiere con il proprio iPhone.

Nel 2019 OLYMPUS ha sviluppato i suoi nuovi software di calcolo nel totale rispetto delle attuali norme tecniche per le costruzioni, delle Linee Guida del CSLLPP e dei Documenti Tecnici del CNR.

I software sono stati sviluppati da un team esperto di ingegneri strutturisti e programmatori informatici con comprovata esperienza nel settore del consolidamento strutturale e sono stati testati su centinaia di interventi di consolidamento, anche confrontando i risultati con quelli dei principali software di consolidamento strutturale presenti sul mercato. I software sviluppati da OLYMPUS sono basati anche sui risultati dei numerosi progetti di ricerca svolti dall'azienda da oltre 15 anni, in collaborazione con Università e Istituti di Ricerca.

I software sono completamente gratuiti e possono essere scaricati dal sito www.olympus-italia.com.

I software dedicati al rinforzo strutturale con FRP sono in particolare due, **OLY CONCRETE APP** che consente il dimensionamento di elementi strutturali in calcestruzzo armato e **OLY MASONRY APP** che consente il dimensionamento di elementi strutturali in muratura rinforzati con sistemi FRP delle linea **OLYMPUS FRP**.

Il software dedicato al rinforzo strutturale con **FRCM e CRM** è **OLY STONE APP** che consente il dimensionamento di elementi strutturali in muratura rinforzati con FRCM e CRM.

SCARICA SUBITO I NUOVI SOFTWARE GRATUITI PER DIMENSIONARE IL TUO INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO

L'utilizzo di un software di calcolo sviluppato da un'azienda che da oltre 15 anni certifica e ingegnerizza materiali compositi per il consolidamento strutturale e sviluppa applicazioni e software di calcolo basati sulla propria consolidata esperienza in questo settore, rappresenta per il professionista una garanzia di sicurezza e professionalità. Il grande vantaggio dei software di calcolo per sistemi **FRP, FRCM e CRM** proposti da OLYMPUS è la possibilità di generare automaticamente una relazione di calcolo a valle della verifica strutturale che viene redatta automaticamente dal software. Il tecnico potrà quindi utilizzare le relazioni di calcolo redatte dal software per integrare i propri elaborati progettuali.

I software sono scaricabili gratuitamente all'indirizzo www.olympus-italia.com/downloads/