

Il T-CAM™: il tensionatore multimateriale per il rinforzo di strutture ed infrastrutture esistenti

Il T-CAM™ è l'innovativo dispositivo brevettato dalla Edil CAM Sistemi Srl che permette la messa in tensione di nastri di qualsiasi materiale e geometria. Opportunamente applicati, realizzano un rinforzo attivo e ricalibrabile nel tempo, intervenendo efficacemente nel recupero di strutture ed infrastrutture esistenti, nella messa in sicurezza di beni archeologici e monumentali o realizzando cerchiature provvisionali a valle di eventi calamitosi.

Il T-CAM™

T-CAM™ è il tensionatore multimateriale sviluppato e brevettato dalla [Edil CAM Sistemi Srl](#) per innovative applicazioni nell'ambito del **rinforzo strutturale** ma soprattutto per il **retrofitting di ponti e viadotti**.

Il sistema è stato oggetto di una ampia campagna sperimentale presso il DIST dell'Università di Napoli "Federico II" finanziata attraverso i fondi NextGenerationEU con l'incentivo Brevetti+ promossi dal Ministero delle Imprese e del Made in Italy e gestito da Invitalia.



FIGURA 1: IN ALTO IL SIGILLO DEL SISTEMA CAM® CON IL CRIMPAGGIO DEL NASTRO. SOTTO LA CHIUSURA CON IL T-CAM™

[CLICCA QUI PER VEDERE LA BROCHURE COMPLETA DEL T-CAM™](#)

La società è da sempre occupata nello sviluppo di nuove tecnologie in ambito antisismico e della loro applicazione in cantiere per il miglioramento e l'adeguamento sismico dei fabbricati in muratura e in calcestruzzo armato principalmente applicando la tecnologia proprietaria nota con il marchio CAM®, impiegando sottili nastri in acciaio inossidabile che chiusi in configurazione di anello, permettono

l'incremento capacitivo degli elementi strutturali minimizzando le interferenze con i vincoli (architettonici e impiantistici) esistenti.

La giunzione dei nastri del Sistema CAM[®] è l'unico sistema autorizzato dal Servizio Tecnico Centrale come connessione tra elementi metallici alternativo a bullonatura e saldatura. Esso attualmente viene realizzato impiegando una macchina pneumatica che, sovrapposti i lembi estremali del nastro e inseriti in un sigillo overlap, consente, tramite intaglio la messa in tensione dell'anello e la contestuale chiusura meccanica.

Alcuni aspetti risultano attualmente limitativi per la tecnologia: la dimensione e il materiale del nastro sono imposti, la prestazione meccanica è ridotta rispetto al materiale di base di per effetto dell'intaglio e in ultimo il sistema una volta applicato non è successivamente ri-tesabile.

Questi limiti vengono brillantemente superati dalla nuova giunzione T-CAM[™].

Retrofitting di infrastrutture, conservazione del patrimonio archeologico e cerchiature provvisionali di messa in sicurezza

La capacità di ricalibrare il rinforzo nel tempo è un vantaggio fondamentale in molti campi applicativi, permettendo di adattare il sistema alle necessità di manutenzione e ottimizzazione. Grazie alla varietà di materiali e dimensioni dei nastri, sempre a ridotto spessore, il T-CAM[™] risulta estremamente versatile e adatto a molteplici applicazioni. Sebbene siano utilizzabili diversi materiali, l'acciaio rimane il più comune per la sua facile applicazione, la disponibilità in spessori a partire da 0,1 mm e la sua elevata deformabilità a trazione/flessione, che negli acciai inossidabili può superare il 50%.

Nel campo delle infrastrutture, come **ponti e viadotti**, l'aspetto essenziale che definisce le scelte progettuali di intervento è sicuramente il target della sicurezza da raggiungere, ma non sono di secondaria importanza tutti quegli aspetti legati alla cantierizzazione, alla durabilità e alla successiva manutenzione.

L'impiego quindi del nuovo sistema di giunzione T-CAM[™] permette **applicazioni di sistemi posati "in forza" ma a componentistica leggera**, con macchinari facilmente manovrabili e impiegando **materiali ad elevata durabilità**. La **manutenzione** è garantita **agevole**, limitata al minimo, assicurando **sicurezza ed efficienza nel lungo periodo**. La possibilità di rivedere il rinforzo nel tempo attraverso la calibrazione del tiro e la successiva regolazione è sicuramente della massima importanza nel retrofitting infrastrutturale.

[CLICCA QUI PER VEDERE IL NUOVO BREVETTO PER IL RETROFITTING DELLE](#)

[INFRASTRUTTURE: CAM-Bridge[®]](#)

POST-TENSIONE INFRASTRUTTURE

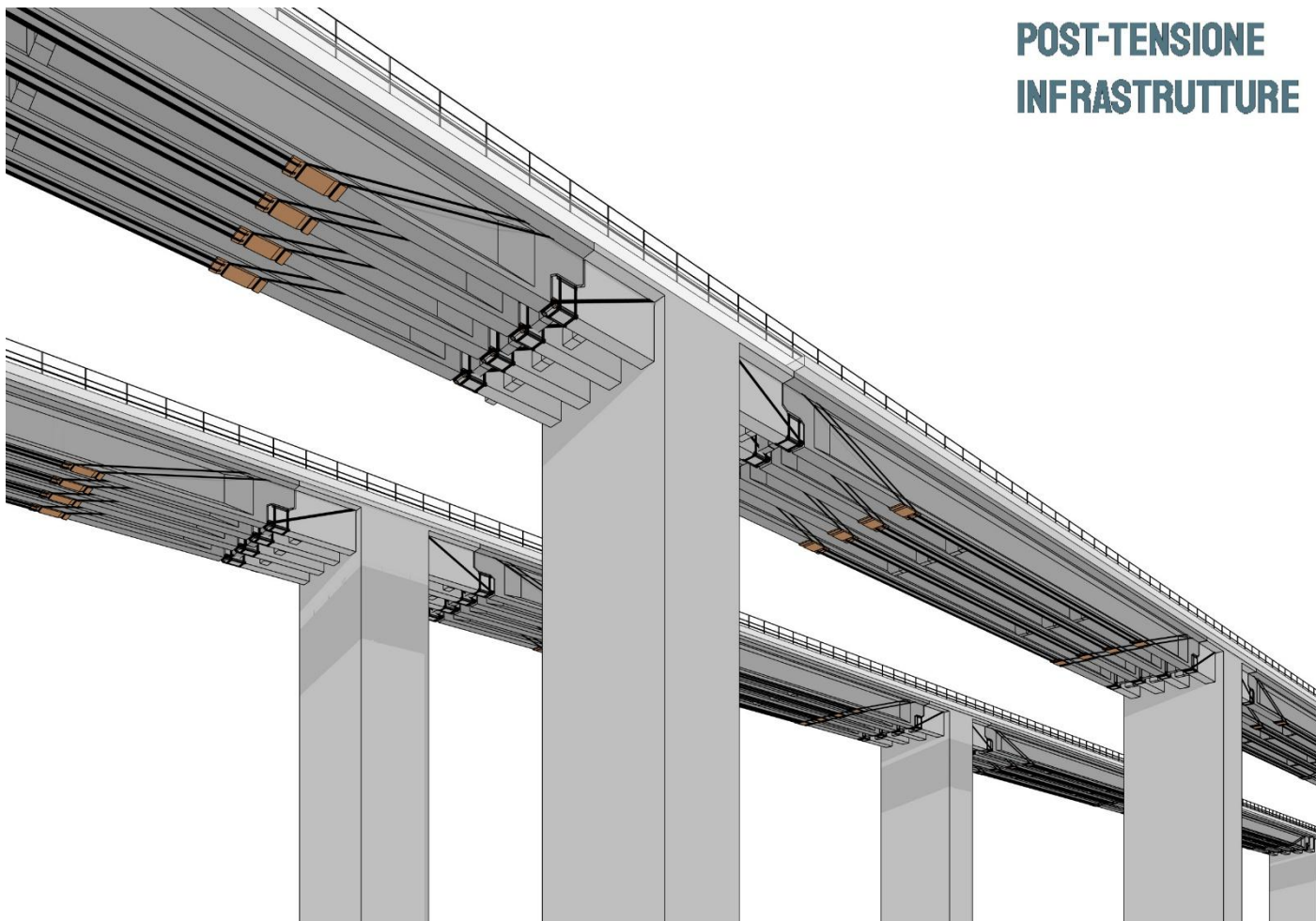


FIGURA 2: SCHEMA APPLICATIVO DEL T-CAM[™] NEL RETROFITTING DI INFRASTRUTTURE

Un altro importante campo d'applicazione del T-CAM[™] riguarda i **beni archeologici**.

Il Sistema CAM[®], già utilizzato con successo dalla Edil CAM Sistemi Srl, come nel caso degli archi dell'Anfiteatro Romano di Lecce, può profondamente evolversi unito al T-CAM[™], rappresentando una soluzione ottimale per garantire la reversibilità degli interventi e la ricalibrazione del rinforzo senza compromettere l'integrità della struttura originale. Questo approccio è particolarmente utile nei beni storici, poiché consente **interventi mirati senza danneggiare il patrimonio, anzi seguendolo nella sua storia**. Allo stesso modo può essere utilizzato nella sostituzione di catene storiche, che diventano così facilmente nuovamente tesabili. Per opere monumentali e ingegneristiche, come le cupole, il T-CAM[™] consente di realizzare un incatenamento attivo lungo il perimetro della struttura. Poiché non attraversa l'interno della cupola, è architettonicamente minimamente invasivo e, grazie alle dimensioni ridotte e al basso spessore dei nastri, risulta praticamente invisibile una volta installato.

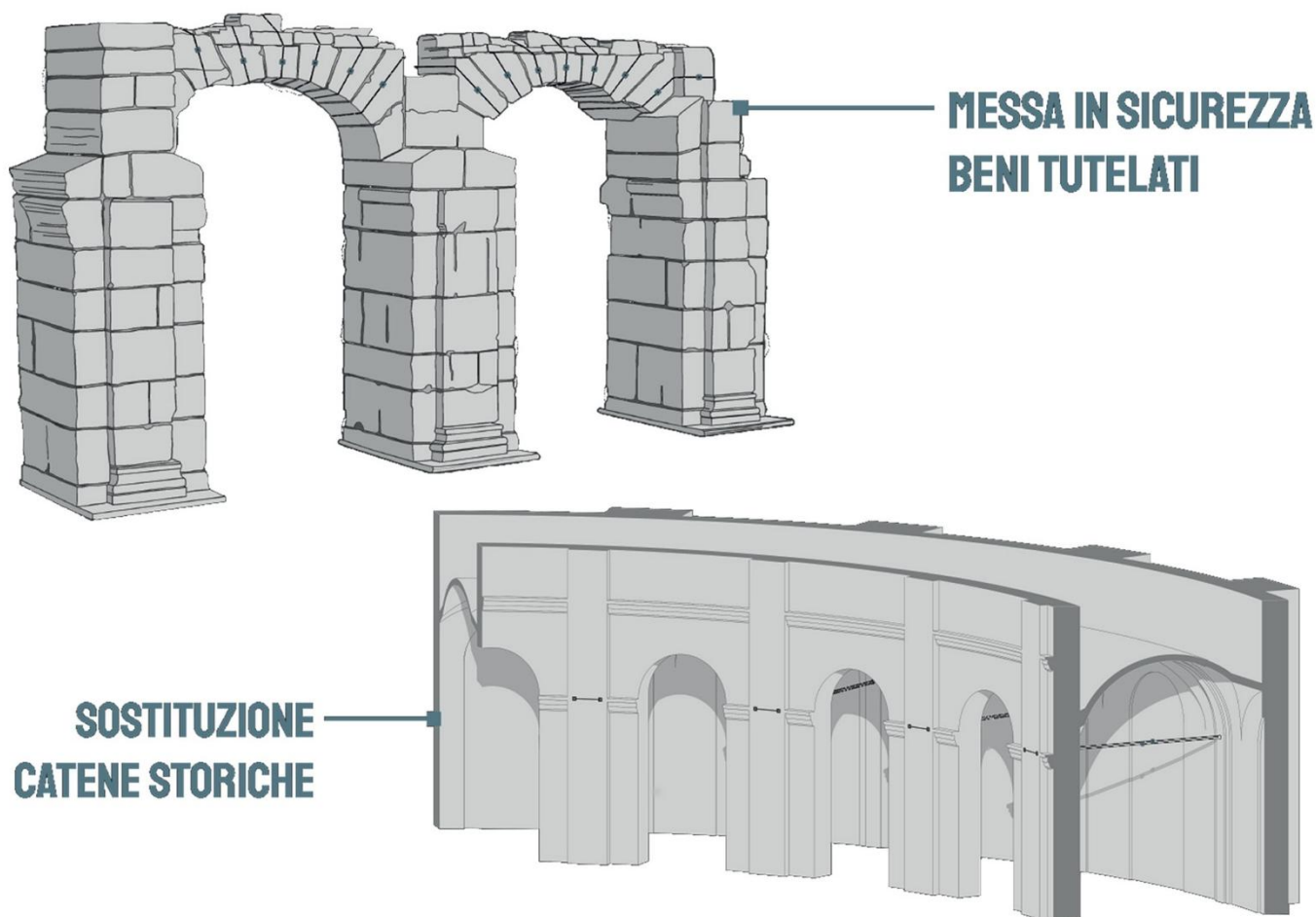


FIGURA 3: SCHEMA APPLICATIVO DEL T-CAM™ SU BENI ARCHEOLOGICI E MONUMENTALI

Il T-CAM™ è compatibile con un'ampia gamma di materiali per i nastri, inclusi acciaio, fibre sintetiche, carbonio, vetro e materiali plastici.

Questi ultimi, con capacità deformativa superiore al 300%, sono particolarmente indicati per **opere provvisorie di messa in sicurezza in caso di eventi catastrofici.**

Possono pensarsi facilmente applicazioni alternative alla posa di tiranti realizzati con funi in acciaio o fasce in poliestere che normalmente vengono impiegati nei confronti del ribaltamento o spanciamento fuori piano di pareti o porzioni di fabbricato o per il confinamento provvisorio di colonne e pilastri.

Le fasciature pretensionate con sistema T-CAM™, sempre reversibili, possono essere ritese fino alla realizzazione delle opere di rinforzo definitive e può impiegarsi il materiale più idoneo allo scopo, in termini di durata temporale, prestazione attesa, problematiche esecutive.

INCATENAMENTO ATTIVO CUPOLE

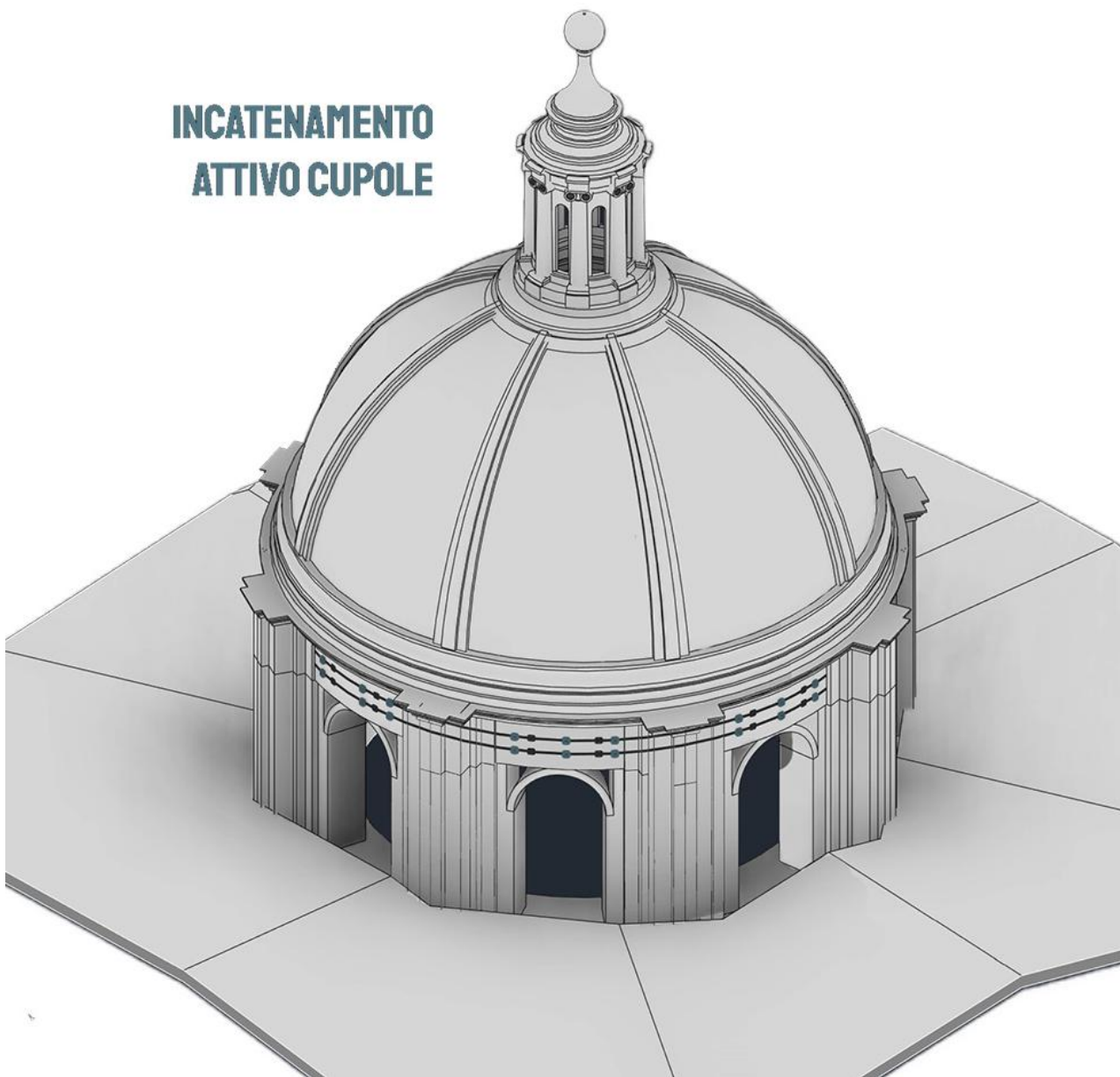


FIGURA 4: SCHEMA APPLICATIVO DEL T-CAM™ NELL'INCATENAMENTO ATTIVO DI CUPOLE

[CLICCA QUI PER VEDERE LE ULTIME NOVITÀ DELLA EDIL CAM SISTEMI SRL](#)

Schema di funzionamento, sperimentazione e ricerca

Il sistema di giunzione T-CAM™ sfrutta appieno la sezione del nastro, garantendo prestazioni ottimali a trazione avvolgendo invece i lembi in un perno asolato, analogamente al funzionamento di una fune su una puleggia. Il vincolamento avviene per attrito tra le facce dei nastri a contatto, che vengono avvolti durante la rotazione del perno, ottimizzando le prestazioni senza comprometterne la sezione.

Questa configurazione consente di vincolare due lembi di nastro in direzioni opposte (con la finalità di realizzare un anello chiuso). Un vantaggio significativo è che il perno è sollecitato esclusivamente a torsione, eliminando le forze di taglio tipiche dei sistemi tradizionali e riducendo così le sollecitazioni compressive e, quindi, le dimensioni del dispositivo.



FIGURA 5: IL T-CAM[™] NELLE SUE PARTI E IL SITO PRODUTTIVO DI STAMPA 3D DELLA EDIL CAM SISTEMI

Il tensionatore finale è costituito da un *case* che ospita un perno intorno al quale si avvolgono i due lembi del nastro. Il sistema è completato da quattro viti senza fine con filettatura globoidale a moto irreversibile. Il progetto del tensionatore è stato sviluppato attraverso analisi geometriche, matematiche e stampa 3D in acciaio, consentendo la produzione e il test di vari prototipi in diverse configurazioni. Questo processo ha permesso di verificarne la funzionalità e di apportare modifiche fino all'ottenimento della versione finale. Anche lo sviluppo dell'utensile atto alla posa del tensionatore è stato sviluppato in buona parte attraverso lo studio e la stampa di prototipi pensati per l'additive manufacturing. La tecnologia, infatti, presuppone costi non compatibili con i metodi di produzione tradizionale.

Una delle sfide affrontate durante lo sviluppo era prevenire la rotazione reversibile delle viti nel tensionatore. Il problema è stato risolto grazie all'uso delle viti senza fine, che bloccano il perno senza necessità di componenti aggiuntivi. Le quattro viti ruotano simultaneamente tramite uno strumento motorizzato, permettendo una regolazione precisa del tensionamento applicato ai nastri. La filettatura globoidale delle viti assicura un innesto perfetto nella ruota dentata del perno, garantendo un movimento rotatorio irreversibile e la possibilità di una successiva ritesatura del sistema di rinforzo, riducendo gli sforzi interni.

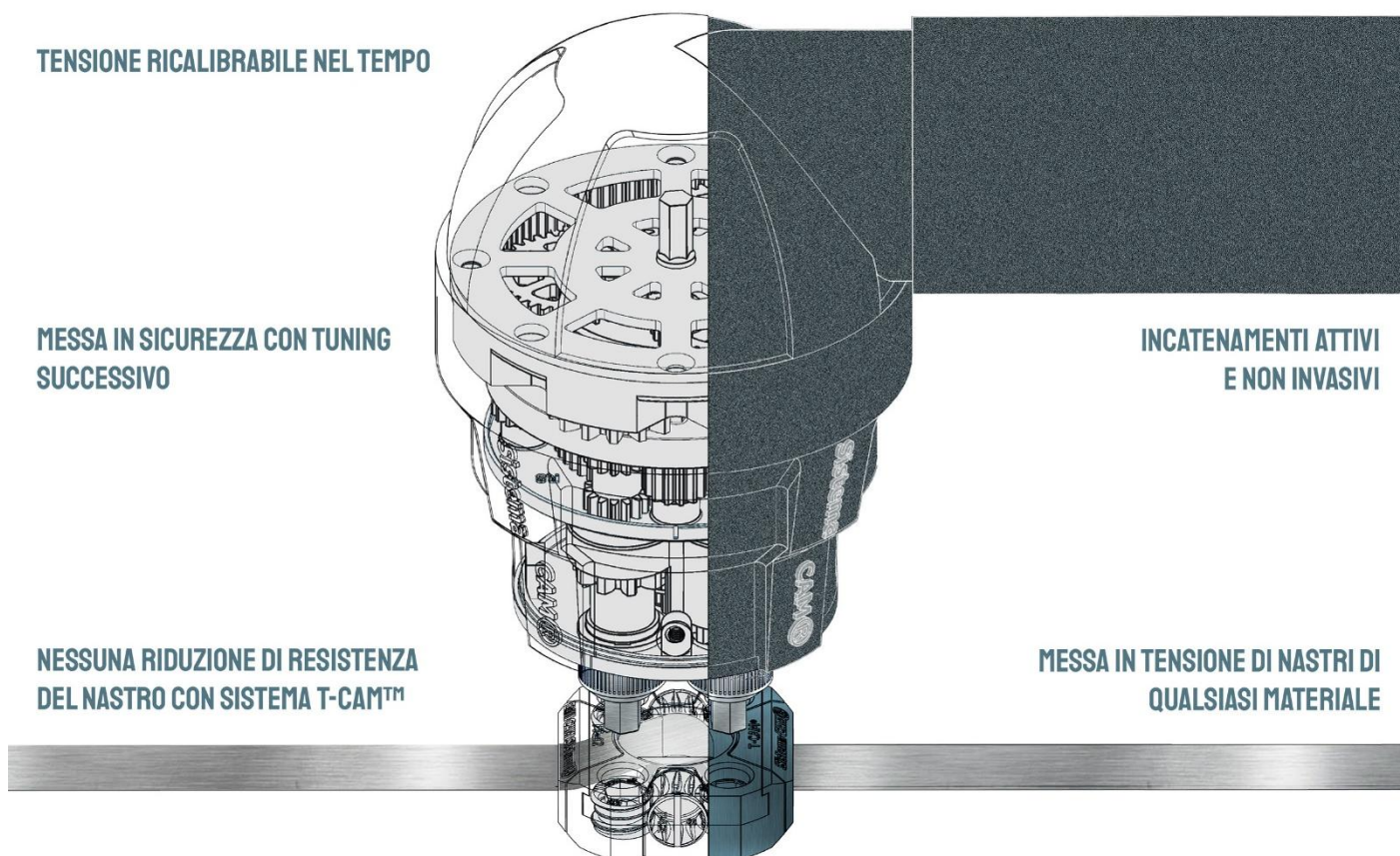


FIGURA 6: IL T-CAM[™] E LA MACCHINA CHE NE REALIZZA LA CALIBRATURA

La sperimentazione, fondamentale per lo sviluppo di sistemi di rinforzo sicuri e certificati, rappresenta un aspetto essenziale della ricerca, consentendo di rispondere concretamente alle esigenze funzionali e alle possibilità offerte dagli elementi progettati. In questo processo, l'Università Federico II, da sempre all'avanguardia, gioca un ruolo chiave grazie al suo costante impegno nell'esplorare nuove frontiere tecnologiche.

I fondi **NextGenerationEU** con l'incentivo **Brevetti+** promossi dal Ministero delle Imprese e del Made in Italy e gestito da Invitalia hanno quindi permesso lo sviluppo e l'affinamento numerico degli aspetti connessi alla componentistica e alla definizione di curve di applicazione in relazione al materiale impiegato in abbinamento al sistema di tensionamento.

Il continuo impegno nella ricerca e nell'innovazione della Edil CAM Sistemi, le opportunità offerte dall'additive manufacturing e i finanziamenti dell'Unione Europea hanno permesso la validazione teorica e numerica del T-CAM[™] e proiettano la società verso il futuro fatto di nuove soluzioni per la sicurezza degli edifici e delle persone.