SOLAI IN LATERCEMENTO

Cosa si intende per solaio in laterocemento

Un solaio in laterocemento è un impalcato orizzontale composto da travetti portanti in calcestruzzo armato (gettati in opera o prefabbricati, spesso con un’armatura a traliccio metallico) e da elementi di alleggerimento in laterizio, comunemente chiamati “pignatte”. Durante la costruzione si dispongono i travetti a interasse regolare e si intercalano le pignatte che fungono da cassero a perdere: le loro pareti sottili racchiudono cavità vuote, così il peso proprio della struttura si riduce senza diminuire significativamente l’altezza statica della sezione. Una gettata di calcestruzzo di completamento crea la soletta superiore, solidarizza i travetti e realizza il copriferro dell’armatura, trasformando l’insieme in una piastra continua capace di ripartire i carichi verso le travi o le murature portanti. La collaborazione fra il calcestruzzo e il laterizio è puramente geometrica: il laterizio non partecipa in modo significativo alla resistenza meccanica, ma offre isolamento termico e acustico e semplifica la posa, perché elimina la necessità di un cassero in legno su tutta la superficie. Il solaio in laterocemento, diffusissimo nell’edilizia italiana a partire dagli anni Trenta, è calcolato oggi secondo l’Eurocodice 2 e le NTC 2018 come struttura in calcestruzzo armato con elementi di alleggerimento; le pignatte sono considerate materiali inerti che non contribuiscono alla resistenza, per cui la verifica fa riferimento soltanto ai travetti e alla soletta collaborante.

Quando è necessario rinforzare un solaio in laterocemento

Il rinforzo diventa indispensabile quando le verifiche mostrano che la capacità resistente o la rigidezza del solaio non sono più sufficienti per l’uso previsto oppure quando lo stato di conservazione dei materiali compromette la sicurezza. I casi tipici sono l’aumento dei carichi (per esempio cambio di destinazione da civile abitazione a ufficio archivio o deposito), le deformazioni eccessive misurate in esercizio, la formazione di fessurazioni diffuse nel calcestruzzo di completamento o la corrosione delle armature dovuta a carbonatazione o infiltrazioni. Anche eventi eccezionali, come incendi localizzati o impatti che provocano distacchi di copriferro, impongono il consolidamento.

Un’altra situazione ricorrente riguarda gli edifici realizzati prima dell’entrata in vigore delle norme sismiche odierne: se il solaio non è in grado di comportarsi come diaframma rigido o se le barre non hanno sufficiente ancoraggio, il miglioramento o adeguamento sismico dell’intero fabbricato richiede che l’impalcato sia irrigidito o reso collaborante con tecniche di sovra soletta armata, fibre o sistemi metallici. Infine, l’esito sfavorevole di prove di carico, rilievi con pacometro o carotaggi che evidenziano resistenze inferiori a quelle minime di progetto rende obbligatorio l’intervento di rinforzo prima di procedere a qualunque cambio di destinazione d’uso o ristrutturazione.

**1)Con la soletta collaborante si aumenta di molto la rigidezza del solaio?**

Sì, vi è un aumento di rigidezza. Quando alla struttura originaria in laterocemento si aggiunge una soletta di calcestruzzo armato resa solidale ai travetti mediante connettori, la sezione resistente si trasforma in un’unica trave: il calcestruzzo superiore lavora quasi tutto a compressione, i ferri esistenti inferiori a trazione ed i connettori si fanno carico di assorbire gli sforzi di taglio. In questa maniera il momento d’inerzia può aumentare circa da 1,5 a 2,5 volte il valore iniziale. L’entità reale del miglioramento dipende dallo spessore effettivo della nuova soletta, dalla quantità e qualità dei ferri d’armatura longitudinali esistenti e dalle prestazioni del calcestruzzo impiegato per la cappa di rinforzo. I risultati sono in molti casi confrontabili con quelli di un solaio gettato ex novo con il vantaggio che non è necessario demolire e rifare il solaio completamente.

In un solaio in laterocemento rinforzato con una soletta collaborante da 5 – 6 cm collegata ai travetti tramite connettori meccanici, l’inerzia flessionale dell’impalcato può raggiungere valori compresi circa tra 1,5 e 2,5 volte il valore iniziale. Questi valore possono aumentare leggermente se tra il solaio esistente e la nuova soletta di rinforzo viene interposto del materiale isolante, in questa maniera l’asse neutro si alza comportando uno sgravio delle tensioni di trazione sui ferri d’armatura senza apportare nuovo peso.

E la sua capacità portante?

Nel caso di aumento dei carichi di progetto la soletta collaborante permette di aumentare il braccio delle forze interne e quindi di incrementare la resistenza a flessione della sezione. L’aumento di resistenza è quindi proporzionale all’aumento di altezza della sezione.

È bene sapere che, a differenza che nel caso di travi in legno o in acciaio, la resistenza aumenta solamente in proporzione all’aumento di altezza in quanto per i solai in laterocemento la tecnica della soletta collaborante non apporta nuova area che lavora a trazione ma questa è fissa e pari all’armatura presente. Ne risulta pertanto che l’utilizzo di questa tecnica è statisticamente meno percorribile nei solai esistenti in laterocemento che in quelli in legno o in acciaio, è opportuno pertanto limitare al massimo i carichi portati e l’impiego di calcestruzzi alleggeriti risulta un’ottima soluzione.

L’entità dell’incremento dipende comunque da variabili di progetto: spessore e qualità del nuovo calcestruzzo, numero e diametro dei connettori, entità dell’armatura aggiuntiva, stato di conservazione dei travetti originari e lunghezza di campata. Per avere un dato affidabile occorre dunque eseguire il calcolo secondo Eurocodice 2 (o NTC 2018), modellare la sezione composta con il metodo della trasformata e adottare i valori caratteristici di resistenza dei connettori derivati dalle prove push-out. In definitiva, con uno spessore di soletta adeguato e un collegamento continuo ben dimensionato, la portanza finale del solaio può risultare almeno doppia rispetto alla configurazione in laterocemento non rinforzata, con un ulteriore vantaggio di duttilità e di sicurezza a collasso.

E’ indicato per fare un miglioramento o adeguamento sismico?

Sì. La trasformazione di un solaio in laterocemento in una sezione collaborante con soletta in calcestruzzo armato è considerata, dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e dal relativo Eurocodice 4, una delle tecniche più efficaci per il miglioramento o l’adeguamento sismico di edifici esistenti. La nuova soletta – spessa in genere 5 ÷ 8 cm e collegata in modo continuo ai travetti tramite connettori certificati – si comporta come diaframma rigido: distribuisce in pianta le azioni orizzontali, riduce gli spostamenti relativi fra le pareti, limita le eccentricità torsionali e migliora la risposta scatolare dell’intero organismo strutturale. A ciò si aggiunge l’aumento di rigidezza e di resistenza flessionale già ottenuto a carichi verticali, che riduce la domanda sismica sugli elementi secondari.

Perché l’intervento sia riconosciuto ai fini del miglioramento o dell’adeguamento occorre però che la soletta sia effettivamente resa solidale alle murature o ai telai per mezzo di piattabande, angolari, barre o staffe d’ancoraggio; vanno inoltre verificate la capacità dei connettori di trasferire le azioni di taglio di interfaccia e l’eventuale incremento di massa, seppure contenuto, introdotto dal getto. Nelle pratiche di progetto si quantifica il salto di prestazione con l’indice di vulnerabilità (ζE) o con il fattore di sicurezza previsto dalle NTC, confrontando la capacità sismica prima e dopo l’intervento: in edifici in muratura la rigidezza di piano cresce di ordini di grandezza, mentre negli edifici a telaio in cemento armato la nuova soletta aumenta il periodo proprio e riduce sensibilmente le deformazioni orizzontali di interpiano.

In sintesi, quando la connessione è progettata a regola d’arte e la soletta è ancorata alle strutture verticali, il rinforzo con soletta collaborante rientra fra le soluzioni dall’efficacia comprovata sia per il semplice miglioramento sismico sia per un vero adeguamento fino ai livelli di sicurezza prescritti dalle norme vigenti.

Quali connettori Tecnaria sono adatti ai solai in laterocemento?

Per i solai in laterocemento Tecnaria propone la famiglia di connettori CEM-E, VCEM-E , MINICEM-E e NANOCEM-E tutti marcati CE e specificamente provati per collegare la nuova soletta in calcestruzzo ai travetti prefabbricati o gettati in opera.

Il modello di riferimento è il CT CEM-E, piolo a vite Ø 14 mm con piastra dentata 60 × 50 mm: si avvita a secco nel travetto in calcestruzzo e trasferisce il taglio necessario a rendere collaborante la soletta di rinforzo. Quando lo spessore disponibile è ridotto, si utilizza il MINI CEM-E (piolo Ø 10 mm con rondella mobile), progettato per solette a partire da 20 mm; la geometria compatta consente di intervenire senza demolire il massetto esistente e senza dover ricorrere a resine. Per travetti molto snelli o zone dove serve un’alta densità di fissaggi è disponibile anche il NANO CEM-E, piolo Ø 6 mm studiato per posizionamenti ravvicinati. In alternativa, quando serve una capacità a taglio superiore mantenendo il fissaggio a vite, si adotta il V CEM-E, che combina gambo Ø 14 mm e rondella di serraggio senza piastra dentata. Tutti i modelli condividono la stessa filosofia di posa: fissaggio meccanico a secco con avvitatore, assenza di resine, piena compatibilità con travetti in calcestruzzo e con solette di spessore compreso, in genere, fra 20 e 60 mm.

Come funziona il sistema collaborante laterocemento-calcestruzzo?

Il solaio laterocemento tradizionale è formato da travetti in calcestruzzo armato affiancati da blocchi alleggeriti in laterizio (le cosiddette pignatte) e da un getto di completamento che costituisce la cappa superiore originale. Quando questo impalcato viene rinforzato con una nuova soletta in calcestruzzo armato collegata ai travetti mediante connettori meccanici, si trasforma in una sezione composta: la nuova soletta lavora quasi interamente a compressione, mentre l’armatura esistente dei travetti continua a sostenere la trazione; tra i due strati il taglio di interfaccia viene assorbito dai connettori, che impediscono lo scorrimento reciproco.

I connettori, avvitati o inseriti a secco nel calcestruzzo dei travetti, trasferiscono le azioni di taglio dall’impalcato alla soletta con un comportamento analogo a piccoli pioli: nel momento in cui la sezione flette sotto carico, le fibre superiori della soletta si comprimono e le inferiori del travetto si allungano, ma lo slip è bloccato. L’asse neutro si sposta verso l’alto, il braccio resistente aumenta e l’inerzia flessionale complessiva cresce in modo significativo; da qui deriva la netta riduzione delle frecce e delle vibrazioni e il raddoppio, talvolta triplicazione, del momento resistente ultimo.

La sequenza esecutiva prevede di pulire e, se necessario, fresare localmente la superficie dei travetti, quindi avvitare o inserire i connettori a passo calcolato; si posa una rete elettrosaldata o barre aggiuntive sopra i travetti e si getta il nuovo strato di calcestruzzo (spessore tipico fra cinque e otto centimetri). Durante la maturazione il calcestruzzo ingloba testa e gambo dei connettori e, una volta raggiunta la resistenza prevista, la soletta agisce da elemento compressivo solidale.

Oltre all’incremento di rigidezza e di portanza verticale, la soletta collaborante funziona come diaframma rigido: ripartisce le azioni orizzontali dovute a vento o sisma fra le pareti portanti, riduce gli spostamenti relativi e migliora la risposta globale dell’edificio. Il laterizio continua a svolgere il ruolo di alleggerimento e cassero a perdere, ma non partecipa in modo significativo alla resistenza; la prestazione strutturale è affidata alla coppia calcestruzzo-armatura, resa efficace dal collegamento meccanico garantito dai connettori.

Quali vantaggi offre un solaio misto laterocemento-calcestruzzo?

Il principale beneficio è l’aumento simultaneo di rigidezza e portanza: collegando una nuova soletta armata ai travetti originari, la sezione lavora come un’unica trave composta e l’inerzia flessionale cresce fino a triplicare, con frecce che si riducono di oltre la metà e momenti resistenti che possono raddoppiare o più rispetto al solaio in laterocemento non rinforzato. Il maggiore modulo di rigidezza eleva la frequenza propria dell’impalcato, attenua le vibrazioni da calpestio e migliora la sensazione di solidità del pavimento.

La nuova soletta, se ancorata correttamente alle strutture verticali, si comporta inoltre come diaframma rigido: distribuisce le azioni sismiche orizzontali alle pareti o ai telai e riduce torsioni e spostamenti di interpiano, contribuendo al miglioramento o all’adeguamento antisismico dell’edificio. Il peso aggiunto è contenuto, perché la pignatta continua a fungere da alleggerimento, mentre lo spessore supplementare di calcestruzzo è in genere limitato a cinque–otto centimetri; in molti casi l’incremento globale di carico è inferiore a quello provocato da un semplice cambio di pavimentazione.

Sul piano costruttivo l’intervento è poco invasivo: non occorre demolire l’impalcato esistente, si lavora dall’alto in condizioni asciutte, i connettori si avvitano o s’infilano a secco e il getto sfrutta le pignatte come cassero permanente. Ne derivano cantieri rapidi, riduzione delle macerie e contenimento dei costi. La soletta aggiunge infine una protezione passiva contro la carbonatazione dei ferri esistenti, migliora l’isolamento acustico per via della maggiore massa, rende più facile il passaggio di nuove tubazioni e, grazie alla collaborazione strutturale instaurata, prolunga sensibilmente la vita utile del solaio.

I connettori per laterocemento sono certificati?

Sì. Tutti i connettori della linea CEM-E (ovvero CT CEM-E, V CEM-E, MINI CEM-E e NANO CEM-E) – sono immessi sul mercato con Marcatura CE. La marcatura deriva da una Valutazione Tecnica Europea emessa secondo l’EAD 330232-00-0601 e registrata, fra l’altro, con il numero ETA 20/00831 per MINI CEM-E; la stessa ETA riporta i valori caratteristici di resistenza a taglio e di rigidezza, il sistema di controllo di produzione (AVCP 2+) e le prove di durabilità. Le relative Dichiarazioni di Prestazione (DoP) confermano la destinazione d’uso come connettori meccanici per solai misti laterocemento-calcestruzzo e garantiscono la piena utilizzabilità del prodotto in tutta l’Unione Europea secondo Eurocodice 2 e le NTC 2018. I documenti – ETA, DoP e schede tecniche – sono scaricabili gratuitamente nell’area download del sito Tecnaria.

Esistono prove sperimentali sui connettori per laterocemento?

Sì. I connettori della serie CEM-E sono stati qualificati e testati secondo prove di push-out che hanno permesso di misurare la resistenza ultima a taglio e prove cicliche per simulare i carichi sismici oltre a saggi di durabilità. Tutti i risultati sono raccolti negli allegati alla Valutazione Tecnica Europea ETA-20/0831, che costituisce la base della marcatura CE.

Come si installano i connettori nei travetti esistenti?

Per installare i connettori CEM-E sui travetti di un solaio esistente si procede di norma dall’alto, dopo aver rimosso il pacchetto di pavimentazione. La prima operazione consiste nel mettere a nudo il calcestruzzo dei travetti: si asporta il massetto originario e si pulisce la superficie con spazzola metallica o pistola ad aria compressa, eliminando polvere, parti friabili e residui di intonaco. Una volta individuate le fasce resistenti di ciascun travetto, si tracciano sulla soletta le posizioni dei connettori, mantenendo l’interasse prescritto dal progetto e arretrando di circa trenta centimetri dagli appoggi di estremità.

Si dovranno eseguire poi alle distanze indicate dei fori nel calcestruzzo: diametro 10 mm per i connettori CTCEM-E, e V-CEM-E, diametro 8 mm per i connettori MINI-Cem-E e diametro 6 mm per i connettori NANO-CEM-E.

Per avvitare i connettori nei travetti si utilizza un avvitatore a percussione con apposito inserto per avvitare esagonale:

L’inserimento avviene ruotando a coppia costante finché la piastra dentata (o la rondella, per i modelli MINI e NANO) aderisce al piano del travetto.

Completato il fissaggio, si posa l’armatura supplementare: di solito una rete elettrosaldata diametro 6 mm a maglia 20x20 cm, sostenuta da distanziatori in plastica per garantire due o tre centimetri di copriferro.

Se la soletta prevista è molto sottile, la rete può essere sostituita o integrata da micro-fibre strutturali miscelate nel calcestruzzo. Prima del getto si inumidisce leggermente la superficie per migliorare l’adesione.

Il calcestruzzo viene quindi colato con consistenza fluida, vibrato delicatamente con ago o con staggia manuale per evitare spostamenti dei connettori. Dopo il getto si protegge la soletta con teli umidi o con spray stagionante per almeno tre giorni, lasciando l’impalcato puntellato fino al raggiungimento del settantacinque per cento della resistenza di progetto.

Quando il calcestruzzo ha maturato, la nuova soletta risulta ormai solidale ai travetti: apporto di rigidezza e incremento di portanza possono essere misurati con semplice controllo con prova di carico in situ, dimostrando l’efficacia dell’intervento senza che sia stata necessaria alcuna resina o lavorazione invasiva.

È necessario praticare un foro nel travetto per il fissaggio?

Si, in tutti i casi dei connettori serie CEM-E

Che tipo di resina si usa per i connettori su laterocemento?

Per i connettori della linea CEM-E non si impiega alcuna resina: l’ancoraggio al travetto avviene esclusivamente con la vite autoforante fornita a corredo, serrata a secco nel calcestruzzo. L’uso di adesivi o malte chimiche non è previsto né consigliato, perché la valutazione tecnica europea del sistema (ETA) e i valori di resistenza dichiarati si basano su un fissaggio puramente meccanico. Si potranno invece usare resine bicomponenti epossidiche sempre fornite da Tecnaria per ancorare la soletta con le murature perimetrali, dopo l’esecuzione di un foro.

Qual è la profondità di ancoraggio richiesta nei travetti?

La vite del connettore CEM-E deve penetrare nel calcestruzzo del travetto per **non meno di cinque volte il proprio diametro** e terminare **almeno 10–15 mm sopra l’intradosso del travetto**.

* Connettore CT CEM-E Ø 14 mm (vite lunga 100 mm): imbocco della piastra più 70–75 mm di ancoraggio effettivo.
* MINI CEM-E Ø 10 mm (vite lunga 70 mm): circa 50 mm di ancoraggio utile.
* NANO CEM-E Ø 6 mm (vite lunga 45 mm): 30–35 mm di ancoraggio.

La regola pratica è dunque: avvitare finché la rondella o la piastra aderisce al travetto, verificando che restino almeno 10 mm di copriferro sotto la punta; così si conserva l’integrità del travetto e si raggiunge la profondità di ancoraggio richiesta dalle prove di qualificazione.

Qual è la distanza consigliata tra i connettori?

Per i connettori della serie CEM-E la Valutazione Tecnica Europea stabilisce come limite geometrico minimo uno spazio centro-centro di 8 cm tra due connettori consecutivi sullo stesso travetto, mentre quello massimo non deve superare sei volte lo spessore della nuova soletta o, in alternativa, 25 cm: si applica il valore più restrittivo. In pratica, con una soletta di 5–6 cm il passo ammesso varia dunque da 8 cm fino a circa 30 cm, ma nelle verifiche di calcolo la distanza si mantiene di solito nell’intorno di 12–18 cm (quattro–sei connettori per metro di travetto) per garantire sia la trasmissione del taglio sia un’esecuzione economicamente equilibrata.

Serve un’armatura aggiuntiva nella nuova soletta?

Di regola la nuova soletta va sempre armata: il calcestruzzo aggiunto trasferisce le compressioni, ma per controllare la fessurazione, ripartire i tagli orizzontali e garantire la funzione di diaframma sismico occorre una rete o barre longitudinali e trasversali continue.

Nella pratica corrente si posa una rete elettrosaldata Ø 6 mm a maglia 20 × 20 cm (oppure Ø 8 mm a maglia 25 × 25 cm quando la soletta supera 6 cm). La rete deve restare circa 20–25 mm sotto il piano superiore del getto; distanziatori in plastica o blocchetti di calcestruzzo evitano che sprofondi durante il colaggio.

Se la soletta è molto sottile (3–4 cm) – situazione ammessa solo con connettori miniaturizzati – si possono impiegare macro-fibre strutturali (acciaio o polipropilene a elevata tenacità, 25–40 mm) in dosi di 25–35 kg/m³. Le fibre non sostituiscono del tutto la rete, ma consentono di usare maglie più larghe o diametri ridotti, purché il progetto dimostri che la resistenza post-fessurazione soddisfa le verifiche degli stati limite di esercizio e di rottura.

Restano da prevedere barre addizionali quando il solaio presenta fori di grande apertura o quando occorre ancorare la soletta alle pareti portanti per il diaframma sismico: in corrispondenza dei cordoli o dei nuclei di controvento si inseriscono due o tre Ø 12–14 mm continui entro 150 mm dal bordo.

In sintesi: salvo casi particolari giustificati da calcoli a fibra rinforzata, la soletta collaborante richiede una normale armatura diffusa (rete) e, se necessario, barre perimetrali o di rinforzo locale; solo così i vantaggi di rigidezza, portanza e comportamento sismico si traducono in prestazioni affidabili e durature.

Qual è lo spessore minimo della soletta collaborante?

Per i connettori CEM-E installati su travetti in laterocemento la soglia abituale è una soletta collaborante di almeno 5 cm: questo spessore garantisce che il calcestruzzo avvolga per intero il gambo del connettore, offra un copriferro adeguato all’armatura superiore e sviluppi la rigidità necessaria per il lavoro a diaframma. Quando il progetto impone un getto più sottile – per esempio in presenza di altezze critiche o pavimentazioni che non si vogliono demolire – la versione MINI CEM-E consente di scendere fino a circa 3 cm, ma solo se si usa calcestruzzo a elevata fluidità (o autocompattante), si mantiene una rete leggera o si integra con macro-fibre strutturali e si accetta che il miglioramento di rigidezza e portanza sia meno marcato rispetto a una soletta da 5 cm. Al di sotto di tali valori il collegamento meccanico non può più trasmettere il taglio di interfaccia in modo affidabile, perciò la soletta non è considerata collaborante ai fini del calcolo strutturale.

È necessario trattare la superficie del vecchio solaio?

Prima di gettare la nuova soletta è indispensabile riportare a nudo il calcestruzzo sano dei travetti e della vecchia cappa, rimuovendo massetto, polvere, residui di colla e parti particolarmente friabili.

Mentre nei sistemi di incollaggio della nuova soletta a mezzo di resine una pulizia accurata della superficie con spazzola metallica o a smerigliatrice leggera evita che un film incoerente faccia da disaccoppiamento, nel fissaggio a secco con i connettori Tecnaria queste indicazioni non sono prescritte.

Nei rinforzi eseguiti a regola d’arte si può procedere anche con una leggera scarifica o fresatura, in modo da ottenere una rugosità di almeno un millimetro e mezzo, sufficiente a garantire l’aderenza meccanica tra il getto nuovo e il conglomerato esistente.

Se si impiega calcestruzzo autocompattante o si lavora in ambienti asciutti, è buona pratica inumidire la superficie immediatamente prima del getto per ridurre l’assorbimento d’acqua; In sostanza idealmente la superficie del vecchio solaio deve presentarsi pulita, rugosa e priva di parti incoerenti: solo così la soletta collaborante e i connettori potranno trasmettere correttamente taglio e compressione, ottenendo l’incremento di rigidezza e di portanza previsto dal progetto.

Quali sono i vantaggi rispetto al rifacimento completo?

Consolidare il solaio esistente con una soletta collaborante offre vantaggi che un rifacimento completo difficilmente può eguagliare. Prima di tutto è un intervento meno invasivo: si lavora dall’alto senza demolire travetti e pignatte, quindi non si intaccano murature portanti, non si produce polvere e rumore paragonabili a una demolizione totale e l’edificio può rimanere parzialmente in uso. Sul piano economico il risparmio è notevole: si evitano costi di smaltimento delle macerie, di nuova carpenteria di sostegno e di tempi più lunghi di fermo cantiere; in media il consolidamento richiede la metà del tempo e dal 30 al 40 % in meno di spesa rispetto a un solaio ricostruito ex-novo.

Dal punto di vista strutturale l’aggravio di peso è molto contenuto: aggiungendo 5–6 cm di calcestruzzo si introducono circa 0,12 kN/m², molto meno di un nuovo solaio pieno; al contempo si migliora anche la funzione di diaframma sismico senza sovraccaricare pareti e fondazioni. Inoltre l’intervento è reversibile e ispezionabile – i connettori meccanici si possono rimuovere se in futuro si rendessero necessari altri adeguamenti – mentre un solaio nuovo diventa parte integrante dell’edificio e può complicare successivi lavori.

Infine, l’aspetto ambientale: consolidare anziché demolire riduce drasticamente le emissioni di CO₂ legate alla produzione di nuovo calcestruzzo e di acciaio per la carpenteria, oltre a tagliare i trasporti in discarica delle vecchie macerie. In sintesi la soletta collaborante rappresenta una soluzione rapida, economica, sostenibile e tecnicamente efficace rispetto al rifacimento completo del solaio.

È un sistema adatto anche per edifici in zona sismica?

Sì, il solaio misto laterocemento-calcestruzzo collegato con i connettori CEM-E è perfettamente impiegabile anche in edifici situati in zona sismica, a patto che venga progettato secondo i criteri indicati dall’Eurocodice 8 e dalle NTC 2018. La nuova soletta armata, resa solidale ai travetti mediante i connettori, si comporta come diaframma rigido: ripartisce le azioni orizzontali alle pareti o ai telai, riduce gli spostamenti differenziali fra i punti di appoggio e limita la torsione di piano. L’aumento di rigidezza e di resistenza della sezione composta abbassa le deformazioni di interpiano e consente di ottenere indici di vulnerabilità superiori a quelli del solaio originario, spesso sufficienti a raggiungere il livello di miglioramento o di adeguamento richiesto.

Perché il sistema sia efficace dal punto di vista sismico occorre però che la soletta sia ancorata ai muri o ai cordoli perimetrali con barre o piatti ad aderenza migliorata, che i connettori siano dimensionati per trasferire il taglio di interfaccia calcolato e che si verifichi l’eventuale incremento di massa introdotto dal getto. Se questi dettagli sono rispettati, il solaio consolidato si comporta in modo analogo a un impalcato nuovo in c.a., con il vantaggio di limitare demolizioni, tempi di cantiere e sovraccarichi sulle strutture verticali.

Quali documenti tecnici fornite per il progetto?

Per assistere il progettista Tecnaria rende disponibili, in download gratuito, tutti i documenti utili a sviluppare e completare il calcolo e la pratica di cantiere. Anzitutto ci sono le schede tecniche di ogni connettore: descrivono geometrie, materiali, valori caratteristici di resistenza a taglio e moduli di scorrimento ricavati dalle prove di laboratorio, nonché limiti di interasse, profondità di ancoraggio e spessori minimi delle solette. Le stesse pagine ospitano la Valutazione Tecnica Europea (ETA) e la relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP) che attestano la Marcatura CE e specificano il sistema di controllo di produzione, documento indispensabile da citare nei capitolati. Per il dimensionamento rapido è scaricabile il software ufficiale di calcolo: integra i parametri delle ETA, applica Eurocodici e NTC 2018, produce la relazione di verifica e genera file DXF per i disegni. A corredo sono presenti i manuali di posa in PDF, con sequenze fotografiche e controlli di qualità prescritti, e gli estratti delle campagne sperimentali che illustrano le curve carico-spostamento dei push-out test. Chi deve inserire i particolari nelle tavole o nei modelli informativi trova pacchetti DWG e file BIM/IFC dei singoli connettori e delle sezioni tipo di solaio. Infine il sito offre capitolati in formato editabile, modulistica per richiedere predimensionamenti gratuiti e, per gli interventi su edifici vincolati, casi studio completi con relazioni di calcolo e fotografie di cantiere: un set documentale che copre l’intero percorso dal progetto preliminare alla fase esecutiva.

Esistono voci di capitolato per solai in laterocemento?

Sì, per i solai in laterocemento consolidati con i connettori della linea CEM-E Tecnaria mette a disposizione voci di capitolato pronte all’uso, scaricabili in formato DOC o PDF dall’area “Download – Solai in laterocemento” del sito aziendale. Il testo standard descrive la fornitura e posa dei connettori meccanici, lo spessore minimo della soletta collaborante, la rete elettrosaldata, le classi di resistenza del calcestruzzo, le modalità di pulizia e preparazione dei travetti, i controlli di qualità in corso d’opera, i riferimenti normativi a Eurocodice 2 e NTC 2018 e la misurazione a metro quadrato di solaio finito comprendente tutti gli oneri. Il file può essere importato direttamente nel computo o adattato dall’operatore senza necessità di riscrivere ex-novo la descrizione dell’opera.

Fornite schede tecniche e dettagli CAD?

Sì, per ogni linea di connettori Tecnaria mette a disposizione una scheda tecnica in PDF che descrive geometrie, materiali, prestazioni di resistenza e rigidezza ricavate dalle prove sperimentali, insieme alle istruzioni essenziali per la posa e ai riferimenti normativi delle rispettive ETA e DoP. Nella stessa sezione del sito, accanto ai pdf, puoi scaricare un pacchetto di particolari costruttivi in formato DWG: include le sezioni tipo di solaio, i nodi d’appoggio, l’inserimento dei connettori nei travetti o nelle travi metalliche e i dettagli di ancoraggio alla muratura. Tutti i file si trovano nell’area Download, organizzati per categoria di solaio (legno, acciaio, laterocemento) e sono liberamente utilizzabili nei disegni esecutivi o nei modelli BIM.

I connettori sono marcati CE?

Sì. Tutte le linee di connettori Tecnaria CEM-E per solai in laterocemento – sono immesse sul mercato con Marcatura CE. La marcatura deriva da una Valutazione Tecnica Europea (ETA) rilasciata da organismo notificato secondo l’EAD di riferimento e accompagnata dalla relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP). In questi documenti sono riportati i valori caratteristici di resistenza e rigidezza, le prove statiche, cicliche e di durabilità che li hanno determinati e il sistema di controllo di produzione in fabbrica (AVCP 2+). Questo significa che i connettori possono essere impiegati in qualsiasi Paese dell’Unione Europea e che i dati tecnici forniti sono utilizzabili senza ulteriori prove nei calcoli svolti secondo Eurocodici o NTC 2018.

È possibile ricevere assistenza per il dimensionamento?

Sì, l’assistenza per il dimensionamento è prevista ed è gratuita. Puoi inviare planimetrie, sezioni e dati di carico all’ufficio tecnico di Tecnaria (e-mail info@tecnaria.com o telefono +39 0424 502029); gli ingegneri interni elaborano un predimensionamento completo con numero di connettori, passo, spessore di soletta, verifiche agli stati limite e rapporto in PDF. Se preferisci lavorare in autonomia hai a disposizione il software di calcolo scaricabile dal sito: integra i parametri delle ETA, applica Eurocodici e NTC 2018 e produce la relazione pronta da allegare al progetto. Per casi complessi è possibile concordare un incontro on-line o un sopralluogo tramite la rete di consulenti locali. In pratica basta trasmettere i dati preliminari e, nel giro di pochi giorni, ricevi le indicazioni strutturali necessarie per completare il progetto esecutivo.

Posso richiedere della piccola campionatura dei prodotti?

Sì. Tecnaria spedisce, su richiesta, un kit campione che di solito comprende uno o più connettori e la relativa scheda tecnica cartacea. Occorre inviare una breve e-mail a info@tecnaria indicando recapito, riferimento del progetto e modello di connettore che si desidera visionare. Il materiale è gratuito; viene addebitato soltanto il trasporto con corriere, di norma consegnato entro 24–48 ore in tutta Italia.

Quali errori evitare durante la posa?

Gli errori che più spesso compromettono la corretta posa dei connettori si possono riassumere in alcune disattenzioni ricorrenti. Il primo riguarda la verifica del supporto: calcestruzzi particolarmente degradati o con armature insufficienti possono compromettere la bontà del lavoro.

E’ necessario fare attenzione anche alla dimensione dei travetti; per ogni tipo di connettore Tecnaria indica delle sezioni minime.

Un altro errore frequente è ignorare i limiti geometrici fissati dalle ETA: installare i connettori a passo più fitto del minimo ammesso innesca microfessurazioni e riduce la portanza di ogni elemento; spaziarli oltre il massimo progettato impedisce di trasferire il taglio di interfaccia e vanifica l’effetto collaborante. È poi fondamentale rispettare la profondità d’ancoraggio: viti che attraversano completamente il travetto o arrivano a pochi millimetri dal bordo inferiore del calcestruzzo provocano fessure longitudinali o distacchi di copriferro.

Un altro punto trascurato è la corretta sequenza di posa: fissare prima l’armatura e poi i connettori può impedire l’accesso con l’avvitatore o la chiodatrice; la procedura corretta prevede di installare e collaudare tutti i connettori, quindi collocare rete o barre e infine eseguire il getto.

Sul versante del calcestruzzo un errore tipico consiste nel non inumidire la vecchia superficie prima del getto: il substrato assorbe l’acqua d’impasto, creando un’interfaccia polverosa che indebolisce l’aderenza meccanica fra i due strati.

Infine, non va trascurato il puntellamento provvisorio: gettare la soletta su un solaio non puntellato, soprattutto se già flesso dal peso proprio o dagli arredi, porta a un “consolidamento in deformazione” che riduce l’efficacia del rinforzo e lascia frecce residue difficili da recuperare in seguito.

Evitare queste disattenzioni—pulizia accurata, energia di fissaggio corretta, rispetto di passi e profondità, controllo immediato, sequenza di lavorazioni e puntellazione—significa garantire che il collegamento funzioni esattamente come previsto dal progetto e che i benefici di rigidezza e portanza si manifestino integralmente.

È disponibile un manuale o guida di installazione?

Per ciascuna linea di connettori Tecnaria esiste un vero e proprio manuale di posa, redatto in formato PDF e scaricabile gratuitamente dall’area “Download” del sito aziendale. Il documento, disponibile in italiano, francese, spagnolo ed in inglese, descrive l’intera procedura di installazione: pulizia delle superfici, tracciatura degli interassi, fissaggio con avvitatore, controlli di accettazione a fine posa, posizionamento della rete o delle barre e indicazioni sul getto e sulla stagionatura del calcestruzzo.

Tecnaria organizza corsi specifici sul consolidamento dei solai in laterocemento?

Tecnaria propone periodicamente corsi di aggiornamento dedicati proprio al rinforzo dei solai in laterocemento. Il formato più frequente è il webinar live di tre ore: nella prima parte vengono illustrate le tecniche di consolidamento con soletta collaborante e connettori CEM-E, nella seconda si svolge un esempio di calcolo con il software aziendale; al termine vengono rilasciati tre Crediti Formativi Professionali per ingegneri, come indicato nella locandina “Soluzioni di rinforzo innovative per elementi in cemento armato e per il rinforzo di solai in laterocemento” pubblicata pochi giorni fa sul sito Tecnaria

Il calendario è consultabile nella sezione “Seminari / Webinar” del portale Tecnaria; la partecipazione è gratuita previa registrazione online e il collegamento si effettua tramite piattaforma streaming. Per chi preferisce l’aula, Tecnaria organizza giornate itineranti presso ordini professionali o centri di formazione partner: anche queste danno diritto a CFP e seguono lo stesso programma tecnico illustrato nei webinar

Se il progetto è particolarmente complesso, è possibile richiedere una sessione personalizzata (on-line o in cantiere) contattando direttamente l’ufficio tecnico; in quel caso gli ingegneri dell’azienda impostano il calcolo sul caso reale e mostrano la modellazione passo per passo. In breve, tra webinar accreditati, seminari in presenza e consulenze mirate, c’è un ventaglio completo di corsi specifici dedicati ai solai in laterocemento.

Scelta del tipo di connettore per solai in laterocemento a seconda del tipo di travetto e relativa incidenza stimata al metro quadrato:

1) CT CEM-E o V CEM-E: larghezza travetto min. 12 cm (incidenza media stimata 5-7 conn/mq)

2) MINI CEM-E: larghezza travetto min. 10 cm (incidenza media stimata 9 conn/mq)

3) MINI CEM-E: larghezza travetto min. 10 cm

4) NANO CEM-E: larghezza travetto min. 7 cm (incidenza media stimata 12 conn/mq).

 Sotto i 7 cm la certificazione decade sebbene alcune prove interne da noi condotte non hanno rilevato fessure su travetti larghi 5 cm.