

# Soluzioni innovative per il rinforzo strutturale

**F**ondata sessanta anni fa la società *Dr. Günther Kast GmbH & Co. Technische Gewebe, Spezial-Faserzeugnisse KG* ha la sua sede principale nella città di Sonthofen in Allgäu (Baviera).

Nel 2020, l'azienda ha intensificato il suo mercato americano con la fondazione della società *Kast Technical Textiles LLP*. Il Gruppo Kast, produce e commercializza articoli in fibra di varia natura (vetro, carbonio, basalto, aramide, ecc.) per diversi settori commerciali come quello dell'auto, dei compositi, dell'edilizia, ecc. Negli ultimi anni, l'utilizzo dei materiali compositi nel settore dell'edilizia è sempre maggiore. La loro applicazione riesce a garantire la conservazione del patrimonio edilizio con un approccio poco invasivo e allo stesso tempo ecosostenibile. Essi riscontrano un maggiore interesse anche grazie alla profonda sinergia tra ricerca ed industria. In quest'ottica, Kast sta concludendo, in cooperazione con partner commerciali, diversi progetti per lo sviluppo di sistemi di rinforzo strutturale in accordo alle ultime Linee Guida Ministeriali per sistemi FRP, FRCM e CRM. Questi sistemi sono attualmente in fase di certificazione (CVT) in Italia secondo le Linee Guida per la qualificazione e l'accettazione in cantiere. In aggiunta, si sta anche investendo su una certificazione europea (ETA) su rete GFRP per sistemi CRM.

## **GFRP (GLASS-FIBRE REINFORCED PLASTIC)**

I GFRP sono costituiti da fili in fibra di vetro e resina termoindurente. Grazie alla loro notevole resistenza a trazione e ridotta deformabilità, questi compositi sono generalmente utilizzati come armatura sia per opere in calcestruzzo che in muratura.

Su queste ultime sono sempre più in uso i sistemi CRM, che prevedono l'applicazione della rete GFRP tramite la tecnica



Fig. 1: Christoph Kast

dell'intonaco armato. Questo tipo di applicazione normalmente prevede anche l'utilizzo di reti angolari preformate e connettori. I sistemi CRM vengono utilizzati con lo scopo di assorbire gli sforzi di taglio-trazione, a cui l'elemento strutturale da solo non sarebbe in grado di resistere. Kast ha sviluppato innovative reti e tessuti per sistemi di rinforzo strutturale tramite una solida collaborazione con l'università politecnica di Karlsruhe (Germania), il Karlsruhe Institute of Technology (KIT). Grazie al supporto scientifico del Prof. Dr. Ing. L. Stempniewski, dei suoi collaboratori e al Programma centrale d'innovazione per le piccole e medie imprese (ZIM) tedesco, si sono potuti svolgere e concludere diversi progetti di ricerca, in cui sono state effettuate numerose campagne sperimentali presso l'Istituto per le prove sui materiali (MPA) dell'università politecnica di Karlsruhe.

Un ulteriore progetto riguardante un sistema FRP con lamine in carbonio è in fase di conclusione.

Tra gli articoli dell'azienda sviluppati nell'ambito della collaborazione con il KIT ci sono la rete EQ-GRID per il rinforzo di strutture in muratura con tecnologia FRCM, il tessuto EQ-TOP per la protezione dal ribaltamento fuori piano tramite sistemi FRP e la rete CP-GRID per mitigare

i danni da fessurazione diffusa dovuta a fenomeni di cedimento differenziale del sottosuolo.

## **EQ-GRID (EARTHQUAKE-GRID)**

EQ-GRID è una particolare rete ibrida multi-assiale ad elevate prestazioni in fibra di vetro resistente agli alcali e fibre sintetiche speciali. È stata sviluppata per essere

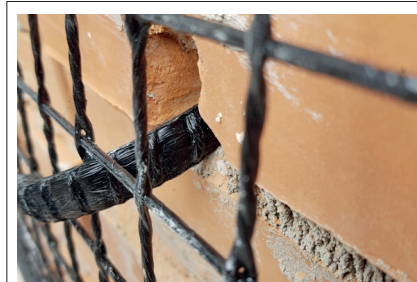


Fig. 2: GFRP. Rete e connettore applicati

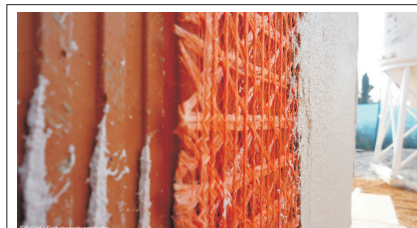


Fig. 3: EQ-GRID. Spessore del sistema applicato

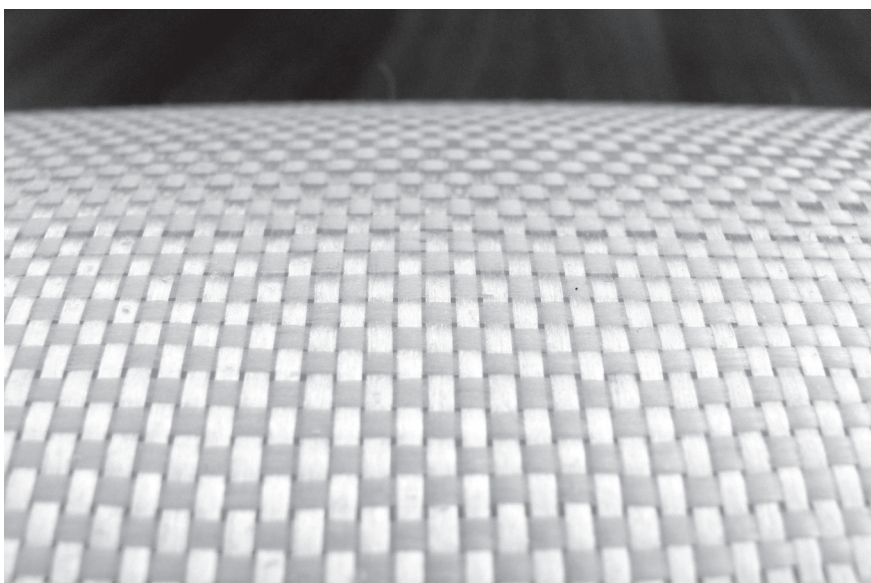


Fig. 4: EQ-TOP

integrata in matrici inorganiche a base di calce idraulica naturale, generalmente caratterizzate da basso modulo elastico ed elevata duttilità. È una rete idonea per interventi su edifici in muratura nuovi, esistenti e storici. Il rinforzo è in grado di evitare la formazione di fessure che possono indurre al crollo o al ribaltamento dell'elemento strutturale, mitigando il rischio di gravi danni alle persone.

Come dimostrato da prove cicliche nel piano [1] e test di compressione diagonale [2] effettuate su pannelli in muratura, la rete multi-assiale è in grado di incrementare la resistenza a taglio favorendo la redistribuzione delle tensioni.

Grazie al suo particolare design, migliora la capacità deformativa dell'elemento strutturale rinforzato e garantisce una maggiore dissipazione energetica. Inoltre, non altera la normale traspirabilità del supporto e presenta una estrema semplicità di applicazione.

#### EQ-TOP (EARTHQUAKE-TOP)

EQ-TOP è un tessuto in fibra di vetro composto da fili ravvicinati disposti in direzione verticale e orizzontale, tali da formare una superficie compatta e molto resistente. L'apertura della maglia consente l'applicazione del tessuto tramite incollaggio, in quanto la disposizione dei fili permette una buona impregnazione ed una solida adesione al supporto.

Come dimostrato da test dinamici effettuati su tavola vibrante [3], EQ-TOP è idoneo per la riparazione e il rinforzo di tamponature ed elementi secondari, al fine di migliorare la distribuzione delle tensioni ed incrementare la duttilità degli elementi rinforzati nei confronti delle sollecitazioni

meccaniche. Il rinforzo, da applicare esternamente e/o internamente, ha un notevole impatto sull'abbattimento della vulnerabilità sismica ed è valido se utilizzato anche come rinforzo per interventi di anti-sfondellamento dei solai latero-cementizi.

#### CP-GRID (CRACK PREVENTION-GRID)

CP-GRID è una rete in fibra di carbonio o in fibra di vetro resistente agli alcali. Lo speciale rivestimento, caratterizzato da una notevole aderenza meccanica, la ren-

de particolarmente idonea per rinforzare elementi di edifici soggetti a fenomeni di cedimenti differenziali del sottosuolo, che provocano concentrazioni di sforzi negli elementi stessi. I test a flessione nel piano sono stati condotti su pareti in muratura utilizzando una matrice inorganica a base di calce idraulica naturale.

La rete applicata con questo tipo di matrice ha dato risultati molto soddisfacenti, riuscendo ad assorbire carichi molto elevati. Più di 1 milione di m<sup>2</sup> di muratura in edifici storici è stata rinforzata con successo con le reti realizzate da KAST, e molti progetti attuali sono vicini al loro completamento.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] S. Rizzo and L. Stempniewski, "EQ-grid: A Multiaxial Seismic Retrofitting System for Masonry Buildings," in *Earthquakes - Forecast, Prognosis and Earthquake Resistant Construction*, 2018.
- [2] M. Giaretton, D. Dizhur, E. Garbin, J. M. Ingham, and F. da Porto, "In-Plane Strengthening of Clay Brick and Block Masonry Walls Using Textile-Reinforced Mortar," *J. Compos. Constr.*, no. July, 2018, doi: 10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000866.
- [3] B. Walendy, A. Bogdanovic, Z. T. Rakicevic, and L. Krstevska, "DYNAMIC TESTING AND NUMERICAL SIMULATION OF A TEXTILE RETROFITTING SYSTEM WITH A SOFT POLYURETHANE MATRIX," *iNDiS 2018*, no. November, 2018.

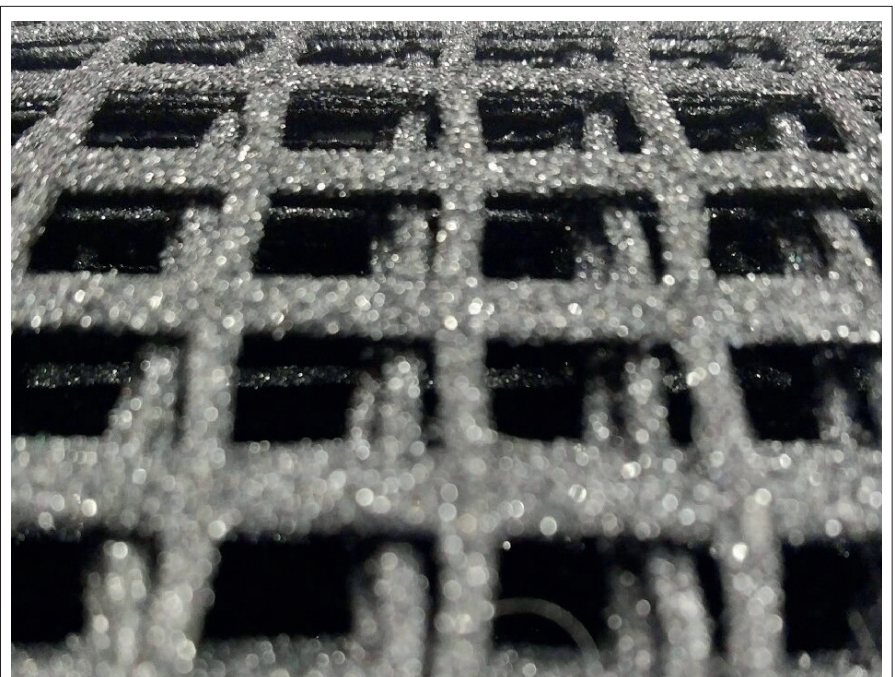


Fig. 5:CP-GRID

# Innovative solutions for structural reinforcement

**F**ounded sixty years ago, the company Dr. Günther Kast GmbH & Co. Technische Gewebe, Spezial-Faserzeugnisse KG has its Head Office in the town of Sonthofen in Allgäu (Bavaria). In 2020, Kast intensified their American business by founding the company Kast Technical Textiles LLP. The Kast Group manufactures and markets fibre articles of various kinds (glass, carbon, basalt, aramid, etc.) for different business sectors such as automotive, composites, construction, etc. In recent years, the use of composite materials in the building sector has been increasing. Their application succeeds in ensuring the conservation of the building heritage with a non-invasive and at the same time environmentally sustainable approach. They are also attracting greater interest thanks to the profound synergy between research and industry. With this in mind, Kast is concluding, in cooperation with commercial partners, several projects aimed at developing structural reinforcement systems according to the latest Ministerial Guidelines for FRP, FRCM and CRM systems. These systems are currently undergoing certification (CVT) in Italy according to the Guidelines for Qualification and Acceptance on Site. In addition, KAST is also investing in European certification (ETA) on GFRP for CRM systems.

## **GFRP (GLASS-FIBRE REINFORCED PLASTIC)**

GFRP consist of glass fibre yarns and thermosetting resin. Due to their high tensile strength and low deformability, these composites are generally used as reinforcement for both concrete and masonry structures. On the latter, CRM systems are increasingly being used, whereby the GFRP mesh is applied using the reinforced plaster technique. This type of application normally also involves the use of preformed corner meshes and connectors. CRM systems are used with the aim of absorbing shear and tension stresses, which the structural element itself would not be able to withstand. Kast has developed innovative meshes

and fabrics for structural reinforcement systems through a strong collaboration with the Karlsruhe University of Technology (KIT) in Germany. Thanks to the scientific support of Prof. Dr. Ing. L. Stempniewski, his collaborators and the Central Innovation Programme for Small and Medium-sized Companies (ZIM) in Germany, several research projects have been carried out and concluded, in which many experimental campaigns were carried out at the Material Testing Institute (MPA) of the Karlsruhe Institute of Technology. A further project concerning an FRP system with carbon laminates is nearing completion. The company products developed within the framework of the KIT collaboration are the EQ-GRID mesh for the reinforcement of masonry structures with FRCM technology, the EQ-TOP fabric for out-of-plane prevention using FRP systems and the CP-GRID mesh for mitigating diffuse cracking damage due to differential subsidence phenomena in the subsoil.

## **EQ-GRID (EARTHQUAKE-GRID)**

EQ-GRID is a special high-performance multi-axial hybrid mesh made of alkali-resistant glass fibre and special synthetic fibres. It has been developed for integration into inorganic matrices based on natural hydraulic lime, generally characterised by a low modulus of elasticity and high ductility. It is suitable for use on new, existing and historic masonry buildings. The reinforcement is able to avoid the formation of cracks that can lead to the collapse or overturning of the structural element, mitigating the risk of serious personal injury. As demonstrated by in-plane cyclic tests [1] and diagonal compression tests [2] carried out on masonry panels, the multi-axial mesh is able to increase the shear strength by favouring the redistribution of stresses. Thanks to its particular design, it improves the deformation capacity of the reinforced structural element and guarantees greater energy dissipation. In addition, it does not alter the normal breathability of the substrate and is extremely easy to apply.

## **EQ-TOP (EARTHQUAKE-TOP)**

EQ-TOP is a glass fibre fabric made of closely spaced threads arranged in vertical and horizontal directions to form a compact and very strong surface. The opening of the mesh allows the fabric to be applied by bonding, as the arrangement of the threads allows good impregnation and solid adhesion to the substrate. As demonstrated by dynamic tests carried out on a vibrating table [3], EQ-TOP is suitable for repairing and reinforcing infills and secondary elements, in order to improve stress distribution and increase the ductility of the reinforced elements against mechanical stresses. The reinforcement, to be applied externally and/or internally, has a considerable impact on the reduction of seismic vulnerability and is also validly used as reinforcement for anti-shuttering interventions on concrete slabs.

## **CP-GRID (CRACK PREVENTION-GRID)**

CP-GRID is a carbon fibre or alkali-resistant glass fibre mesh. The special coating, characterised by considerable mechanical adherence, makes it particularly suitable for reinforcing elements of buildings subject to differential subsidence phenomena, which cause stress concentrations in the elements themselves. In-plane flexural tests were conducted on masonry walls using an inorganic matrix based on natural hydraulic lime. The mesh applied with this type of matrix gave very satisfactory results, being able to absorb very high loads. Significantly, more than 1 million m<sup>2</sup> of masonry in historical building has been successfully strengthened with reinforcing grids made by Kast; many actual projects are close to their completion.

All the mentioned figures refer to the Italian version

- Fig.1: Christoph Kast
- Fig.2:GFRP. Network and application connectors
- Fig.3:EQ-GRID. Application system thickness
- Fig.4:EQ-TOP
- Fig.5:CP-GRID