

MANUALE TECNICO DEL SISTEMA MECHANO ADVANCED STEEL FRAME

Guida alla progettazione
di edifici stratificati a secco con
profili in acciaio formati a freddo

Mechano
advanced steel frame

scaffsystem. **KNAUF**

**MANUALE TECNICO
DEL SISTEMA MECHANO
ADVANCED STEEL FRAME
TEMATICHE**

- 01 Il sistema Mechano advanced steel frame** 4
- 02 Acciaio oggi finalmente** 11
Simona Martelli Direttore Generale Fondazione Promozione Acciaio
- 03 L'acciaio nella storia** 14
Giacomo Ciurlia Ingegnere e autore di "Ingegneria con criterio"
- 04 Mechano: innovazione aperta** 21
Marco Imperadori Professore Ordinario di Produzione Edilizia - Politecnico di Milano
- 05 Filosofia del sistema Scaffsystem** 28
- 06 L'involucro secondo Knauf** 51
- 07 Lane minerali Knauf Insulation** 54
- 08 Le stratificazioni** 57
- 09 Schede di progetto** 96
- 10 Certificazioni e normative** 115



01

**IL SISTEMA
MECHANO ADVANCED
STEEL FRAME**



Il sistema integrato a secco per l'edilizia moderna.

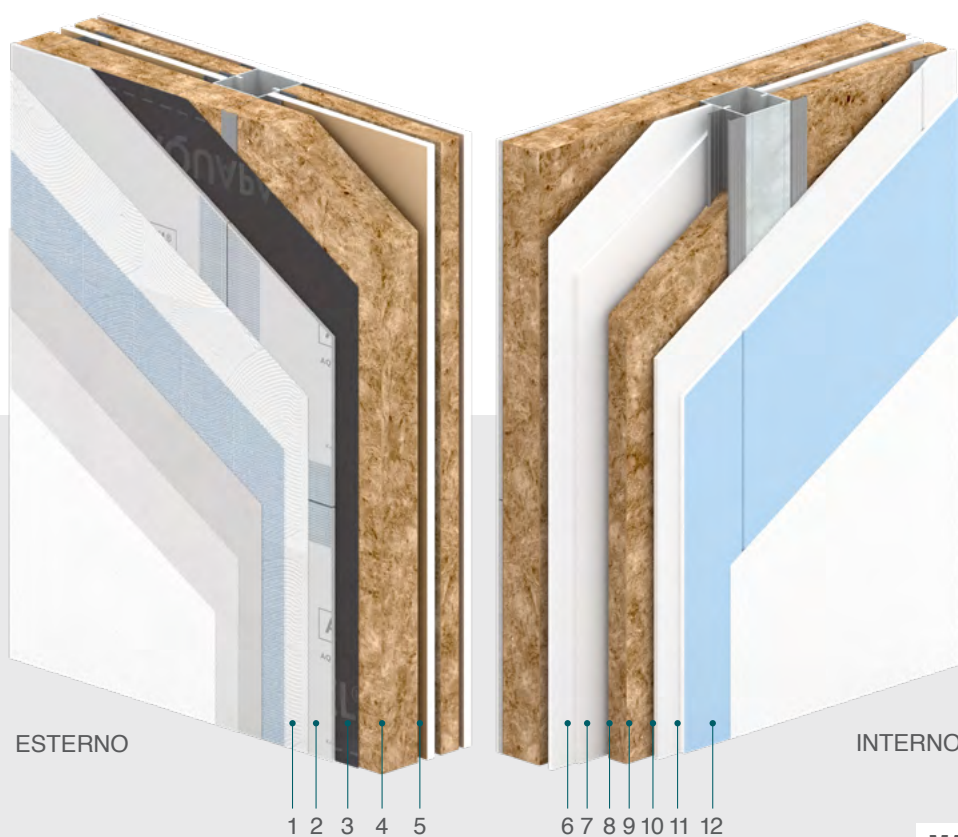
Le soluzioni costruttive in acciaio di Scaffsystem e i sistemi di involucro edilizio di Knauf si integrano dando vita a una soluzione costruttiva a secco tecnologicamente avanzata per progetti di edilizia residenziale, sociale e commerciale. Molteplici i campi di applicazione ed i vantaggi. Il sistema soddisfa opportuni standard prestazionali in termini di sicurezza sismica, durabilità e sostenibilità.

Mechano garantisce l'ottimizzazione dei tempi di realizzazione, di gestione del cantiere, un ridotto impiego di risorse, nonché la parziale riciclabilità dei materiali a fine vita. L'integrazione dell'involucro Knauf rappresenta la più innovativa tecnologia per l'isolamento degli edifici, in grado di assicurare eccellenti prestazioni termiche, acustiche e di resistenza al fuoco.

KNAUF INVOLUKRO UNA PROTEZIONE A 360°

La divisione specializzata Knauf Involukro è da sempre attenta ai sistemi esterni di protezione dell'organismo costruttivo proponendo soluzioni innovative testate e certificate, in grado di coprire tutte le principali esigenze. Dal punto di vista dell'isolamento termico e acustico, in funzione delle caratteristiche del progetto, le principali soluzioni Knauf sono costituite dal Sistema Cappotto Termico, realizzate con pannelli in EPS bianco, EPS grigio o lana di roccia, e dalle Isolastre Advanced, una linea assortita di lastre

pre-accoppiate con isolante, da applicare come cappotto interno, per far fronte a tutte quelle situazioni in cui non è possibile agire dall'esterno. Fiore all'occhiello della divisione Involukro, apprezzatissime da architetti e designer per l'estrema versatilità, sono le soluzioni messe in campo da Knauf Aquapanel. Aquapanel, infatti, rappresenta la soluzione vincente per la realizzazione di esterni e interni aprendo nuove prospettive nella progettazione e realizzazione di edifici.



L'unione della tecnologia Mechano Advanced Steel Frame con il Sistema Knauf Aquapanel rappresentano il perfetto connubio per la correzione dei ponti termici tipici delle costruzioni tradizionali, garantendo una temperatura superficiale della parete interna pressoché uniforme e un ideale comfort abitativo.

MASSA SUPERFICIALE circa 70 kg/m²

TRASMITTANZA 0,12 W/m²K

TRASMITTANZA PERIODICA 0,2 W/m²K

SFASAMENTO circa 12 ore

- 1 Aquapanel Exterior BASECOAT
- 2 Lastra Knauf Aquapanel Outdoor
- 3 Aquapanel Water Resistive Barrier
- 4 Lana minerale Knauf Insulation NaturBoard WALLS
- 5 Camera non ventilata
- 6 Lastra Knauf GKB

- 7 Lastra Knauf GKB
- 8 Camera non ventilata
- 9 Lana minerale Knauf Insulation NaturBoard WALLS
- 10 Camera non ventilata
- 11 Lastra Knauf GKB Advanced+BV, sp. 12,5 mm
- 12 Lastra Knauf Diamant

I vantaggi del sistema

SISTEMA COSTRUTTIVO AVANZATO E FLESSIBILE

Le soluzioni in acciaio strutturale Scaffsystem consentono ai progettisti e alle imprese edili di avvalersi di un sistema costruttivo avanzato e flessibile, in grado di supportarli al massimo nello sviluppo architettonico dei propri progetti. Leggerezza e solidità strutturale offrono grandi vantaggi in termini di riduzione del rischio sismico, grazie anche alle giunzioni bullonate, alla presenza di adeguati controventi e giunti di dilatazione. I profili metallici sono formati a freddo e preforati, disponibili in una rilevante gamma di sezioni con finitura zincata o verniciata a polveri epossidiche. Tale standardizzazione del sistema permette l'ottimizzazione di tempi e costi di produzione e la semplificazione delle attività di montaggio.



I vantaggi del sistema Mechano



Leggerezza strutturale

Profili in acciaio formati a freddo, leggeri e altamente resistenti.



Sostenibilità

Materiali costruttivi riutilizzabili e in parte riciclabili.



Ottimizzazione dei costi

Tempi di produzione e cantierizzazione certi.



Rapidità di montaggio

Facilità di montaggio e smontaggio delle strutture dato dal sistema totalmente bullonato.



Trasportabilità

Semplificazione e ottimizzazione della logistica di cantiere.



Sicurezza sismica

Strutture in acciaio con ottimale comportamento alle sollecitazioni sismiche.



Efficienza energetica

Involucro ad elevate prestazioni per il contenimento dei consumi energetici.



Flessibilità costruttiva

Elevata adattabilità alle esigenze architettoniche e impiantistiche.



02

ACCIAIO

OGGI FINALMENTE



Acciaio oggi finalmente

Il totale del valore realizzato in officina, prima quindi del cantiere, per la struttura in carpenteria metallica, le facciate e la copertura si attesta tra il 70 e l'80% nei prodotti immobiliari realizzati in acciaio con tecnologia a secco.

Questo porta ad un aumento della qualità del costruito dovuto ad un maggiore controllo delle lavorazioni che impiegano manodopera specializzata. I livelli e gli standard qualitativi sono elevati e le tecnologie impiegate all'avanguardia con conseguente aumento della sicurezza del cantiere in quanto si riducono i tempi di esecuzione e la posa in opera si equivale ad un assemblaggio di elementi prefabbricati, con tempi decisamente inferiori rispetto ad un sistema ad umido.

Il cantiere in acciaio è dunque più veloce e più agevole, ma non solo: è anche più "sicuro" dal punto di vista del materiale. L'acciaio da costruzione è tracciato e marcato CE a partire dalla produzione, passando dai processi di prima lavorazione da parte dei centri di servizio / distributori fino alla prefabbricazione in officina e al montaggio in cantiere attraverso norme europee che ne garantiscono la qualità.

Edifici quindi ad alta redditività grazie alla rapidità del cantiere ed alla qualità del costruito.

Quello delle tempistiche è un aspetto fondamentale e strettamente legato anche ai costi: un investimento che rientra nei tempi previsti di realizzazione permette di pianificare con certezza le strategie di mercato. Si aggiunge inoltre la sicurezza sismica e la durabilità della costruzione realizzata in acciaio con costi di gestione e manutenzione molto ridotti rispetto alle costruzioni in c.a. e la flessibilità offerta in termini di volumi e spazi. Realizzare edifici altamente tecnologici è quindi

possibile e nelle costruzioni i prodotti in acciaio giocano oggi un ruolo chiave, anche in tema di economia circolare, non solo perché i prodotti impiegati arrivano dal riciclo e possono essere riciclati all'infinito senza perdere le loro specifiche, ma perché si propongono come elementi decisivi per l'integrazione di tecnologie essenziali negli edifici a zero emissioni.

Inoltre è sempre di maggiore importanza l'ingegnerizzazione dell'intero processo costruttivo: l'utilizzo di una piattaforma BIM consente un'eccellente ottimizzazione dei processi e dei materiali ed i prodotti in acciaio sono perfettamente integrati all'interno dei software di calcolo più comunemente utilizzati in questo campo.

Tutto questo non significa però standardizzare le costruzioni ma esattamente il contrario. La versatilità offerta dal sistema a secco in acciaio consente al committente ed al progettista di definire le caratteristiche dell'edificio adattandole al sito di costruzione e di personalizzarne la funzionalità ed il design delle finiture e dei tamponamenti.

In vista di future nuove esigenze e di cambi di destinazione d'uso il sistema costruttivo a secco in acciaio è inoltre ottimale negli interventi di riqualificazione, ampliamento e sopraelevazione, prediligendo la leggerezza del materiale e le elevate prestazioni. Porte aperte anche alla possibilità di una futura flessibilità di funzione: il prodotto immobiliare realizzato in acciaio abilita modifiche ed evoluzioni perché adattabile ai cicli di mercato, ad esempio un ufficio che diventa residenza, un edificio residenziale che diventa ad uso uffici, ufficio-retail, residenza-hotel...

Che siano interpreti di storia vissuta, emblema della nuova modernità, rappresentazione di aziende o cultura, le costruzioni in acciaio sono materia da plasmare che riflette bellezza.

FONDAZIONE PROMOZIONE ACCIAIO È L'ENTE CULTURALE CHE DAL 2005 PROMUOVE LO SVILUPPO DELLE COSTRUZIONI E DELLE INFRASTRUTTURE IN ACCIAIO IN ITALIA.

03

**L'ACCIAIO
NELLA STORIA**



L'acciaio nella storia

L'utilizzo dell'acciaio come materiale da costruzione risale alla metà dell'Ottocento, durante il progressivo sviluppo dell'industria siderurgica. In quegli anni la svolta si ebbe nel 1855 dove l'inglese Bessemer realizzò un sistema rapido ed economico per affinare la ghisa liquida trasformandola in acciaio. Negli stessi anni si sviluppa un'architettura moderna e innovativa oltre ad un nuovo modo di progettare e concepire le strutture, prime tra tutte il *Crystal Palace* a Londra nel 1851, definito tra gli esempi più celebri dell'architettura del ferro e uno dei primi esempi di progettazione per fasi, avviando un processo di prefabbricazione di tutti gli elementi.

Le prime applicazioni dell'acciaio in edilizia furono negli Stati Uniti durante il periodo della ricostruzione di Chicago e con la nascita dei primi grattacieli concepiti dagli architetti della "Scuola di Chicago" di Louis Sullivan nel 1880. L'*Home Insurance Building* (1885), progettato da William Le Baron Jenney, fu il primo grattacielo di dieci piani costruito mediante un telaio metallico rivestito da muratura. Sempre a Chicago, pochi anni più tardi, fu realizzato il *Reliance Building* (1891-1896) con una intelaiatura metallica e facciate vetrate. Questo nuovo modo di costruire, grazie all'utilizzo dell'acciaio permetteva di realizzare edifici multipiano andando ad ottimizzare le aree fabbricabili realizzando edifici multifunzionali.

Agli inizi del '900 vengono affinate le tecniche costruttive che caratterizzano le costruzioni metalliche contemporaneamente allo sviluppo urbano di alcune città americane. La tecnica principalmente utilizzata era quella che oggi conosciamo come sistema "a telaio" ovvero un sistema di travi e colonne in acciaio laminato a caldo. Lo schema strutturale di tipo puntuale assieme alla tipologia di elementi utilizzati permetteva di realizzare edifici multipiano anche con grandi luci.

In quel periodo fu realizzato nel cuore di Manhattan il *Fuller Building*, meglio noto anche come *Flatiron Building* ("ferro da stiro"), nome preso dalla sua triangolare forma del lotto

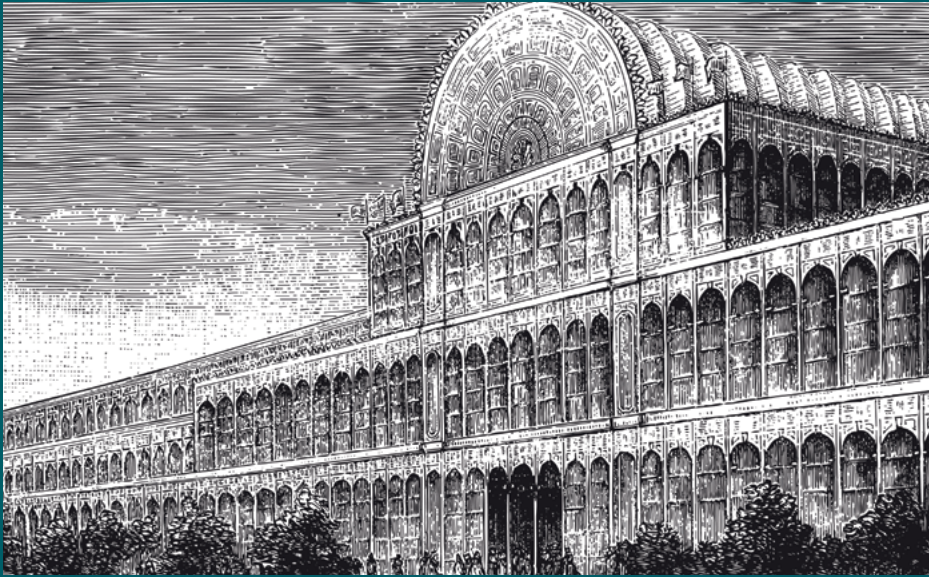
compreso tra la 23ª strada, la Fifth Avenue e Broadway guardando verso il Madison Square Park Conservancy. Completato nel 1902, l'edificio fu uno dei pochi aventi un'intelaiatura in acciaio e con i suoi 86,9 metri di altezza era uno dei più alti edifici di New York. Ad oggi il *Flatiron Building* con il suo design singolare è un simbolo per la città di New York.

L'acciaio nelle città

L'utilizzo della carpenteria metallica negli anni avvenire si è propagato in tutti i settori, dai grattacieli ai singoli interventi residenziali, dai ponti sospesi ai molteplici utilizzi in campo industriale. Lo stato dell'arte consente di avere una completa conoscenza dell'utilizzo e dei numerosi vantaggi dell'applicazione di questo materiale e di tutte le svariate tecniche costruttive messe a punto. In molteplici occasioni l'acciaio è stato affiancato a quella che molti definiscono come architettura strutturale, dando vita a nuove forme che caratterizzano un'epoca tra progresso e innovazione. D'altra parte l'utilizzo dell'acciaio ha visto numerosi interventi in ambito residenziale, il design elegante di questo materiale abbinato a finiture di tipo tradizionale ha permesso di creare ambienti suggestivi fuori dalle logiche costruttive che hanno standardizzato l'edilizia negli anni passati. L'impiego strutturale della carpenteria metallica e le nuove e moderne espressioni architettoniche mutano le nostre città dando spazio a nuovi modi di vivere, a nuovi modi di abitare.

Il Lightweight Steel Frame

Il sistema *Lightweight Steel Frame* (LFS) è una tecnica costruttiva ampiamente utilizzata in diversi Paesi tra cui Stati Uniti d'America, Canada, Giappone, Nord Europa, ecc. Il sistema prevede l'impiego di una serie di elementi prefabbricati (montanti, traverse, guide, ancoraggi, ecc.), in particolare profili in acciaio sagomato a freddo,



Crystal Palace, London, 1851,
Sir Joseph Paxton. Interior
of Great Exhibit Hall

Flatiron Building, 1902,
Daniel Burnham, New York



Reliance Building, 1895, Daniel
Burnham, Chicago, Illinois
© Mx. Granger



più tecnicamente conosciuto come *Cold Formed Steel* (CFS). Tutti gli elementi in CFS sono assemblati in maniera tale da creare pareti e solai pari alle superfici e sagome dell'involucro e nello stesso tempo aventi funzione portante capace di assorbire i carichi della struttura.

Uno dei primi utilizzi documentati del CFS come materiale da costruzione è il *Baptist Hospital Virginia*, costruito nel 1925 a Lynchburg, Virginia. Nel 1933, come risultato del grande sviluppo dell'industria dell'acciaio negli Stati Uniti, si lanciò alla Fiera mondiale di Chicago un prototipo di residenza in Steel Frame, per il quale si utilizzavano i profili in acciaio al posto di quelli in legno. Durante la metà del XX secolo, il sistema di *Lightweight Steel Frame* iniziò a diffondersi rapidamente negli Stati Uniti per l'edilizia residenziale.

Le applicazioni di elementi in CFS nel settore residenziale dei primi anni Cinquanta li vedono impiegati prevalentemente come membrature secondarie di ossature, di chiusure verticali e di coperture nella realizzazione di alloggi monofamiliari. Solo in tempi più recenti il loro utilizzo è stato esteso alla realizzazione di sistemi strutturali integrali, trovando una prima diffusione di massa come alternativa all'housing in legno, laddove tale tecnologia era fortemente radicata (Nord America, Australia e Giappone). In questi paesi l'espansione del mercato residenziale dei primi anni Novanta, accompagnata da una forte crescita dei prezzi del legno dovuta alla scarsità delle risorse, ha contribuito all'affermazione dei sistemi strutturali in *Cold Formed Steel* nel settore delle abitazioni unifamiliari, ad uno e due livelli, raggiungendo consistenti quote di mercato (circa 15% in Australia e Stati Uniti). Uno dei primi utilizzatori di questo materiale fu senza dubbio Jean Prouvè.

La quantità di alloggi richiesti e le costrizioni economiche conseguenti la fine della Seconda Guerra Mondiale erano punti fondamentali per orientare lo sviluppo del settore edile e, secondo Prouvè, la lavorazione della lamiera in acciaio poteva essere una risposta. Nel 1930 Prouvè comincia a progettare gli impieghi della lamiera piegata ancora prima di disporre di una piegatrice. Le pareti esterne sono il luogo per la sperimentazione della lavorazione tramite laminazione, soluzione che Prouvè utilizzerà in

futuro per la realizzazione di facciate di numerosi edifici. Quest'ultimo riteneva che, impiegando la lavorazione a freddo delle lamiere in ambito edilizio, lo Stato avrebbe rapidamente aumentato il numero di alloggi disponibili per gli sfollati della guerra. La tecnica ideata da Prouvè era pronta ed erano disponibili vari prototipi di elementi costruttivi con i quali si potevano realizzare alloggi secondo le indicazioni del CIAM. Il 4 settembre 1948, nella città di Columbus (Ohio), la Lustron Corporation di Carl Strandlund, inizia la produzione di abitazioni con struttura in acciaio sagomato a freddo e rivestimento in acciaio porcellanato. Alla fine della Seconda Guerra Mondiale la Lustron promosse una linea di edifici prefabbricati, descritti come sicuri dal punto di vista della resistenza al fuoco, adatti agli stili di vita nuovi, facili da pulire: l'obiettivo non era solo proporre case per le immediate esigenze del dopoguerra ma anche alzare il livello di qualità degli edifici per la middle-class americana combinando la bellezza della porcellana con la forza dell'acciaio. La storia dell'acciaio sagomato a freddo in America è diversa dalla storia europea: Prouvè cercava l'appoggio statale per l'avvio della produzione industriale di alloggi a basso costo, il quale in America è intriso di etica protestante e spirito capitalistico.

Simile ma diverso era l'approccio di Richard Buckminster Fuller che, alla ricerca di innovazioni radicali per un universo efficiente al 100%, non si accontentava di scoprire il limite delle potenzialità dei materiali disponibili, ma era sempre alla ricerca di nuovi materiali e nuovi sistemi. Nel dicembre del 1943 propone una costruzione sostenuta da un telaio leggero grazie ad una serie di montanti piegati a freddo, sagomato in modo da garantire una certa rigidità statica e forato per facilitare l'innesto di strutture secondarie. Negli ultimi venti anni, il 25% degli alloggi unifamiliari negli USA è stato realizzato in CFS (nel 2006 ne sono state costruite più di 75.000), mentre in Giappone una significativa parte dei circa 200.000 alloggi modulari annui viene realizzato con profili in acciaio formati a freddo, preferendo questi ultimi ai sistemi costruiti in legno, anche grazie all'elevato livello tecnologico che le industrie nipponiche del settore possono offrire.

30 St Mary Axe - "The Gherkin",
2004, Norman Foster Londra



Lustron House, 1949,
Jermain St 7- Albany, New York
© Daniel Case





Glass House, 1949, Philip Johnson,
New Canaan, Connecticut
© Staib

Stazione di servizio prefabbricata 1953,
Jean Prouvé, Azienda Vitra, Weil am Rhein, Germania
© en:User:Sandstein, a.k.a. User:TheBernFiles



04

**MECHANO
INNOVAZIONE
APERTA**



AQUAPANEL®

“Non si possono cambiare le cose combattendo la realtà esistente. Per cambiare qualcosa bisogna costruire un nuovo modello che renda quello esistente obsoleto.”

RICHARD BUCKMINSTER FULLER

Quando si presentò l'occasione, qualche anno fa, di sviluppare una ricerca sui sistemi costruttivi formati a freddo di Scaffsystem decisi di accettare con entusiasmo e in maniera proattiva. Di fatto questa interessante realtà industriale italiana, pugliese geograficamente ma dalla mentalità aperta ad ogni mercato e innovativa, aveva già nel suo portfolio una solida esperienza nel settore della Logistica industriale e dei soppalchi così come ormai maturo si presentava il segmento di Design con il brand Officine Tamborrino. Mancava però l'anello di unione per definire una triade in grado di differenziare l'offerta tecnica senza stravolgere l'assetto produttivo-aziendale: l'Architettura. A pensarci bene il DNA del Politecnico di Milano si basa proprio su queste tre discipline: Ingegneria, Design e Architettura. È stato quindi naturale per me calarmi in una squadra di lavoro multipla e molto ben affiatata che ha sviluppato soluzioni, pacchetti costruttivi e prassi ergotecniche in grado di proporre sul mercato soluzioni tecnologiche sia per nuovi edifici che nel caso di recuperi e trasformazioni del costruito.

L'applicazione di sistemi costruttivi stratificati a secco, con strutture portanti leggere presso piegate, è oggi possibile in ambiti architettonici molto più estesi che in passato e riguarda sia il residenziale, che il terziario. Attraverso questa metodologia costruttiva è possibile ottenere un prodotto edilizio con alte prestazioni: acustiche, termiche, antincendio, funzionali, ecologiche, energetiche e via dicendo attraverso la totale libertà di espressione estetica, denunciando apertamente la tettonica costruttiva oppure celandola.

Scaffsystem è lo scheletro portante, debitamente dimensionato ai carichi agenti, a cui addossare un involucro stratificato interno (che si interfaccia col microclima dello spazio abitato) e un involucro stratificato esterno (che si interfaccia col macroclima dell'ambiente esterno).

Il vantaggio e la peculiarità delle tecnologie Scaffsystem, che ne fanno attualmente un *unicum* di mercato, sta nella possibilità di montaggio meccanico (*in situ* o anche *off-site*) per bullonatura tramite piastre di collegamento tra gli elementi strutturali. Ciò significa che potenzialmente il sistema è sempre reversibile e quindi anche riutilizzabile, cosa che non avviene in altri tipi di sistema CFS (*cold formed steel*).

L'utilizzo di nuovi materiali, pannelli industrializzati, materassini isolanti, strati millimetrici in fogli e guaine, semilavorati e componenti creano oggi tutti i presupposti per poter fornire al progettista e all'utente finale la massima libertà estetico-compositiva nel rispetto delle più attuali normative nazionali ed europee in termini di efficienza energetica e di sostenibilità. Il che significa anche che ogni progettista e ogni cliente potranno tranquillamente sviluppare la propria idea originale e il sistema costruttivo, dotato di massima flessibilità, sarà sempre al servizio del progetto distributivo/architettonico introducendo il concetto di "industrializzazione edilizia" che è ben diverso dalla "prefabbricazione" del passato.

L'ibridazione e la sostituzione delle tradizionali tecniche latero-cementizie con nuovi metodi di costruzione e di gestione del cantiere si sono di recente mostrate come spinte innovative colte da Scaffsystem, soprattutto per le evidenti necessità di flessibilità e di velocità costruttiva (oltre che di sofisticazione tecnica). Le stesse contingenze di questo strano 2020, che ci hanno costretto a immaginare nuovamente come vivere e abitare, hanno portato a potenzialità di trasformazione e implementazione del costruito, interno ed esterno, che aprono sempre di più il campo a tecnologie leggere, resistenti e flessibili.

Questa metodologia segue un processo meccanico: gli elementi costruttivi esistono già, sono stati prodotti per la quasi totalità industrialmente e in cantiere essi devono essere connessi, assemblati, gli uni agli altri a secco, seguendo il progetto architettonico-tecnologico. Pannelli e strati di vario tipo sono uniti meccanicamente, in generale mediante semplice avvitatura mentre quelli strutturali per imbullonatura, e la loro applicazione non deve sottostare a particolari vincoli dettati alle condizioni atmosferiche *in situ*. Da questa comune visione nasce Mechano (partnership tra Scaffsystem e Knauf) che interpreta, quasi a evocare la semplicità del gioco che molti hanno usato da bambini, il concetto di assemblaggio e stratificazione a secco, dove le prestazioni sono calcolate, progettate, certificate e verificabili.

Il paradigma costruttivo è sensibilmente diverso da quello "tradizionale": telai portanti leggeri vengono posti in opera con grande velocità raggiungendo subito la copertura. Molti pre-assemblaggi avvengono a terra per consentire condizioni di lavoro più sicure. Una volta issato lo "scheletro portante" Scaffsystem e realizzata la copertura si procede con i tamponamenti, sia degli impalcati (che possono essere a secco o con getto collaborante) che dei tramezzi, attraverso un processo di connessione "orizzontale" di vari strati leggeri di grande dimensione, anziché di piccoli blocchi pesanti posati a gravità, e in maniera indipendente da tempistiche di asciugatura, trasformazione o maturazione in cantiere. Il sistema, a seconda dei carichi e delle luci in gioco, può essere facilmente ibridato con porzioni in acciaio laminato a seconda della necessità. Alle stratigrafie, che vengono applicate a rivestimento dello scheletro Scaffsystem su strutture secondarie proprie, sono richieste precise funzioni e *performances*, sia deputate ai singoli materiali o strati che ai pacchetti compositi, e la loro chiara differenziazione fisica (salvo le connessioni strettamente necessarie) è la migliore garanzia

per evitare coazioni statiche, ponti termici e acustici, dilatazioni termiche dannose, vulnerabilità nei confronti dell'incendio.

Gli involucri, interno ed esterno, sono costituiti da materiali e componenti di derivazione industriale, certificati e garantiti, e sono progettati secondo le specifiche funzioni derivanti dalle sollecitazioni fisiche che devono sopportare. Nelle intercapedini mediane, che si generano tra la superficie degli involucri e la maglia strutturale, sono disposti opportuni materassini fonoisolanti, fonoassorbenti, termoisolanti e materiali inibitori d'incendio oltre a guaine e teli con diverse funzioni. Inoltre, nelle camere di intercapedine scorrono le reti impiantistiche, facilmente ispezionabili in caso di guasti e sostituibili con minore dispendio energetico ed economico.

Il Mechano di Scaffsystem si configura in definitiva come un "sistema aperto", come avrebbe detto anche un Maestro come Ettore Zambelli e innovativo, dove ogni componente è seriale e reperibile sul mercato, ma dove la variabilità combinatoria (calcolabile) è potenzialmente infinita. Il risultato architettonico ed estetico finale è vario e lascia al progettista totale libertà compositiva. L'assemblaggio meccanico implica un processo molto chiaro e ottimizzato sia nella fase di produzione che di costruzione ma in realtà può essere esibito o totalmente invisibile e mimetico a tutela proprio dell'espressività del singolo così come di rispetto del contesto e del *genius loci*.

“Invece che un rigido bilancio di sostegno e carico, il ferro richiede un più complesso, più fluido bilancio di forze. Infatti la condensazione del materiale in pochi punti si traduce in sconosciuta trasparenza, relazione sospesa tra oggetti, una creazione di spazio aereo.”

SIEGFRIED GIEDION







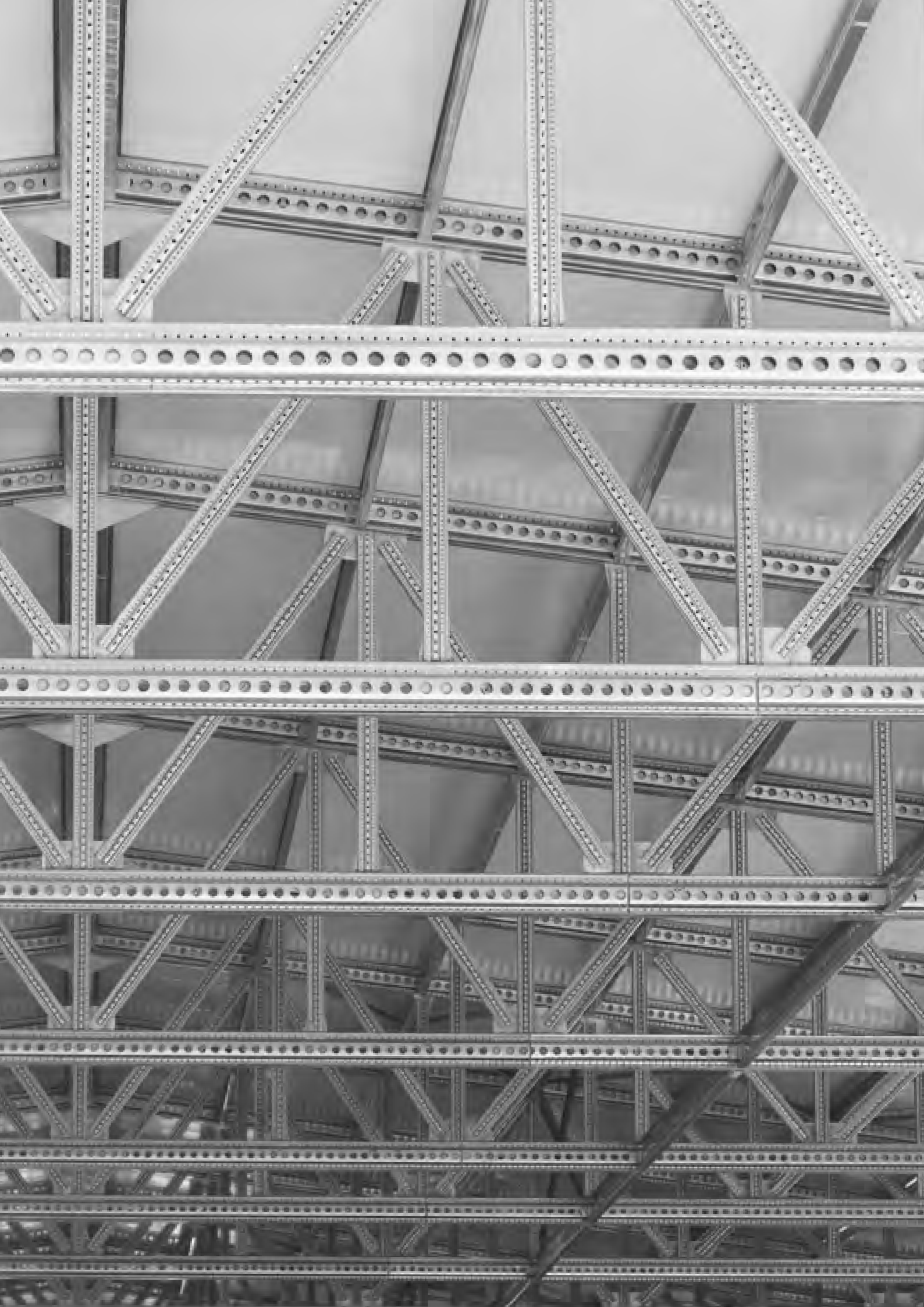
© Marco Baccaro



© Marco Baccaro

05

**FILOSOFIA
DEL SISTEMA
SCAFFSYSTEM**



Filosofia del sistema Scaffsystem

Il sistema Scaffsystem si basa, dal punto di vista strutturale, sui profili della linea "System Structura" di produzione interna all'azienda: si tratta di profili formati a freddo (Cold Formed Steel - CFS) su linee di profilatura e punzonatura, direttamente da coils di acciaio strutturale S250GD, di spessore 3-4 mm.

I prodotti strutturali sono acciai al carbonio-manganese con carico di rottura e di snervamento minimi garantiti (UNI EN 10346), caratterizzati da uno strato di rivestimento superficiale applicato mediante un bagno a caldo in continuo dell'acciaio all'interno di una soluzione contenente elementi in grado di proteggere la lamiera dalla corrosione.

I profili della linea "System Structura" hanno una sezione tipica con forma geometrica a SIGMA, appositamente studiata per ridurre i fenomeni di instabilità locale, tipici dei profili a parete sottili aperti: si va dal profilo più piccolo con altezza d'anima pari a 125 mm e larghezza pari a 50 mm, al profilo più grande con altezza d'anima pari a 300 mm e larghezza pari a 75 mm; per usi particolari (ad esempio luci di grandi dimensioni, carichi di progetto notevoli, etc.), la linea offre un profilo tipo-mensola a "C" con altezza d'anima pari a 400 mm e larghezza pari a 130 mm. Le travi presentano una foratura, e di conseguenza

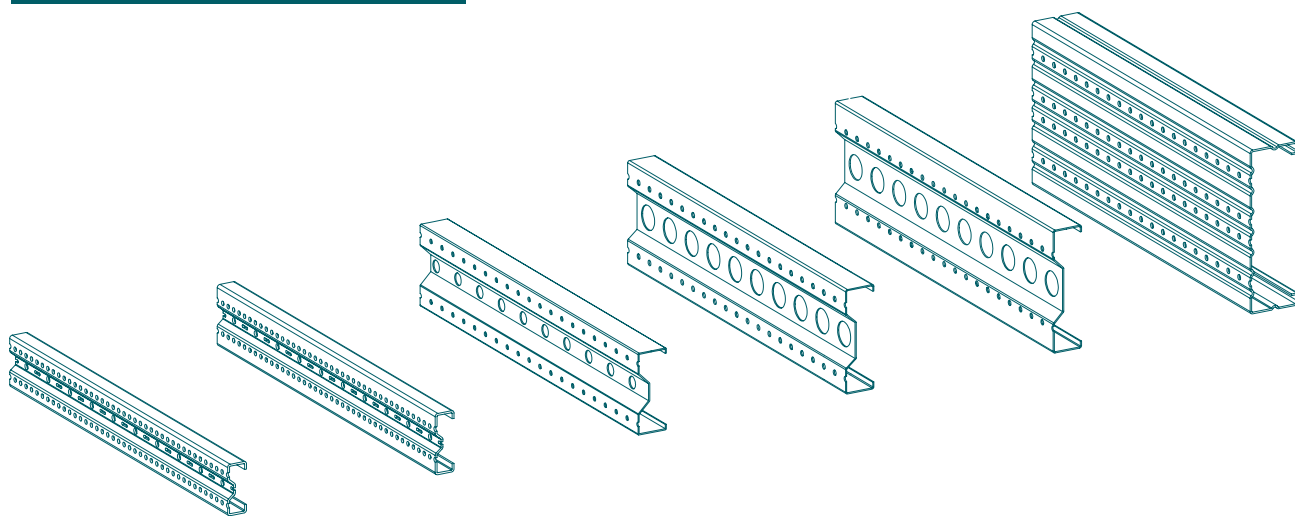
una lunghezza di taglio, a passo costante: per i profili 125-150 passo foratura 25 mm (lunghezza di taglio della trave multipla di 25 mm); per i profili 200-255-300-400 passo foratura 50 mm (lunghezza di taglio della trave multipla di 50 mm). La finitura dei profili è di norma la zincatura sendzmir (derivante dai coils di produzione); su richiesta, le travi possono essere trattate con un processo di zincatura a caldo, verniciate in un'ampia gamma di diverse tonalità con un processo di verniciatura a polvere; per applicazioni particolari (ambienti medio-aggressivi) la finitura superficiale può essere costituita dal magnelis, una particolare lega zinco-magnesio-alluminio.

L'assemblaggio tra i vari elementi è il punto di forza dell'intero sistema strutturale: una serie di squadri stampati a freddo o presso-piegati di diverso spessore (3-4-5 mm) permette un rapido quanto intuitivo collegamento tra le varie parti della struttura, utilizzando bulloneria strutturale di piccolo diametro (M10-M12). Solitamente, l'orditura principale di un impalcato viene realizzata con l'unione di due profili di schiena (trave doppia), mentre l'orditura secondaria viene realizzata con travi singole della stessa serie; dove le esigenze





PROFILI DELLA LINEA STRUCTURA



SIGMA 125

SIGMA 150

SIGMA 200

SIGMA 255

SIGMA 300

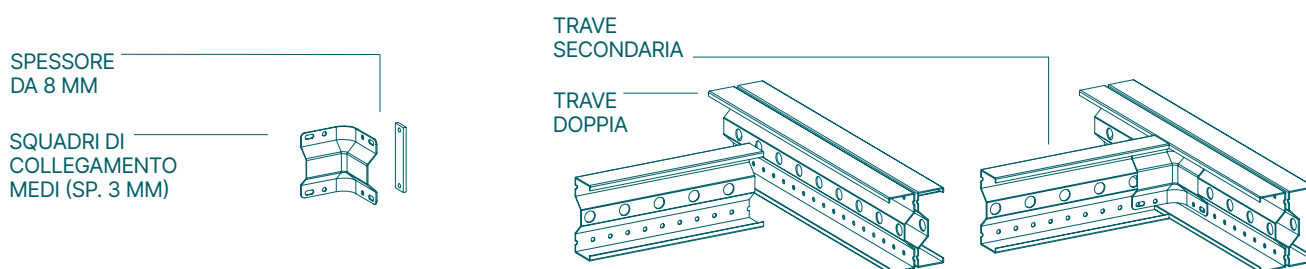
MENSOLA 400

(architettoniche, logistiche, impiantistiche, etc.), lo richiedono, è possibile ottenere una soluzione ibrida, andando ad assemblare travi secondarie di diversa serie rispetto a quella utilizzata per le travi principali (ad esempio: travi secondarie singole serie 150 e travi principali doppie serie 255). La concezione strutturale del sistema Scaffsystem si basa su schemi tipici della tecnica delle costruzioni e utilizzati già dalla carpenteria tradizionale: schemi strutturali a telaio e controventi verticali/di piano per supportare sia i carichi verticali (peso proprio strutturale, carichi permanente portati, carichi variabili, etc.), sia i carichi orizzontali (sisma, vento). Lo schema a telaio, composto da travi e pilastri, si presta facilmente all'impiego della soluzione in ambito

industriale e residenziale, molto più rispetto ad altri sistemi (ad esempio dei sistemi a pareti-setti portanti). Nel primo caso, le notevoli luci tipiche dell'edilizia industriale vengono facilmente coperte da telai con travi reticolari e colonne in profili commerciali (HEA-HEB); nel secondo caso, la posizione delle colonne in pianta viene studiata in modo da conciliare la distribuzione degli spazi e le esigenze architettoniche: i controventi vengono concentrati in pareti cieche e, dove presenti, nei vani scala. Questo tipo di soluzione, inoltre, si presta facilmente a possibili interventi di modifiche successive degli spazi interni (rimodulazione degli spazi con diverse configurazioni delle tramezzature interne) ed esterne (ampliamenti, sopraelevazioni).

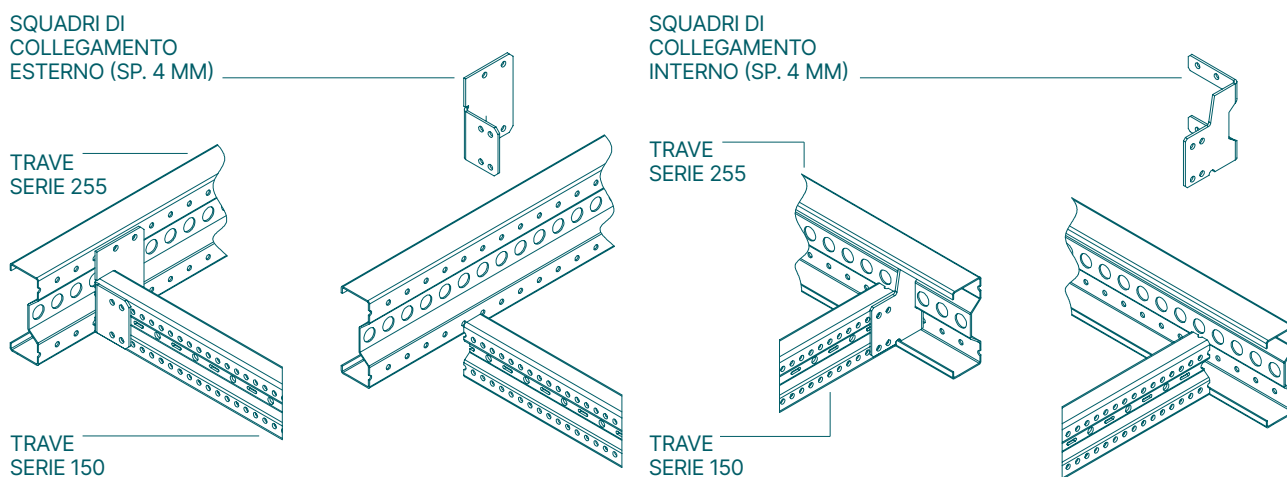
ASSEMBLAGGIO DEI PROFILI

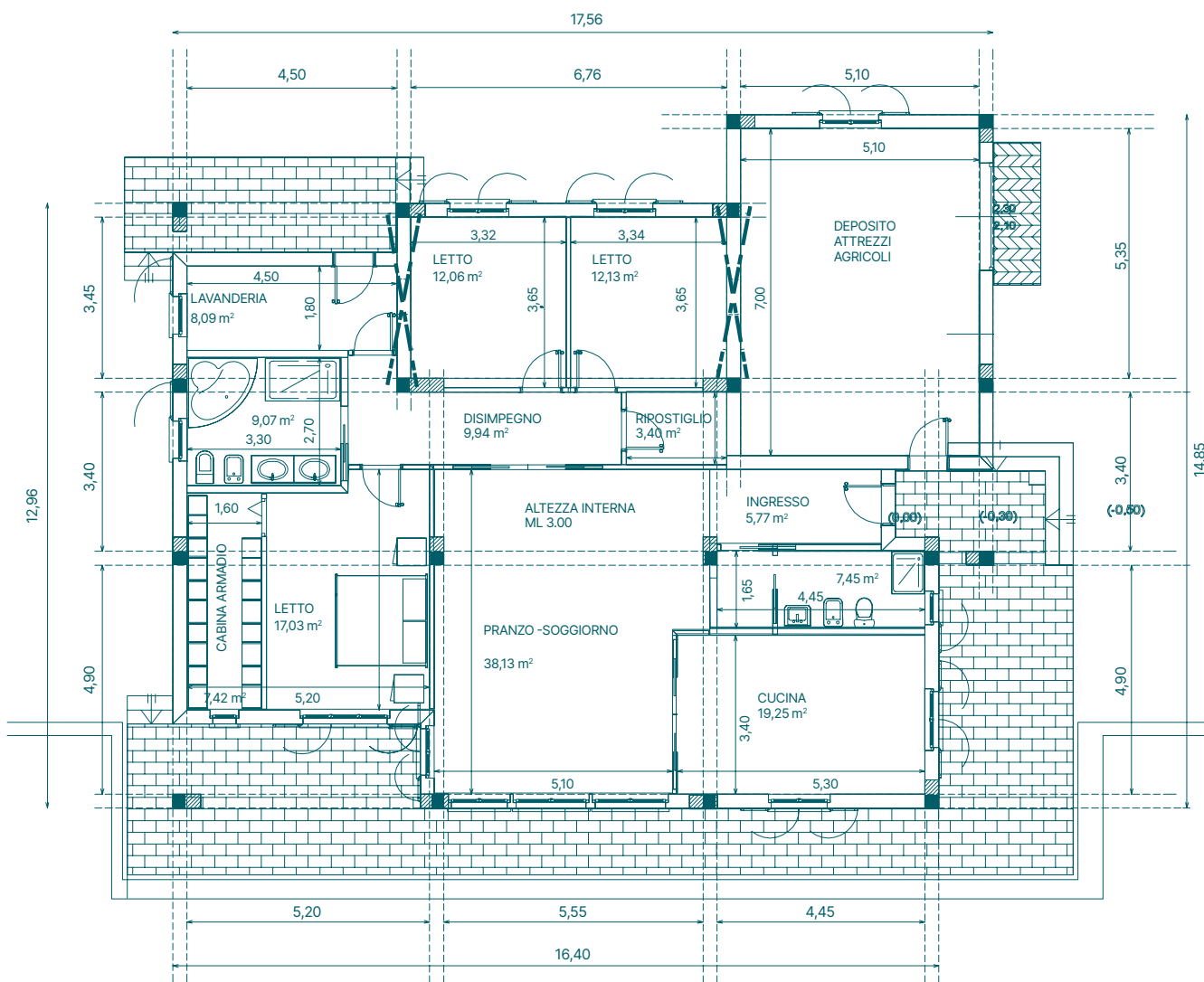
TRAVE SINGOLA SU TRAVE DOPPIA DELLA SERIE SIGMA 200



ASSEMBLAGGIO DEI PROFILI

TRAVE SINGOLA SIGMA 150 SU TRAVE SINGOLA SIGMA 255





Esempio di distribuzione in pianta di colonne e controventi verticali per un edificio residenziale

I vantaggi del sistema

L'utilizzo degli elementi in CFS di produzione Scaffsystem (in combinazione con elementi di carpenteria tradizionale, ove necessario), comporta una serie di vantaggi sull'intero iter progettuale-costruttivo.

Gli elementi in CFS permettono di realizzare un telaio leggero dalle elevate prestazioni meccaniche; uno dei maggiori vantaggi riguarda appunto la leggerezza dei singoli elementi di cui il telaio è composto, per cui non sono necessari mezzi di sollevamento particolarmente importanti in cantiere per la messa in opera e per il trasporto. Ciò si traduce in una riduzione significativa delle tempistiche di cantiere, se confrontato con i sistemi edilizi più diffusi, e in minori rischi per la sicurezza degli operatori del cantiere stesso. Il sistema prevede nel suo abaco una serie completa di prodotti, offrendo una soluzione strutturale composta da travi, squadri di collegamento tra orditura principale e secondaria o tra travi e colonne, pannelli o lamiera ed altri accessori; il profilo in CFS può essere impiegato come elemento singolo o composto: una trave può essere accoppiata con un'altra al fine di creare una sezione maggiormente resistente, collaborare con la lamiera grecata in una soluzione di solaio alleggerito, etc..

La modalità di connessione costituisce una parte essenziale del progetto e del sistema impiegato

nella realizzazione di una costruzione. La giunzione tra gli elementi strutturali avviene, solitamente, per unioni puntiformi realizzate tramite bulloni. La messa in opera di tale sistema costruttivo non utilizza connessioni destinate a consolidarsi dopo la posa, come sono i collanti o le malte, bensì giunzioni a secco, realizzate con tecnologie di tipo meccanico e rese solidali attraverso una precisa logica costruttiva: le poche saldature necessarie per la realizzazione di una struttura vengono tutte concentrate sulle colonne e su alcuni elementi di collegamento (piastre per controventi, piastre speciali di assemblaggio, etc.); le saldature vengono eseguite in officina seguendo un rigido sistema di controllo della qualità (EN 1090), mai in cantiere.

È anche al dettaglio della progettazione che si deve la riduzione dei tempi di costruzione e al raggiungimento di un livello di controllo del cantiere, della resa finale del progetto e della flessibilità d'uso dell'edificio. Anche in fase di "fine vita", e quindi di dismissione dell'edificio, vi sono notevoli vantaggi: l'edificio in CFS non viene demolito bensì smontato e tutte le sue parti possono essere disassemblate, riconosciute e destinate al riuso o al riciclo.

Vediamo nel dettaglio i principali vantaggi del sistema costruttivo, fin qui accennati brevemente.

1. Struttura modulare

Il sistema è concepito per essere quanto più modulare e flessibile nei suoi componenti essenziali: questo permette di soddisfare le più ampie esigenze del cliente finale, di adattare la struttura a qualsiasi progetto oltre che la possibilità di predisporre eventuali ampliamenti/modifiche della distribuzione interna degli spazi.

2. Unioni bullonate

Gli assemblaggi tra le varie parti del sistema costruttivo avvengono tramite bulloneria strutturale di piccolo diametro. Sono escluse saldature in opera: le saldature necessarie per l'assemblaggio degli elementi costruttivi vengono concentrate su pochi elementi (colonne e particolari piastre di collegamento) e realizzate completamente in ambiente controllato e sottoposte a verifiche di qualità. Colonne, travi, piastre giungono in cantiere già pronte per essere messe in opera seguendo i dettagliati schemi di montaggio forniti.

3. Velocità di montaggio/smontaggio

La modularità del sistema, la tipologia di unione, la semplicità degli schemi di assemblaggio e la leggerezza degli elementi costitutivi della struttura, rendono le fasi di montaggio (e per opere temporanee anche lo smontaggio) estremamente veloce e intuitivo. Tutto questo si traduce in un notevole risparmio dei tempi di cantierizzazione e gestione della sicurezza in cantiere, e quindi in una più rapida fruibilità dell'opera realizzata.

4. Leggerezza strutturale

I profili in acciaio fformati a freddo (CFS) permettono di realizzare strutture leggere ma resistenti: rispetto alla carpenteria tradizionale si riscontra un'incidenza del 20-30% in meno in peso, mentre, in abbinamento a sistemi di involucro a secco, si arriva a parlare di ordini di grandezza inferiori rispetto ai sistemi costruttivi tradizionali (muratura, calcestruzzo armato). Tutto questo si traduce in minori forze dinamiche attivate durante gli eventi sismici, una migliore risposta sismica della struttura, che comporta un risparmio sui costi della struttura e sulle opere di fondazione.

5. Estetica

I profili della linea System Structura risultano essere assolutamente gradevoli alla vista rispetto alla carpenteria tradizionale, il che li rende immediatamente applicabili non solo in edilizia di tipo industriale, ma anche per ambienti ad utilizzo residenziale e commerciale, anche con soluzioni del tipo “travi a vista” e in abbinamento ad altri materiali (i.e. legno).

6. Foratura delle travi

Il passo costante della foratura delle travi, oltre a consentire la modularità del sistema, permette la massima integrazione con gli impianti, soprattutto in edilizia residenziale: corrugati, cavi, tubazioni di medio-piccolo diametro possono trovare una serie di passaggi naturali attraverso la foratura centrale dei profili.

7. Certificazione

Le strutture sono sempre calcolate nel rispetto delle normative vigenti (Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018) e sono accompagnate da relazione di calcolo e certificato CE (EN 1090). L'azienda, attualmente, è in grado di realizzare opere che richiedono un controllo completo dei processi di lavorazione (Classe di esecuzione di tipo EXC3, secondo la norma di prodotto EN 1090-1): rientrano in questa categoria opere di importanza alta (costruzioni che presentano un livello alto di conseguenze dal punto di vista di perdita di vite umane oppure conseguenze molto elevate dal punto di vista economico e sociale oppure ambientale).

8. Sostenibilità ambientale

L'acciaio è di per sé un materiale riciclabile quasi al 100%: il sistema, in particolare, garantisce il totale riutilizzo delle strutture anche in nuove e differenti configurazioni. Un'attività di screening di impatto ambientale del sistema ha portato all'ottenimento della certificazione EPD partendo dall'analisi del ciclo di vita del prodotto (LCA).

Applicazioni del sistema

Il sistema attualmente viene utilizzato con successo in diversi campi di applicazioni:

Edilizia industriale

Realizzazione di capannoni, opifici, tettoie, soppalchi, soluzioni “box in box” per uso ufficio o uso commerciale.

Edilizia residenziale

Costruzione di nuove abitazioni ad uso residenziale (ville singole, edifici a schiera, edifici multipiano, etc.); interventi su edilizia residenziale esistente (sopraelevazioni, ampliamenti); tettoie, pergolati, soppalchi interni, tramezzature, scale.

Interventi di riqualificazione

Consolidamento strutturale, miglioramento/ adeguamento sismico di edifici esistenti, rivestimenti di facciata.

Opere temporanee e speciali

Strutture temporanee per eventi o per applicazioni speciali.



Elementi costitutivi del sistema

Il sistema strutturale, nella sua completezza, può essere suddiviso nei seguenti elementi costitutivi:

Fondazioni

Ancoraggio in fondazione

Colonne

Elementi portanti verticali

Travi principali e secondarie

Elementi portanti orizzontali

Controventature

Elementi di irrigidimento strutturale

Elementi strutturali secondari

Baraccatura

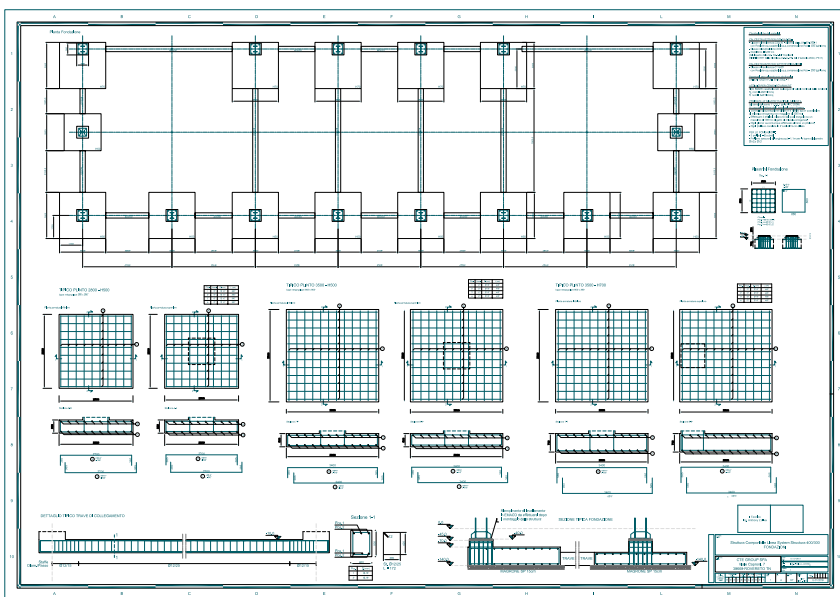
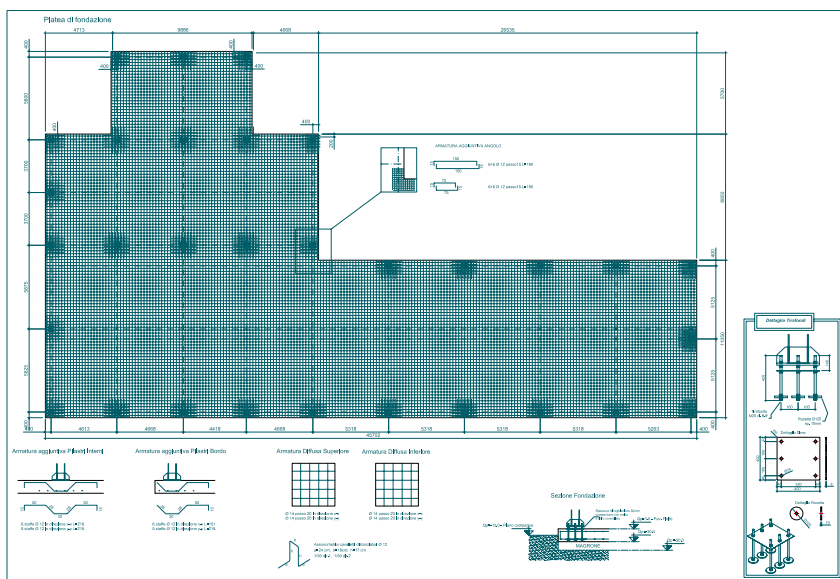
Predisposizioni alle aperture perimetrali



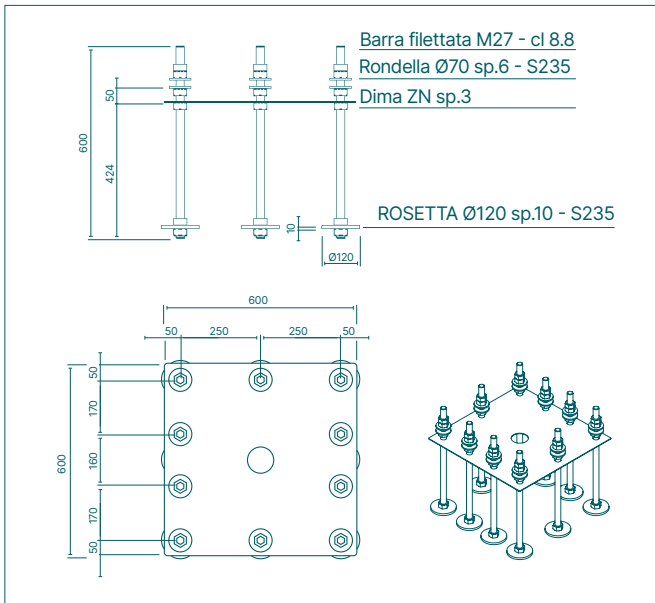
Fondazioni e ancoraggio in fondazione

Le fondazioni hanno la funzione di distribuire sul suolo le forze agenti sulla struttura sovrastante; si distinguono principalmente in fondazioni a platea (piastre in calcestruzzo armato con spessori ridotti, 20-30 cm), travi rovesce di fondazione (travi in genere a T rovescia in calcestruzzo armato) e plinti con travi di collegamento (dalla forma perlopiù cubica o a parallelepipedo, con collegamenti sommitali di cordoli in calcestruzzo armato). L'ancoraggio in fondazione è normalmente

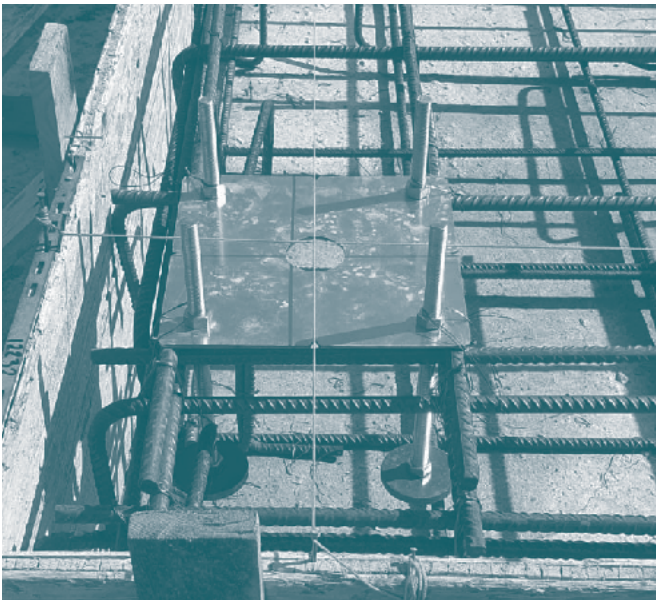
effettuato con gabbie di tirafondi realizzate con dima di posizionamento, barre filettate in classe 8.8 di lunghezza variabile a seconda dei carichi e delle fondazioni di progetto, e rondelloni di tenuta. In situazioni particolari, si possono utilizzare barre filettate ancorate con resine chimiche su platee, solette o travi esistenti (soluzione che si può adottare con carichi poco gravosi, soprattutto per tettoie di piccole dimensioni ed edilizia residenziale)



Esempio di fondazioni: in alto una platea, in basso fondazioni con plinti e travi di collegamento



Esempio di ancoraggio su fondazioni: a sinistra una gabbia di tirafondi con dima di posizionamento, a destra applicazione di ancorante chimico su barre filettate



Esempio di ancoraggio su fondazioni: a sinistra una gabbia di tirafondi con dima posizionata su una platea di fondazione prima della fase di getto, a destra colonna montata sulla dima di fondazione dopo la maturazione del calcestruzzo gettato

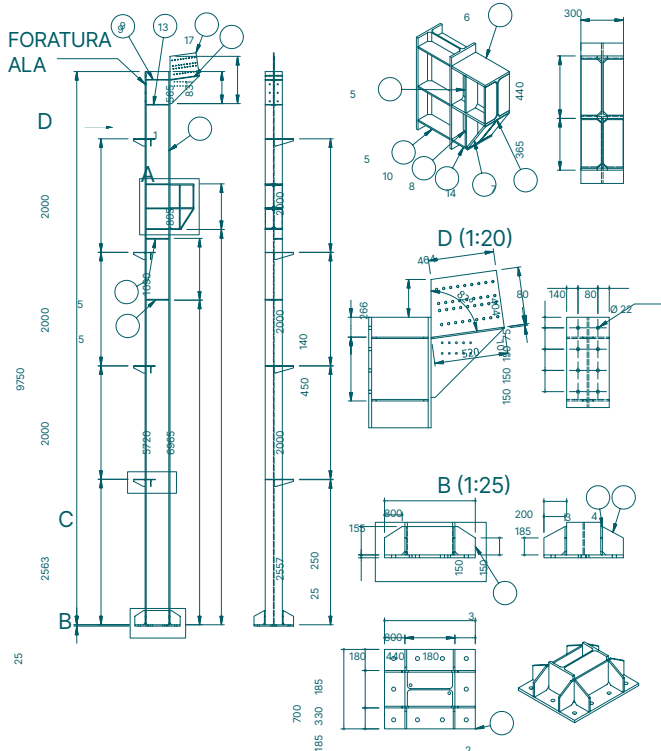
Colonne

Le colonne hanno la funzione di portare i carichi verticali ed orizzontali agli elementi di fondazione sottostanti: per gli attuali impieghi del sistema costruttivo, distinguiamo tre differenti metodologie di realizzazione:

- colonne in profili laminati a caldo
- colonne in profilo scatolare CFS accoppiate a mezzo saldatura
- colonne in profilo scatolare CFS accoppiate a mezzo bullonatura

Colonne in profili laminati a caldo

La prima tipologia di colonne è costituita da profili laminati a caldo, tipo normal-profili HEA/IPE, con bandiere e piastre di base saldate in officina; possono essere di varie forme e dimensioni stabilite in base alle portate richieste e alla zona sismica (luogo d'installazione). Il loro impiego prevalente è nella realizzazione di soppalchi, tettoie, capannoni di piccole-medie dimensioni o residenziali monopiano.

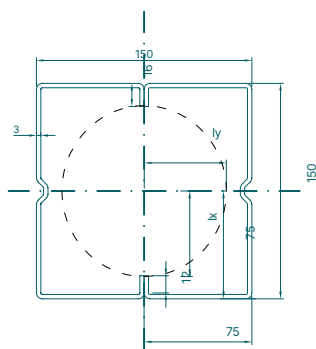


Esempio di colonne realizzate con profili laminati a caldo: a sinistra uno schema costruttivo di officina, a destra cantiere residenziale con colonne laminata a caldo

Colonne in profilo scatolare CFS accoppiate a mezzo saldatura

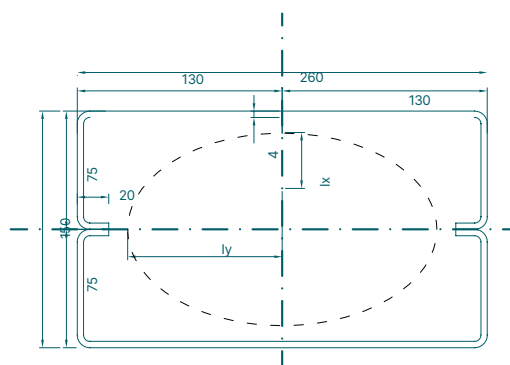
La seconda tipologia è costituita da colonne del tipo scatolare accoppiate a mezzo saldatura automatica, formate a freddo, con bandiere e piastre di base saldate in officina. Il loro impiego prevalente è nella realizzazione di soppalchi e, in casi particolari, di edifici residenziali monopiano.

COLONNA 150×150×3



Colonna 150×150×3
Area: 19.1 cm²
Perimetro: 128.9 cm
Momenti d'inerzia: J_x= 688.5881 cm⁴
J_y= 634.5246 cm⁴
I_x: 6.00 cm I_y: 5.76 cm
Modulo di resistenza: W_x= 91.81 cm³
W_y= 84.60 cm³

COLONNA 260×150×4



Colonna 2×260×150×4
Area: 67.792 cm²
Perimetro: 342.16 cm
Momenti d'inerzia: J_x= 6367.34 cm⁴
J_y= 6504.91 cm⁴
I_x: 9.69 cm I_y: 9.80 cm
Modulo di resistenza: W_{x-x}= 424.49 cm³
W_{y-y}= 500.38 cm³

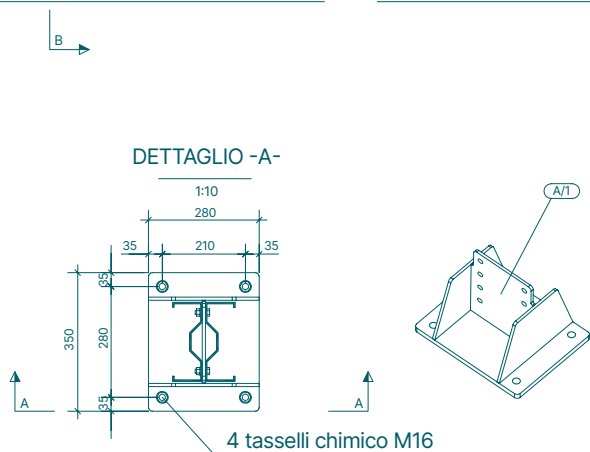
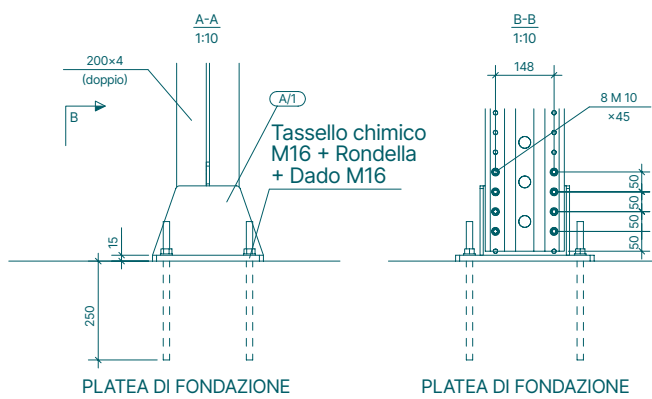


In alto sezioni tipiche di colonne scatoari realizzate a mezzo saldatura di profili a C formati a freddo. In basso completamento montaggio di strutture realizzate con colonne scatoari

Colonne in profilo scatolare CFS accoppiate a mezzo bullonatura

La terza tipologia è costituita da colonne accoppiate a mezzo bullonatura, realizzate con profili SIGMA formati a freddo, con bandiere e piastre di base completamente smontabili. Il loro impiego prevalente è nella realizzazione di soppalchi ed edifici residenziali monopiano.

DETTAGLIO PIASTRA DI BASE COLONNE



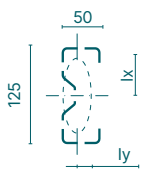
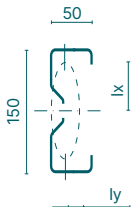
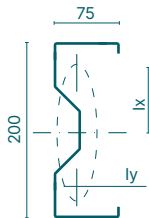
NB: annegare le barre M16 per 250 mm
Regolare in altezza con le piastre di spessoramento (ove necessario)

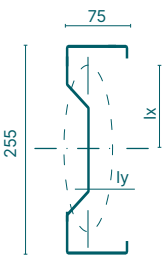
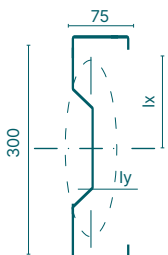
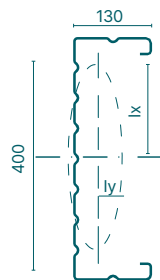


A sinistra dettaglio di assemblaggio della piastra di base per una colonna in profilo aperto CFS accoppiata a mezzo bullonatura. A destra particolari della colonna montata (piastre per travi e controventi, ancoraggio della piastra di base)

Travi principali e secondarie

Gli elementi portanti orizzontali (travi principali e secondarie) vengono realizzate con i profili della linea System Structura di produzione Scaffsystem: travi profilate e forate a passo 25/50 mm, spessore che varia tra i 3 e i 4 mm, verniciate, zincate sendzimir o rivestite in magnelis (come visto precedentemente). Il dimensionamento delle orditure primarie e secondarie viene eseguito attraverso il calcolo strutturale.

SCHEMA TRAVE BEAM SECTION							
Tipo/Type		Sigma 125	Sigma 125	Sigma 150	Sigma 150	Sigma 200	Sigma 200
Spessore/Thickness	mm	3	4	3	4	3	4
Base/Base	mm	50	50	50	50	75	75
Altezza/Height	mm	125	125	150	150	200	200
Peso teorico/Weight	Kg/mt	5,48	7,31	6,17	8,23	8,71	11,3
$W_x - x / W_x - x$	cm ³	22,52	28,92	30,00	38,88	50,94	77,48
J_x / J_x	cm ⁴	140,30	180,78	225,03	291,66	599,39	774,78
Area/Surface	cm ²	6,063	7,95	6,82	8,97	10,50	13,80

SCHEMA TRAVE BEAM SECTION							
Tipo/Type		Sigma 255	Sigma 255	Sigma 300	Sigma 300	Mensola 400	Mensola 400
Spessore/Thickness	mm	3	4	3	4	3	4
Base/Base	mm	75	75	75	75	130	130
Altezza/Height	mm	255	255	300	300	400	400
Peso teorico/Weight	Kg/mt	10,08	13,25	11,09	14,6	16,91	22,55
$W_x - x / W_x - x$	cm ³	89,03	116,65	113,21	148,61	270,77	372,07
J_x / J_x	cm ⁴	1135,16	1487,25	1698,16	2229,12	5415,24	7441,46
Area/Surface	cm ²	10,58	13,96	11,91	15,76	22,22	31,53

Configurazioni elementi principali

Per gli elementi principali, in ambito industriale, commerciale e residenziale si possono individuare quattro possibili configurazioni di partenza:

Solaio interpiano o falda unica

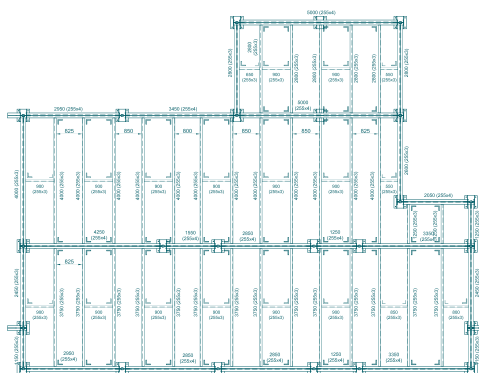
Doppia falda

Doppia falda con tirante

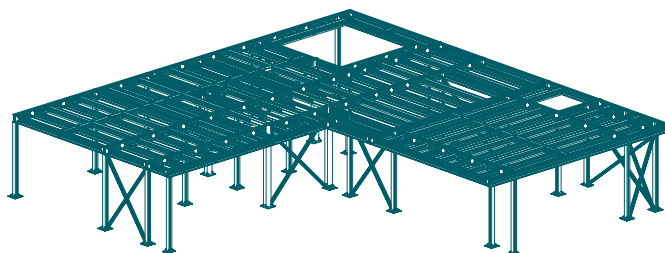
Capriata reticolare

Solaio interpiano o falda unica

Soluzione utilizzata per l'orditura primaria di soppalchi, solai e tettoie: travi principali realizzate con trave doppia SIGMA con sezione variabile in funzione dei carichi e delle luci di lavoro. Le luci di lavoro si intendono per solai fino a 7 m, carichi di lavoro per solai fino a 500 kg/mq, in funzione delle luci e delle sezioni in uso, luci di lavoro per tettoie fino a 15 m in funzione delle zone di installazione.

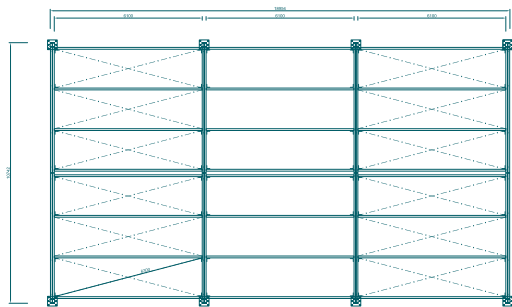


A sinistra esempio di orditura di un solaio. A destra una vista prospettica di un solaio realizzato con travi serie 200

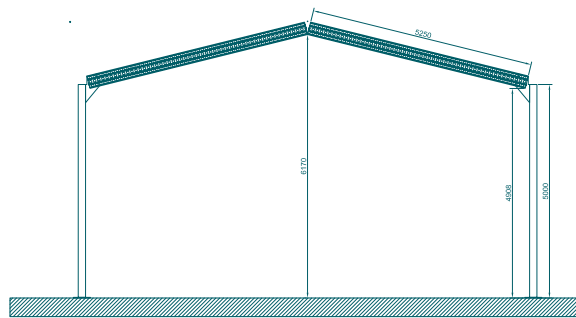


Doppia falda

Soluzione utilizzata per l'orditura primaria di tettoie, capannoni e residenziali, realizzata con trave doppia SIGMA con sezione in funzione di carichi e luci di lavoro (luci di lavoro da 10 a 13 m).



A sinistra esempio di orditura di una copertura a doppia falda per un capannone di piccole dimensioni. A destra vista in sezione del capannone

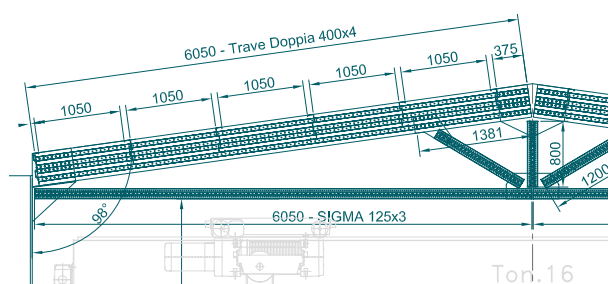




Realizzazione di una copertura a doppia falda per un capannone di piccole dimensioni

Doppia falda con tirante

Soluzione utilizzata per l'orditura primaria di tettoie, capannoni e locali commerciali, realizzata con trave doppia SIGMA con sezione doppia da 400mm e un tirante di sezione variabile in funzione del calcolo esecutivo (luci di lavoro da 14 a 18 m).

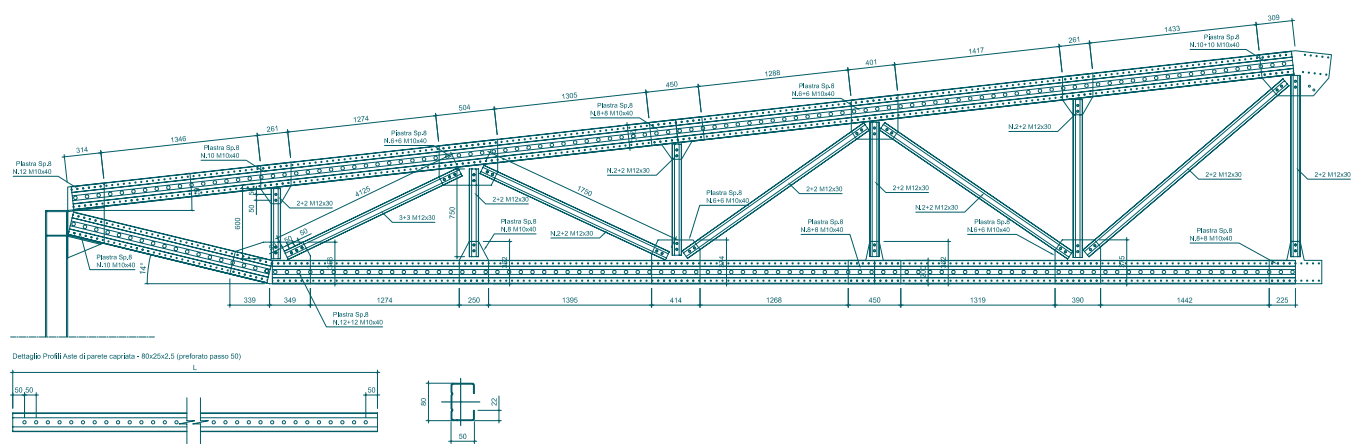


A sinistra esempio di orditura di una copertura a doppia falda con tirante per un capannone di medie dimensioni. A destra foto della realizzazione

Capriata reticolare

Soluzione utilizzata per l'orditura primaria di tettoie, capannoni e locali commerciali, realizzata con trave doppia SIGMA con sezione doppia da 200-300mm per correnti principali e SIGMA con sezione doppia da 125mm per le aste di parete (luci di lavoro da 20 a 30 m).

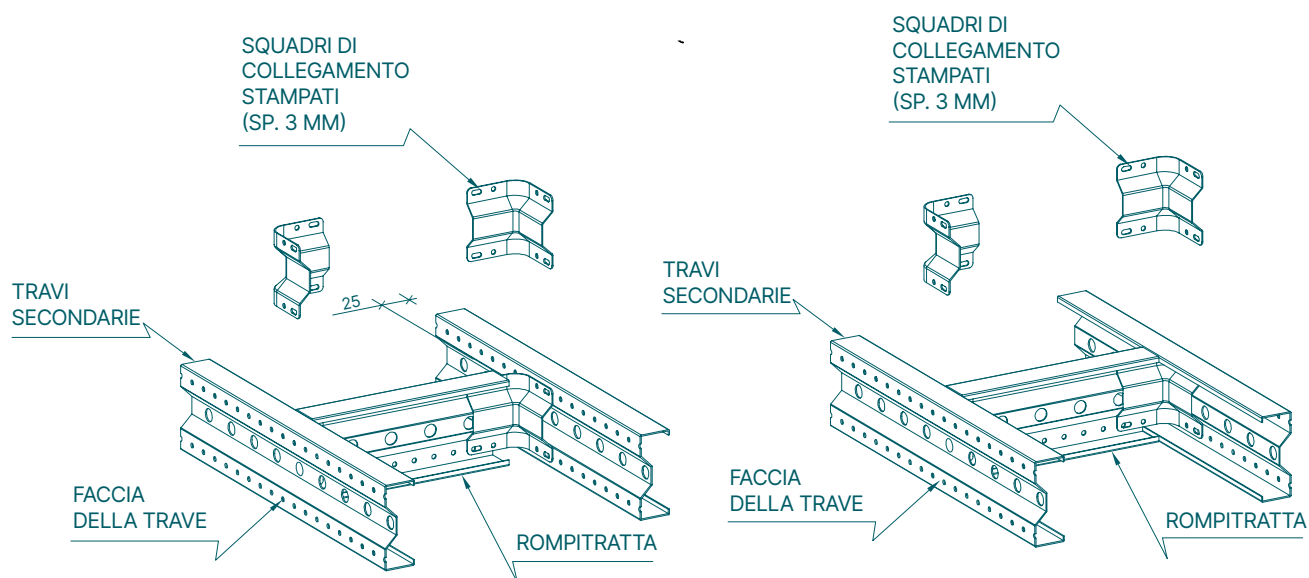
PARTICOLARI CAPRIATA



In alto esempio di orditura di una copertura a doppia falda capriata reticolare per un capannone di grandi dimensioni. In basso foto della realizzazione

Elementi secondari

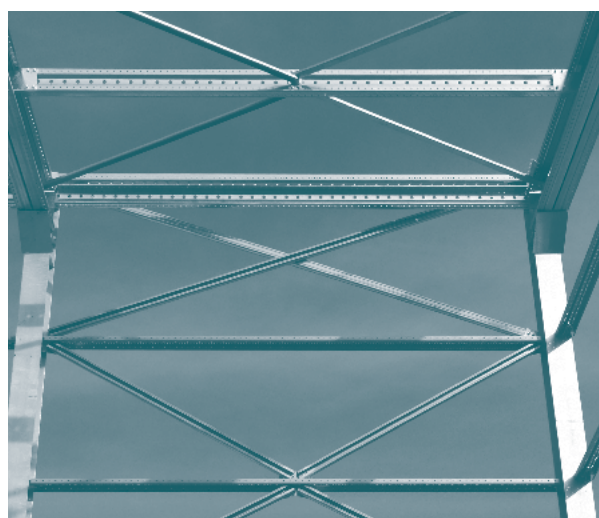
Anche gli elementi secondari vengono realizzati con profili SIGMA di opportuna sezione, con interposizione di rompitratta di irrigidimento.



In alto esempio di giunzione di un rompitratta tra due elementi secondari. In basso esempio di orditura secondaria in un soppalco/solaio

Controventature

Gli elementi di controventatura (orizzontali – di piano o di falda, e verticali) rappresentano dei sistemi di irrigidimento delle strutture in acciaio; il loro compito è quello di ridurre gli eccessivi spostamenti della struttura dovuti ad azione di tipo orizzontale (vento e sisma) e rappresentano degli elementi fondamentali per la sicurezza strutturale delle costruzioni. Nel sistema Scaffsystem, l'utilizzo di controventature avviene mediante l'impiego di profili formati a freddo di sezione variabile in funzione delle forze agenti sulla struttura, profili spesso accoppiati tra loro per aumentarne le caratteristiche di resistenza.



Esempi di controventature verticali (in alto) e di falda (in basso) realizzati con profili formati a freddo CFS

Elementi strutturali secondari

Elementi di baraccatura

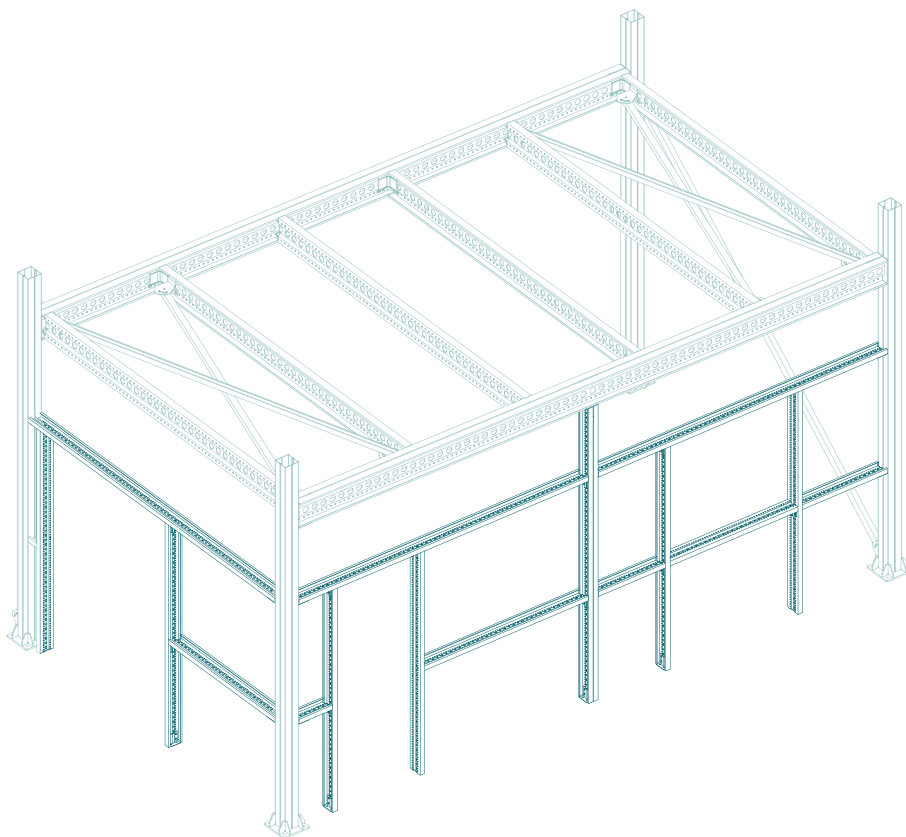
Gli elementi di baraccatura permettono il fissaggio delle pareti perimetrali e dell'involucro in generale alla struttura (in particolar modo nell'edilizia industriale con l'applicazione di pannelli coibentati del tipo sandwich); il loro compito è quello di assorbire le azioni del vento e trasmetterle agli elementi strutturali principali. Nel sistema Scaffsystem, l'utilizzo di elementi di baraccatura avviene mediante l'impiego di profili formati a freddo di sezione variabile in funzione delle forze agenti sulla struttura.

Esempio di baraccatura perimetrale e veletta superiore in un edificio industriale in fase di costruzione



Predisposizioni alle aperture perimetrali

Travi profilate e forate a passo costante di sezione 125 e 150, fissate alla struttura portante sono utilizzate per la creazione di inviti al fissaggio del telaio del serramento nei progetti in ambito residenziale.



Dettaglio di progetto con inserimento strutture di supporto alle aperture sul perimetro di un edificio residenziale

06

**L'INVOLUCRO
SECONDO KNAUF**

L'involucro L'avanguardia del costruire leggero

A livello mondiale stiamo assistendo a una crescente domanda per design architettonici sempre più creativi e versatili, che sta spingendo i progettisti e gli operatori del settore dell'edilizia verso sistemi costruttivi innovativi e a rivoluzionare il tradizionale modo di pensare alla costruzione degli edifici. Cresce di pari passo anche la necessità di costruire in modo rapido, efficiente e sostenibile, e i progettisti sono in prima linea in questo cambiamento. Idee più ambiziose, progetti ispirati e spazi sempre più belli, dove vivere e lavorare in salute e sicurezza. Lavorando da sempre a fianco dei progettisti per dare impulso alle innovazioni architettoniche, Knauf è riuscita a sviluppare prodotti, servizi e soluzioni all'avanguardia per le costruzioni leggere realizzate a secco.

Il sistema a secco per l'involucro edilizio Knauf Aquapanel ridefinisce lo standard nel mondo delle costruzioni, tra libertà estetica architettonica e prestazione.

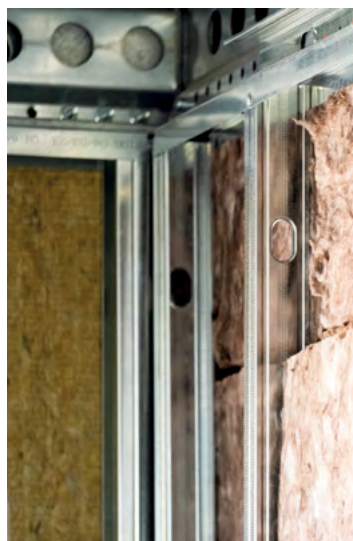
Le pareti esterne realizzate con il sistema a secco Knauf AQUAPANEL, definiscono nuovi standard in termini di resistenza, versatilità e prestazioni. Le superfici si modellano e si curvano permettendo di creare design d'avanguardia, e sono idonee per accogliere una vasta gamma di finiture: dalla pittura all'intonaco, dalle piastrelle al rivestimento decorativo.

La leggerezza che contraddistingue il sistema Knauf AQUAPANEL non solo consente di impiegarlo in molteplici contesti, comprese le opere di ristrutturazione e riqualificazione energetica, ma anche di lavorarlo con facilità per costruire velocemente e in sicurezza, in modo da venire incontro non solo alla parte progettuale

ma anche a quella dell'applicazione. Creare forme curve e soluzioni creative diventa più semplice con la lastra AQUAPANEL® Cement Board Outdoor che consente ai progettisti di introdurre una vasta gamma di forme, tra cui volte e archi e facciate curve.

Adottando le pareti leggere per esterno KNAUF Aquapanel non solo si riducono sensibilmente gli ingombri ma si hanno anche notevoli vantaggi in termini di flessibilità e integrabilità nell'involucro edilizio rispetto alle soluzioni costruttive tradizionali ma soprattutto in quelle più innovative come le soluzioni in acciaio leggero tipo Mechano advanced steel frame. Grazie al montaggio a secco si riescono ad ottimizzare tutte le fasi di cantiere, non solo nella chiusura dell'involucro dell'edificio, ma in un contesto di light steel frame, anche le fasi di progettazione e posa in opera del sistema strutturale, riducendo costi, tempi e andando in contro ai principi di sostenibilità e uso e riutilizzo della costruzione. I componenti sono infatti leggeri e facili da utilizzare e, grazie all'installazione "just in time", la costruzione si svincola dalle condizioni meteo e dai necessari tempi di costruzione dell'edilizia tradizionale.

Il sistema coniuga la pratica di installazione del sistema a secco tradizionale, incrementando le prestazioni di resistenza agli agenti atmosferici grazie all'utilizzo di specifiche orditure con trattamento in MgZ, teli tecnici per la tenuta all'acqua e l'uso della lastra in cemento fibro rinforzato Aquapanel Outdoor con ciclo di finitura. L'involucro edilizio Aquapanel fornisce già una protezione dagli agenti atmosferici una volta che i giunti tra le lastre Aquapanel sono stati stuccati e armati, fino a 6 mesi tra l'installazione



e le lavorazioni di finitura del sistema. I lavori all'interno, pertanto, possono avanzare simultaneamente alle finiture esterne, rendendo le fasi di cantiere più veloci ed efficienti. Il sistema Aquapanel garantisce massime prestazioni di tenuta agli agenti atmosferici, di isolamento termo-acustico e stabilità e resistenza sotto azione del sisma, permettendo di creare soluzioni versatili e dalle performance invidiabili. Nel dettaglio, la durabilità agli agenti atmosferici del sistema è valutata e asseverata dalla presenza di valutazioni tecniche europee (ETA) sia sul prodotto che sul sistema, che ne indagano il comportamento in camera climatica sotto condizionamento, prendendo a riferimento una vita utile nominale di 50 anni. La costruzione stratigrafica a secco permette, inoltre, la corretta gestione dei fenomeni di condensa interna ed interstiziale, così come le prestazioni invernali ed estive dell'involucro. In questo modo, è possibile garantire il corretto comfort interno dell'edificio, ottimizzando spazi e ingombri dei singoli componenti edili.

La concezione del sistema, di tipo stratigrafico a più componenti con materiale interposto in intercapedine, fornisce prestazioni acustiche eccellenti, fino a 67 dB, contribuendo al benessere e al comfort del costruito e dell'abitato. Grazie alla sua duttilità e alla sua intrinseca leggerezza, durante l'evento sismico, il sistema Knauf AQUAPANEL presenta un rischio di collasso inferiore rispetto ai materiali da costruzione tradizionali. Dai test effettuati presso accreditati laboratori di ricerca, il sistema involucro Aquapanel fornisce la massima sicurezza nei confronti delle azioni fuori piano e sia nei confronti degli spostamenti di interpiano, raggiungendo fasi critiche per condizioni difficilmente rappresentabili sul nostro territorio. Inoltre, rispetto alla maggior

parte degli altri sistemi costruttivi, la parete esterna Knauf è anche più facile da riparare e ricostruire e risulta quindi ideale proprio per l'uso in zone sismiche, in quanto il suo danneggiamento è nella maggior parte localizzato in singole porzioni. Utilizzando sistemi come Knauf AQUAPANEL è possibile ridurre il carico portante sulla costruzione primaria e sulle opere di fondazione. La differenza di peso rispetto ai metodi di costruzione tradizionali è significativa e si traduce in costi di progettazione e costruzione dell'edificio molto più bassi. La massima espressione di questi concetti si ha quando il sistema Aquapanel si combina con il sistema in light steel frame Mechano. I benefici coinvolgono anche un minore spreco d'acqua, mentre un tempo di asciugatura più rapido riduce al minimo la quantità di energia necessaria per asciugare la costruzione. Queste caratteristiche generano fin dall'inizio dei vantaggi rispetto ai costi di progetto. Inoltre, con le pareti esterne Knauf si ottengono elevate prestazioni termiche ma con uno spessore di parete ridotto. In questo modo si aumenta quindi la superficie interna disponibile per la vendita o la locazione, garantendo così un ritorno sugli investimenti maggiore e più veloce. Risulta pertanto indubbio il vantaggio di utilizzo di tecnologie a secco nei confronti dei temi della sostenibilità, in quanto, l'uso di materiali corredati da EPD, combinato al ridotto utilizzo di acqua e alle ridotte emissioni di CO2 per il trasporto, fornisce e propone nel panorama italiano ed internazionale una soluzione a durabilità elevata e a ridotto impatto ambientale, sostenibile e in un futuro facilmente modificabile, smontabile e riprogettabile, in un'ottica di economia circolare basata sul remanufacturing.



07

**LANE MINERALI
KNAUF INSULATION**

Lane minerali per l'isolamento dei sistemi a secco

L'avanzamento tecnologico nella progettazione dell'involucro edilizio e dei divisori interni ha portato alla massimizzazione delle prestazioni di ogni singolo componente stratigrafico. L'ottimizzazione dell'ingombro di ogni elemento condiziona una scelta accurata dei materiali, valutati sia singolarmente che nell'insieme del sistema in cui si inseriscono. La stratificazione a secco, risultato di questo avanzamento tecnologico, permette il raggiungimento di prestazioni elevate con il minimo utilizzo di spazio, grazie anche alla sinergia dei componenti stratigrafici. Il sistema light steel frame Mechano utilizza lastre Knauf e isolanti in lana minerale Knauf Insulation proprio con l'obiettivo di massimizzare le prestazioni con materiali altamente tecnologici e prestazionali. Le lane minerali, infatti, costituiscono l'elemento isolante che sfrutta le intercapedini create dalla struttura per consentire il raggiungimento di alte prestazioni, senza sprecare spazio e permettendo lo sviluppo di un sistema ottimizzato nella sua posa come nel suo disassemblaggio e riuso. I prodotti in lana minerale Knauf Insulation nascono da materie prime naturali e inerti, senza l'utilizzo di materiale organico, da cui derivano i principali vantaggi prestazionali e applicativi. Le fibre che compongono i prodotti isolanti sono idrorepellenti e inattaccabili da batteri e funghi, garantendo la durabilità del prodotto nel tempo. Le prestazioni termiche sono date da infinite minuscole intercapedini d'aria in stato di quiete: grazie a questo, le prestazioni d'isolamento vengono mantenute a lungo negli anni. La prestazione termica di ogni prodotto Knauf Insulation è garantita da un valore Lambda Dichiarato che oggi, grazie all'avanzamento tecnologico, è molto performante e permette, con spessori ridotti, un ottimo isolamento termico. Le lane minerali, a differenza di altri materiali isolanti in commercio, garantiscono un ventaglio di prestazioni e vantaggi non limitandosi al solo isolamento termico in regime invernale:

1. Performance termiche: elevato potere isolante sia in regime invernale che estivo.

2. Protezione dal fuoco: le lane minerali sono classificate in Euroclasse A1 di reazione al fuoco (incombustibili).

3. Performance Acustiche: la lana minerale possiede elevate proprietà di fonoisolamento e fonoassorbimento grazie alla sua struttura elastica e alla sua elevata porosità.

4. Resistenza all'acqua: la struttura fibrosa della lana minerale è idrorepellente e inattaccabile da funghi e batteri.

5. Salubrità: le fibre in lana minerale non sono pericolose e la salubrità viene garantita da certificazioni di ente terzo su base volontaria (EUCEB).

6. Riciclabilità: la lana minerale è un materiale riciclabile e riutilizzabile.

7. Resistenza meccanica: i pannelli in lana minerale per applicazioni specifiche garantiscono elevate performance di resistenza meccanica a carichi concentrati e distribuiti.

Isolamento termico e acustico

Gli isolanti in lana minerale, grazie al loro Calore Specifico, ai bassi valori di Lambda e all'alta densità, permettono non solo di isolare l'involucro in regime invernale ma anche in quello estivo, contribuendo all'innalzamento dell'inerzia termica dell'intera stratigrafia. Inoltre, sono materiali altamente traspiranti che, quindi, non compromettono la traspirabilità dell'elemento. Mettendo a sistema isolanti in lana minerale Knauf Insulation e lastre Knauf si garantisce il raggiungimento di valori di sfasamento e attenuazione ottimali. Allo stesso tempo, vista la natura fibrosa e porosa delle lane minerali, è possibile raggiungere valori di isolamento acustico elevati e contribuire ad aumentare il potere fonoisolante di un elemento costruttivo, sia esso perimetrale (parete e/o copertura) o interno (divisorio e/o soffitto).

Protezione dal fuoco

L'attenzione alla reazione al fuoco dei materiali isolanti impiegati in edilizia non è più trascurabile. I prodotti isolanti in lana minerale, sia di roccia che di vetro, sono tra i pochissimi materiali esistenti ad essere classificati come incombustibili (Euroclasse A1) senza processi industriali specifici ma naturalmente. Infatti, le fibre derivano da materiale inerte e incombustibile per natura e il prodotto finito non contiene materiale organico se non in percentuali bassissime (legante termoindurente). Tutto questo si traduce in prodotti che non contribuiscono in nessun modo all'eventuale incendio e non produrranno ne fumi tossici né gocciolamento di materiale incandescente.

Riciclabilità

La tecnologia Mechano Steel Frame vede tra i suoi principali vantaggi la riciclabilità e il disassemblaggio degli elementi che lo compongono. I materiali isolanti Knauf Insulation sono riciclabili al 100% a fine vita e possono essere riutilizzati in altre applicazioni, nella maggior parte dei casi. Grazie a queste caratteristiche è possibile adattarsi facilmente alle prescrizioni date dai principali protocolli e dalle normative sulla sostenibilità esistenti.

Resistenza meccanica

Ogni diversa applicazione può richiedere o meno specifiche prestazioni di resistenza meccanica, anche e soprattutto all'elemento isolante. Knauf Insulation riesce a garantire queste prestazioni

grazie all'uso di tecniche produttive all'avanguardia che attribuiscono al pannello isolante finito le giuste caratteristiche. È possibile l'impiego di isolanti in lana minerale Knauf Insulation in tutte le applicazioni tipiche di un edificio. Dall'isolamento delle pareti perimetrali, sia in intercapedine che a cappotto termico, all'isolamento di coperture, sia inclinate che piane. Inoltre, le lane minerali sono caratterizzate da una elevata stabilità dimensionale, importante soprattutto in applicazioni a cappotto termico e in copertura.

Tutte le caratteristiche citate rendono gli isolanti in lana minerale Knauf Insulation la migliore soluzione per l'isolamento performante, sicuro e sostenibile del sistema a secco Mechano Advanced Steel Frame.



08

LE STRATIFICAZIONI



Pacchetti tecnologici

Chiusure verticali

Chiusure verticali

- CV 01 – CHIUSURA VERTICALE
- CV 02 – CHIUSURA VERTICALE

Partizioni verticali

- PV 01 – CHIUSURA VERTICALE DIVISORIA INTERNA
- PV 02 – CHIUSURA VERTICALE DIVISORIA INTERNA

Chiusure orizzontali

Piane

- CO 01 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA PIANA
- CO 02 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA PIANA
- CO 03 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA PIANA - TETTO GIARDINO

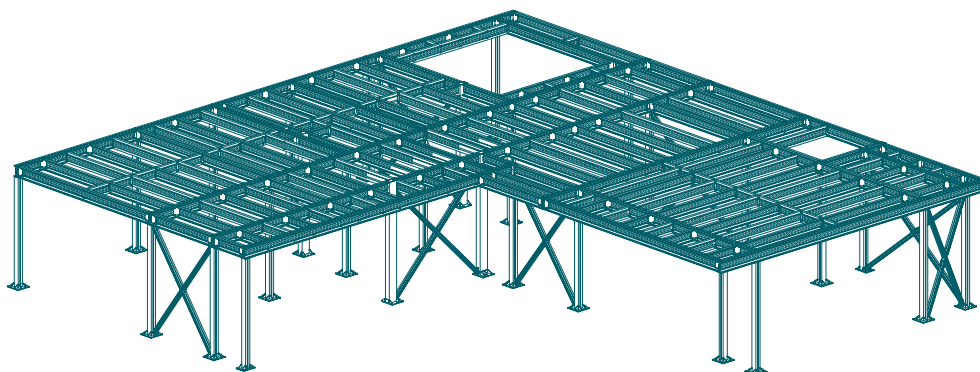
Inclinate

- CO 04 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA INCLINATA - SANDWICH E COPPO
- CO 05 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA INCLINATA - SANDWICH
- CO 06 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA INCLINATA

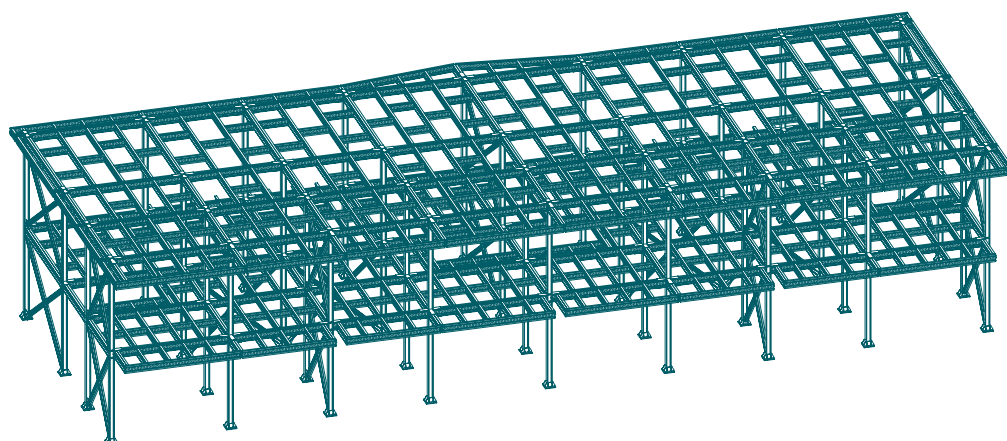
Solai

- SOP 01 – SOLAIO INTERPIANO - LAMIERA E GETTO
- SOP 02 – SOLAIO INTERPIANO - SOLUZIONE A SECCO

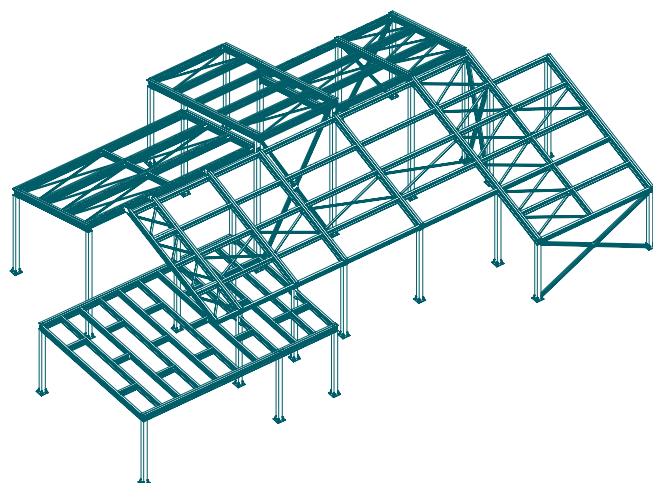
Tipologie di fabbricati realizzate mediante utilizzo del sistema Mechano advanced steel frame



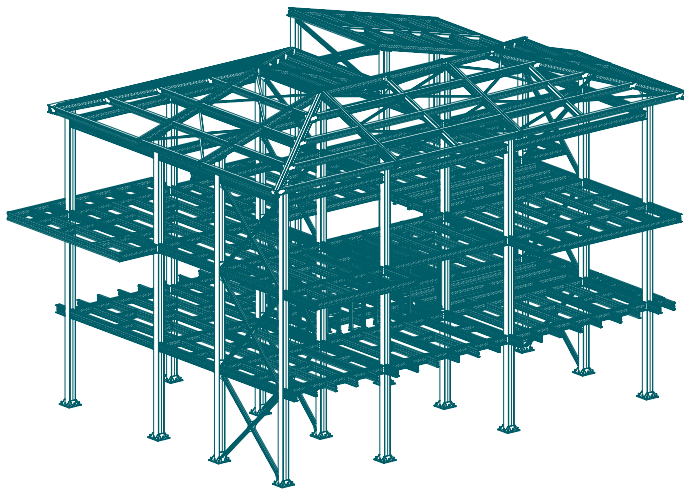
Struttura monopiano con tetto piano



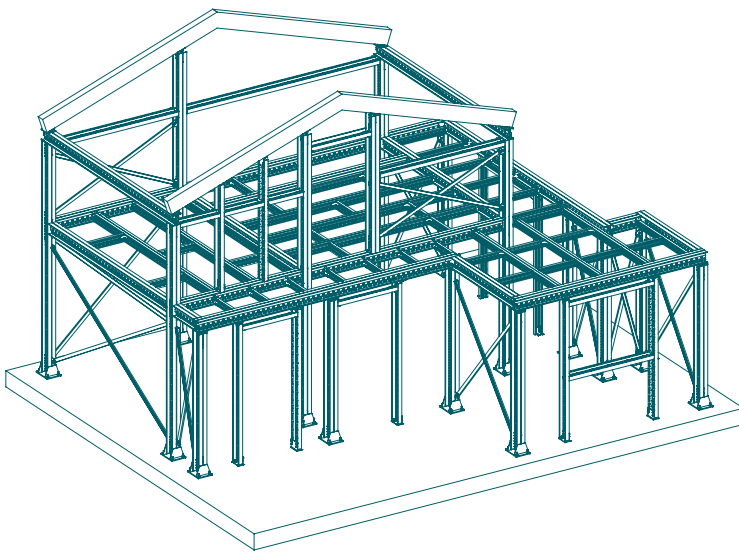
Struttura multipiano con tetto piano



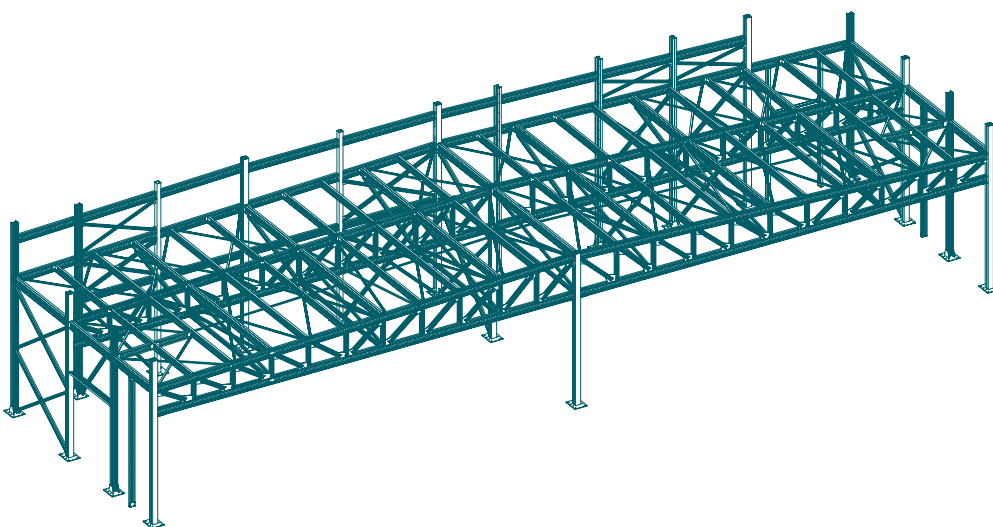
Struttura monopiano con tetto a falde



**Struttura multipiano
con tetto a falde**



**Struttura multipiano
con tetto a falde in legno**



**Struttura a grandi
luci monopiano**

Il contesto climatico e applicativo

Scaffsystem è lo scheletro portante, debitamente dimensionato ai carichi agenti, a cui addossare un involucro stratificato interno (che si interfaccia col microclima dello spazio abitato) e un involucro stratificato esterno (che si interfaccia col macroclima dell'ambiente esterno).

In questo manuale tre diverse città - Milano, Roma, Ostuni - rappresentative delle zone del microclima italiano sono state esaminate. Il **clima** esterno influisce largamente sulle tecnologie. Le analisi climatiche consentono di:

- Analizzare l'impatto (sulla domanda di raffreddamento / riscaldamento) delle RES in base alla localizzazione geografica;
- Normalizzare il fabbisogno energetico per le stagioni di riscaldamento e raffreddamento.

Le analisi su diverse fasce climatiche consentono

di analizzare una serie di tecnologie secondo le indicazioni del DPR 26/08/1993 n. 412, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 242 del 14/10/1993, S.O. n. 96 e successive modificazioni e integrazioni.

L'**analisi dei dati** si basa sulla classificazione climatica proposta da Köppen-Geiger attraverso una classificazione per località e sottogruppo climatico e divide i climi in cinque gruppi principali:

- A (tropicale);
- B (secco);
- C (temperato);
- D (continentale);
- E (polare).

Ad ogni gruppo è accostata una seconda lettera che indica il tipo di precipitazione stagionale, e una terza che ne indica il livello di calore. Tuttavia, anche i microclimi di specifiche aree all'interno di zone climatiche possono variare: topografie, corpi idrici, vegetazione e contesto del sito.

Le analisi climatiche consentono di verificare le prestazioni dei pacchetti tecnologici in conformità con le norme vigenti

ZONA CLIMATICA



GRADI GIORNO [GG]

- ZONA A**
GG ≤ 600 [LAMPEDUSA, PORTO EMPEDOCLE]
- ZONA B**
601 ≤ GG ≤ 900 [AGRIGENTO, REGGIO CALABRIA, MESSINA, TRAPANI]
- ZONA C**
901 ≤ GG ≤ 1400 [NAPOLI, IMPERIA, TARANTO, CAGLIARI]
- ZONA D**
1401 ≤ GG ≤ 2100 [FIRENZE, FOGGIA, ROMA, ANCONA, ORISTANO]
- ZONA E**
2101 ≤ GG ≤ 3000 [AOSTA, TORINO, MILANO, BOLOGNA, L'AQUILA]
- ZONA F**
GG ≤ 3001 [BELLUNO, CUNEO]



Le stratificazioni a secco

Le analisi climatiche realizzate sulle tecnologie sono state condotte seguendo le indicazioni del DPR 26/08/1993 n. 412, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 242 del 14/10/1993, S.O. n. 96 e successive modificazioni e integrazioni, definendo il periodo di accensione dell'impianto di riscaldamento e per quante ore al giorno. La normativa impone l'obbligo di verifiche termo igrometriche che prevedono la **verifica in assenza di condensa interstiziale e assenza del rischio di formazione di muffa**.

Le analisi termiche eseguite attraverso il metodo numerico agli elementi finiti sono state svolte su dettagli costruttivi. La verifica consiste nell'**analisi termica ed igrometrica di punti critici** con il software *Dartwin Mold Simulator Dynamic* in grado di eseguire calcoli secondo le normative **UNI vigenti** in materia¹. Le simulazioni svolte hanno permesso il calcolo agli elementi finiti delle soluzioni conformi (secondo UNI EN ISO 10211:2008) suddividendo il modello in singoli elementi di calcolo (appartenenti ad un *mesh*) che permettono, tramite un risolutore basato su metodi numerici, di calcolare la ripartizione delle temperature e dei flussi di energia attraverso ogni elemento del modello di calcolo. Il software ha permesso, quindi, di calcolare la ripartizione dei flussi termici all'interno di una generica sezione, indipendentemente dalla sua forma o dalla sua complessità determinando i seguenti output:

- Temperature superficiali in ogni punto;
- Punti con temperatura minima superficiale e valori;
- Fattore minimo di temperatura (fRsi) negli stessi punti;
- Valore, calcolato in automatico, del ponte termico interno ed esterno (PSI).

Per ogni soluzione analizzata, si riportano le stratigrafie dettagliate e i materiali utilizzati per il calcolo delle dispersioni tenendo conto dei requisiti ambientali definiti dai **Criteri Ambientali Minimi (CAM)**² in materia di sostenibilità ambientale lungo il ciclo di vita. Come riferimento per le attività di progettazione attraverso le analisi agli elementi finiti è stato realizzato un **abaco di soluzioni innovative**

in acciaio, Scaffsystem, e con **sistemi di involucro edilizio**, Knauf, definendo soluzioni costruttive a secco tecnologicamente avanzate per progetti di edilizia residenziale, sociale e commerciale.

Più in dettaglio si descrivono le **condizioni al contorno usate per le simulazioni** e il metodo di verifica del comfort igrotermico e delle prestazioni energetiche degli elementi costruttivi.

Le resistenze termiche superficiali (liminari) tengono conto degli scambi di calore per convezione e per irraggiamento che avvengono tra la superficie e l'aria interna (Rsi) e tra la superficie e l'aria esterna (Rse). Esse dipendono essenzialmente dal grado di esposizione e dalla finitura superficiale delle superfici. Il coefficiente di scambio termico convettivo e radiativo, infatti, dipende rispettivamente dalla velocità dell'aria, l'uno, e dall'emissività emisferica della superficie e dal coefficiente di irraggiamento del corpo nero, l'altro. Il coefficiente di irraggiamento del corpo nero, a sua volta, risulta funzione della temperatura termodinamica media della superficie e delle superfici limitrofe. Sono normate dalla UNI EN ISO 6946:2018 a seconda della direzione del flusso di calore.

I valori utilizzati per le simulazioni tengono conto della direzione del flusso termico e dei valori del coefficiente di irraggiamento del corpo nero valutato a 20°C per la resistenza superficiale interna e 10°C per la resistenza superficiale esterna, con velocità dell'aria pari a 4 m/s. Per quanto concerne la resistenza termica di intercapedini, ciascuna cavità o intercapedine contribuisce con una propria resistenza che risulta essere fortemente influenzata dalla velocità dell'aria stessa. All'interno dell'intercapedine avvengono scambi di tipo convettivo e radiativo: la componente convettiva della resistenza termica dell'intercapedine diminuisce all'aumentare della velocità dell'aria. Le intercapedini normalmente presenti in edilizia hanno, tipicamente, una resistenza termica pari a 0,16 m²K/W nel caso di solai di copertura (flusso termico ascendente) e 0,18 m²K/W nel caso di pareti (flusso termico orizzontale). Il software permette

¹ UNI EN ISO 10211:2008 "Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali"; UNI EN ISO 13788:2013 "Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per l'edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale" per valutare le temperature superficiali critiche per il rischio di muffe/condense; UNI EN ISO 10077-1:2007 e EN ISO 10077-2:2003 "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica.

² Decreto 23 giugno 2022 - Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.

CONDIZIONI AL CONTORNO

Condizioni al contorno considerate per le simulazioni in Dartwin Mold Simulator Dynamic

	Resistenza superficiale [m ² K/W]	T contorno [°C]	Umidità relativa [%]	FI saturazione	Emissività superfici [adm]
INTERNO (i)	0,125	20*, 0**	55	80	0,9
ESTERNO (e)	0,04	-5°C	80	0	0,9

* Temperature esterne invernali di progetto della città di Milano.

** Temperature esterne invernali di progetto delle città Roma e Ostuni.

TABELLE RIASSUNTIVE

Schema riassuntivo delle U limite minime consentite da normativa

Chiusure Verticali			Chiusure Orizzontali			Chiusure Orizzontali Controtterra			Chiusure Trasparenti		
Zone climatiche	U [W/m ² K]		Zone climatiche	U [W/m ² K]		Zone climatiche	U [W/m ² K]		Zone climatiche	U [W/m ² K]	
	2015	2019/2021		2015	2019/2021		2015	2019/2021		2015	2019/2021
A, B	0,45	0,43	A, B	0,38	0,35	A, B	0,46	0,44	A, B	3,20	3,00
B	0,38	0,34	B	0,36	0,33	B	0,40	0,38	B	2,40	2,20
C	0,34	0,29	C	0,30	0,26	C	0,32	0,29	C	2,00	1,80
E	0,30	0,26	E	0,25	0,22	E	0,30	0,26	E	1,80	1,40
F	0,28	0,24	F	0,23	0,20	F	0,28	0,24	F	1,50	1,10

SCHEMA RIASSUNTIVO

Schema riassuntivo delle qualità prestazionali in base alle prestazioni e allo sfasamento h

Sfasamento [h]	Fattore d'attenuazione	Prestazioni	Qualità prestazionale
$\Phi > 12$	$Fa < 0,15$	Ottime	I
$12 > \Phi > 10$	$0,15 < Fa < 0,30$	Buone	II
$10 > \Phi > 8$	$0,30 < Fa < 0,40$	Medie	III
$8 > \Phi > 6$	$0,40 < Fa < 0,60$	Sufficienti	IV
$\Phi < 6$	$Fa > 0,60$	Mediocri	V

l'attribuzione di specifici valori di resistenza termica sia per cavità presenti in elementi tecnici, facendo riferimento alla sopra citata norma UNI EN ISO 6946:2018.

La **trasmissione termica U**, misurata in W/m^2K , permette di analizzare il comportamento degli elementi edilizi. Si tratta di un valore che fa riferimento a un calcolo effettuato in regime stazionario, in considerazione i dati medi di temperatura interna ed esterna. La norma di riferimento per il calcolo della trasmissione termica è la UNI EN ISO 6946:2018, per cui minore è il valore riferito al pacchetto di involucro e minore sarà il flusso di calore passante attraverso all'elemento considerato. Nelle "Tabelle riassuntive" si riportano i valori dei parametri caratteristici di riferimento per la progettazione di edifici nuovi l'Appendice A (Allegato 1, Capitolo 3) del Decreto Interministeriale n.192 -26/06/2015.

La **trasmissione termica periodica Yie**, misurata W/m^2K , è fondamentale per la descrizione delle caratteristiche fisico-tecniche di un progetto e viene calcolata in regime dinamico per comprendere la capacità dell'elemento tecnologico di sfasare il flusso termico che lo attraversa nell'arco delle 24h. In particolare, il DM 26/06/2015, definito e determinato secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti, riporta i valori limite al fine limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti. Prevede che si valutino i parametri e prestazioni per pareti verticali e orizzontali opache che si trovano in tutte le aree con irradianza maggiore di $290W/m^2$ nel mese di massima insolazione. Per le pareti verticali opache, non orientate a Nord, Nord-Ovest, Nord-Est, il progettista può scegliere se adottare strutture dotate di massa superficiale superiore ai $230 kg/m^2$, di cui al comma 29 dell'allegato A, o strutture caratterizzate da un valore di trasmissione termica periodica $Yie < 0,10W/m^2k$, di cui alla lettera d), del comma 2, dell'art. 2*, del presente decreto. Per le pareti opache orizzontali ed inclinate è previsto il solo rispetto del limite di trasmissione termica periodica $Yie < 0,18 W/m^2k$.

Il decreto n.59 del 2 aprile 2009 all'art. 2 richiede, per le pareti più esposte all'irraggiamento, che la massa superficiale sia quindi maggiore di $230kg/$

m^2 e che la trasmissione termica periodica Yie sia minore di $0,10 W/m^2k$. Nel rispetto dei valori limite di trasmissione termica periodica (riportati nelle Tabelle riassuntive) è possibile definire la categoria del pacchetto considerato ottenendone la prestazione nel periodo estivo.

Lo **sfasamento ϕ** , secondo quanto previsto dal DM 26/06/2009, è definito come la differenza di tempo tra l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie esterna dell'involucro e l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie interna. È importante avere uno sfasamento di almeno 8 ore e non minore di 10 ore nelle zone geografiche con climi estivi più severi. Con questi valori di sfasamento infatti, il calore entrerà nelle ore notturne durante le quali può essere smaltito con ricambi di aria.

Il **fattore di attenuazione fa** rappresenta il rapporto tra la trasmissione periodica Yie e la trasmissione stazionaria U . Corrisponde al rapporto tra il massimo flusso termico entrante nell'ambiente interno ed il massimo della temperatura dell'ambiente esterno. Il DPR 59/09, all'art. 4 comma 17, fornisce prescrizioni in merito ai fenomeni di **condensazione superficiale e interstiziale**. Qualora non esista un sistema di controllo dell'umidità relativa interna, questa sarà assunta pari a 65% con una temperatura interna pari a $20^{\circ}C$. È spesso correlata all'isolamento termico col fine di mantenere le temperature superficiali interne superiori al punto critico di rugiada, e a una corretta ventilazione degli ambienti per ridurre l'umidità relativa interna. La condensa interstiziale si forma quando si creano condizioni di temperatura e di pressione all'interno della parete tali da raggiungere le condizioni di rugiada. Per studiare i fenomeni di condensa del vapore viene utilizzato il **metodo di Glaser** che consente, una volta fissate le condizioni termigrometriche interne ed esterne, di verificare la presenza di condensazione di vapore acqueo su una struttura piana.

I risultati ottenuti dal calcolo agli elementi finiti sono rappresentati attraverso i principali parametri quantitativi e grafici di distribuzione del flusso termico (con linee isoterme) e delle temperature dell'elemento analizzato ai fini delle verifiche igrotermiche e delle dispersioni termiche.

Isolamento acustico nelle strutture leggere

Tantissime persone sono esposte quotidianamente ad un vero e proprio bombardamento acustico, un livello eccessivo di rumore che ha delle pesanti ripercussioni sul benessere collettivo. Non solo di giorno, ma anche nelle ore notturne. Il rumore costante del traffico, le voci, la musica ad alto volume e tutti gli altri tipi di rumore provenienti dall'esterno, contribuiscono ad incrementare l'inquinamento acustico.

Ma perfino i rumori interni, come un colpo di martello, un oggetto che cade pesantemente, il trascinarsi dei mobili e i passi che rimbombano sui solai, producono inquinamento acustico. Per tutelare le persone dai rumori prodotti all'interno e all'esterno dell'edificio in cui abitano o lavorano, ormai non si può più prescindere da un buon isolamento acustico.

Le lastre Knauf ad alta densità e tecnologicamente avanzate insieme agli isolanti in lana minerale Knauf Insulation, forti di una struttura fibrosa a celle aperte, di una elasticità naturale e di una notevole resistenza ai flussi d'aria, costituiscono un sistema in grado di risolvere qualsiasi tipo di problematica acustica, sia interna che esterna, e di garantire livelli di comfort ottimali.

Quadro normativo di riferimento

La legge 447/95 "legge quadro sull'inquinamento acustico" stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dal rumore prodotto dall'ambiente esterno e dall'ambiente abitativo, ai sensi e per gli effetti dell'Art. 117 della Costituzione". In attuazione dell'Art. 3 di tale legge è stato emanato il DPCM 05/12/1997, il decreto attuativo che determina i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, in funzione della classificazione d'uso degli immobili. La norma individua i limiti, espressi in decibel, dei requisiti acustici passivi, cioè le prestazioni acustiche che gli edifici di nuova costruzione devono possedere. Nel 2010 è stata, inoltre, pubblicata la norma tecnica UNI 11367 - Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera. Si tratta di una norma volontaria ancora non cogente, con cui è possibile effettuare la classificazione acustica delle unità immobiliari, sul modello di quanto avviene per la classificazione energetica.

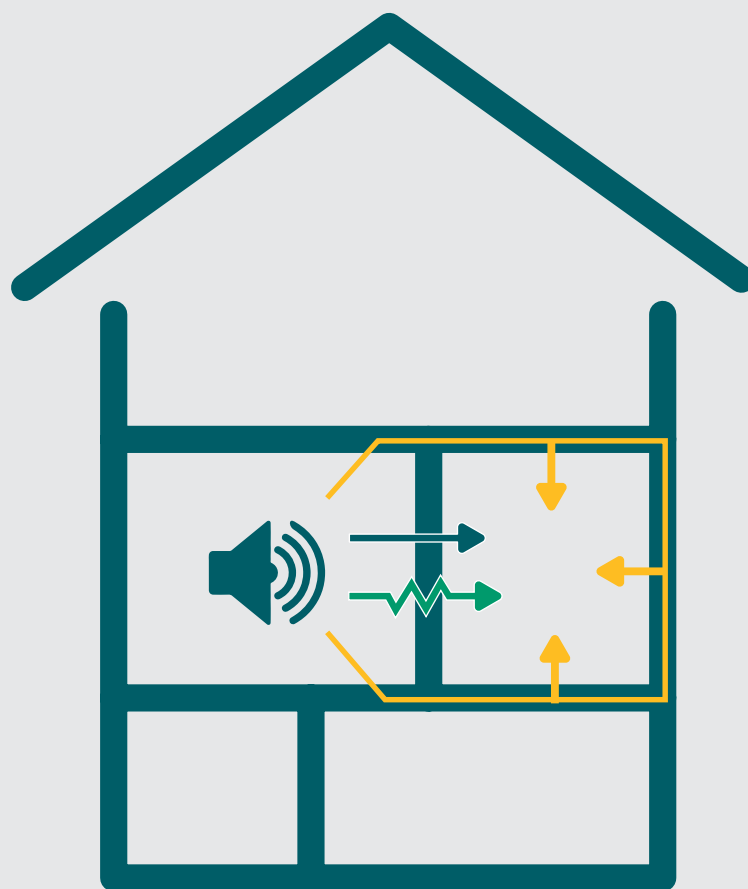
CATEGORIE EDIFICI	PARAMETRI [db]				
	R'_w	$D_{2m,nT,W}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
Ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55	45	58	35	25
Residenze, alberghi, pensioni o attività assimilabili	50	40	63	35	35
Attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50	48	58	35	25
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali o assimilabili	50	42	55	35	35

Trasmissione del rumore attraverso una parete

Per combattere l'inquinamento acustico in un'abitazione o in un edificio, è necessario prima di tutto capire come si diffonde il rumore. Quando un'onda sonora incontra una parete, la sua energia incidente è divisa in tre parti: Nel primo caso (trasmissione di energia attraverso la parete) il rumore viene trasmesso direttamente

attraverso gli elementi costruttivi (pavimento, soffitto, parete divisoria, finestre). Viene anche trasmesso indirettamente (o lateralmente) attraverso gli elementi costruttivi non divisori tra la sorgente del rumore e il luogo in cui viene percepito. Le trasmissioni parassite sfruttano, infine, le imperfezioni localizzate (quadri elettrici, ecc.) e i difetti di tenuta all'aria (crepe nelle pareti, assenza di guarnizioni per finestre, ecc.)

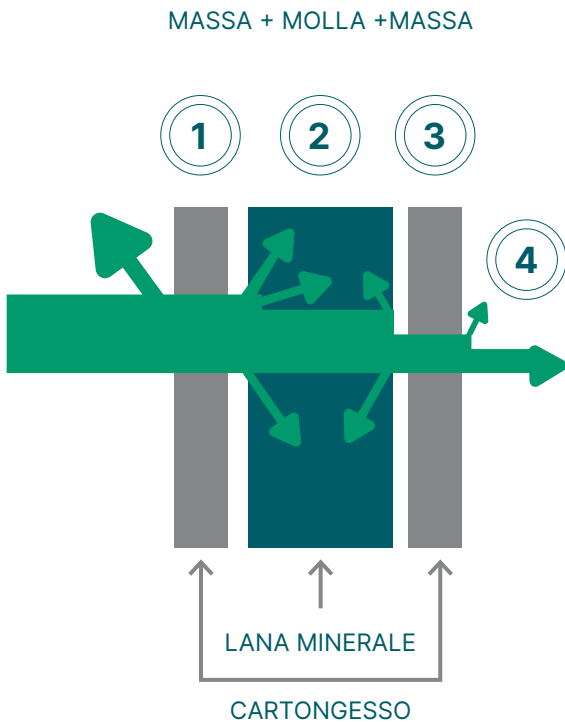




- TRASMISSIONE DIRETTA
- TRASMISSIONE PARASSITA
- TRASMISSIONE INDIRETTA [O LATERALE]

Trasmissione del rumore attraverso una struttura leggera

Il cosiddetto principio della “massa-molla-massa” si basa sull’interposizione, tra due elementi massivi, di un elemento smorzante (la “molla”). Le onde sonore creeranno vibrazioni passando attraverso il primo elemento massivo, che verranno assorbite dalla molla e quindi smorzate al passaggio attraverso la seconda massa.



1. La prima lastra (o combinazione di lastre) funge da “massa”, riflette parte del rumore e ne lascia passare un'altra
2. Il rumore viene trasmesso alla lana minerale che ammortizza, assorbe e riduce l'ampiezza dell'onda, è la “molla”
3. La seconda lastra (o combinazione di lastre) si oppone ulteriormente al passaggio del rumore
4. Il rumore attenuato viene trasmesso nell'ambiente adiacente

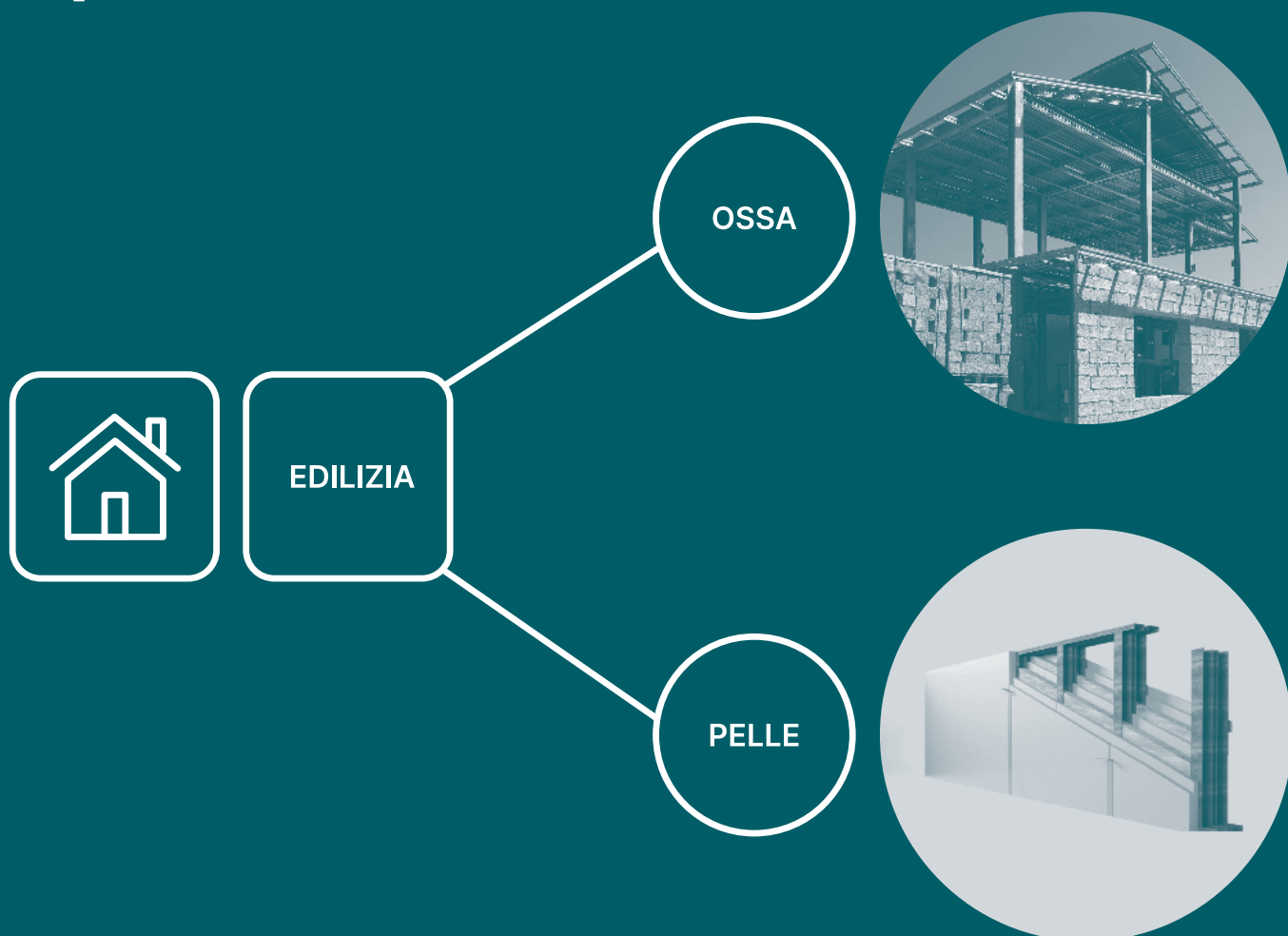
Prove di laboratorio e certificati acustici

Il miglior modo di prevedere il comportamento acustico di una struttura è tramite prove di laboratorio eseguite su provini che ricalcano totalmente o in parte la struttura che verrà realizzata. Le prove di laboratorio avvengono su strutture slegate dagli elementi vicini (soffitto e pareti) in modo da non condizionare il risultato dalle caratteristiche di questi elementi e valutare la prestazione del singolo provino. Questo

comporta che il risultato restituirà un indice di valutazione del potere fonoisolante (R_w) maggiore rispetto a quello misurato in opera (R'_w) ma che permette di confrontare le diverse soluzioni. È quindi necessario scegliere soluzioni con indice di valutazione del potere fonoisolante R_w maggiore di circa 5dB rispetto al valore di progetto.

Nelle pagine successive vengono indicati i valori di isolamento acustico (R_w) delle stratigrafie proposte, laddove disponibili.

Strutture in acciaio leggere e sistemi a secco per un'edilizia di qualità superiore





Pacchetti tecnologici

Chiusure verticali

**Stratigrafie
emblematiche in Italia**

Chiusure verticali

- CV 01 – CHIUSURA VERTICALE
- CV 02 – CHIUSURA VERTICALE

Partizioni verticali

- PV 01 – CHIUSURA VERTICALE DIVISORIA INTERNA
- PV 02 – CHIUSURA VERTICALE DIVISORIA INTERNA

**Eccellenti prestazioni
termiche, acustiche
e di resistenza al fuoco**

Pacchetti tecnologici – Chiusure verticali

CV 01 – CHIUSURA VERTICALE

STRATI DEL PACCHETTO							
nr.	Strati	λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ϵ [adm]
1	Lastra di rivestimento per interni con nucleo in gesso ad alta densità Knauf DIAMANT. Le lastre hanno dim. 3000x1200 mm e sp. 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo DFH2IR, secondo norma di prodotto EN 520. Stuccatura tra i giunti tra le lastre con Knauf FUGENFULLER, prodotto in polvere a base gesso, con classe di reazione al fuoco A1.	0,250	1000,0	1004	12,50	10,00	0,90
2	Lastra sui profili in cartongesso Lastra Knauf GKB Advanced+BV, classificata secondo la norma EN 14190. Le lastre hanno dim. 1200x3000 e sp. 12,5 mm. La lastra presenta sul retro un foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1,d0.	0,190	600,0	1004	12,50	9,2	0,90
3	Profilo montante Knauf a C 50/75/50, disposto a passo massimo di 600 mm. La tipologia e passo del profilo possono variare in funzione della specificità del cantiere.	-	-	-	75,00	-	-
4	Strato di isolamento termo acustico in lana minerale di vetro Ecose® Technology Knauf Insulation MINERAL WOOL 35 prodotto con materie prime riciclate, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Pareti divisorie, contropareti e controsoffitti. I pannelli hanno dim. di 600x1200 mm e sp. 60 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	0,035	18,0	1029	60,00	1,00	0,90
5	Strato di isolamento intermedio con pannello rigido in lana minerale di roccia Ecose® Technology Knauf Insulation NaturBoard SILENCE senza rivestimento, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Pareti divisorie, contropareti e controsoffitti con sp. 70 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	0,034	70,0	1029	70,00	1,00	0,90
6	Lastra intermedia, avvitata all'orditura esterna, con nucleo di gesso ad alta densità Knauf DIAMANT. Le lastre hanno dimensioni di 3000x1200 mm e sp. 12,5 mm. La lastra è classificata DFH2IR secondo la norma di prodotto EN520. Stuccatura tra i giunti tra le lastre con Knauf FUGENFULLER, prodotto in polvere a base gesso, con classe di reazione al fuoco A1.	0,250	1000,0	1004	12,50	10,00	0,90
7	Profilo montante a C 50/150/50 in Knauf MgZ disposto a passo massimo 600 mm. La tipologia e passo del profilo possono variare in funzione della specificità del cantiere.	-	-	-	150,00	-	-
8	Strato di isolamento termo acustico in pannello rigido in lana minerale di roccia Ecose® Technology NaturBoard WALLS Knauf Insulation senza rivestimento, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Intercapedine (pareti perimetrali) e tetti a falda (tra listelli). I pannelli hanno dim. 600x1000 mm e sp. 120 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	0,035	110,0	1029	120,00	1,00	0,90
9	Strato di barriera traspirante e impermeabilizzante Knauf Aquapanel Water Resitive Barrier.	0,200	390,0	2092	2,00	75,00	0,90
10	Strato di rivestimento in lastra Knauf Aquapanel Outdoor e ciclo stuccatura armata del prodotto. Le lastre hanno dim. 1200x2000 e sp. 12,5 mm. La lastra è classificata ETA - 07/0173, pertanto è classificata come resistente agli agenti atmosferici. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1. Trattamento dei giunti tra le lastre tramite Aquapanel Joint filler Grey e nastro di armatura Exterior Tape.	0,350	1150,0	1004	12,50	66,0	0,90
11	Applicazione di cappotto termico in lana minerale di roccia per cappotto senza rivestimento SMARTWALL FKD N THERMAL, rivestimento, resistenza a trazione 7,5 kPa, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Isolamento a cappotto. I pannelli hanno dim. di 600x1000 mm e sp. 60 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1. Il pannello viene applicato secondo il manuale di posa Knauf Insulation e la corretta posa, tassellato e incollato con rasante Knauf SM700.	0,034	90,0	1029	60,00	1,00	0,90
12	Finitura del sistema tramite rasatura armata a tutta superficie con rasante Knauf SM700 Pro, con annegata rete resistente agli alcali Knauf Reinforcing Mesh. La superficie così trattata sarà pronta a ricevere la finitura colorata, tipo CONNI S, previa applicazione di primer pigmentato Knauf.	0,540	1400,0	1004	2,00	11,00	0,90

PRESTAZIONI INVERNALI					
	Zona climatica	U di progetto	Valori limite Decreto interministeriale 26 giugno 2015		Rispetto dei limiti
Trasmittanza U [W/m2K]	E	0,100	0,22	0,22	✓
	D	0,101	0,26	0,26	✓
	C	0,101	0,33	0,33	✓

PRESTAZIONI ESTIVE				
	Valori di progetto	Rif. Decreto interministeriale 26 giugno 2015	Giudizio prestazioni	Rispetto dei limiti
Sfasamento ϕ [h]	12 h 72'	$\phi > 12$	Ottime	✓
Fattore di attenuazione	0,116	$Fa < 0,15$		
C _{ta} [kJ/m2K]	22,279			
Y _{ie} [W/m2K]	0,012	$< 0,18$		

SIMULAZIONE FLUSSI	
Ψ [W/mK]	0,011
U _{media} [W/m2K]	0,111
U _{calcolata} [W/m2K]	0,100
Φ _{media con pote} [W/m]	2,762

CONDENSA SUPERFICIALE		
$f_{Rsi, min, simulazione} > f_{Rsi, min}$ [adm]	0,957 > 0,440	
$T_{si, min simulata}$ [adm]	18,20	
Lunghezza cond. sup. [mm]	0	✓
Lunghezza muffa. sup. [mm]	0	✓

Elenco simboli

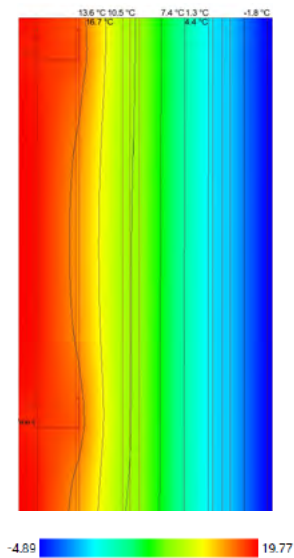
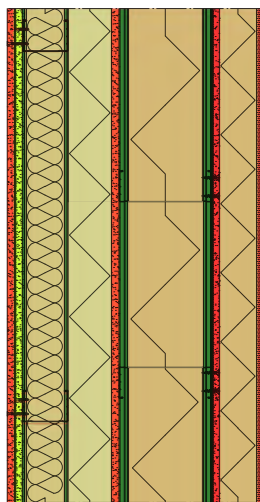
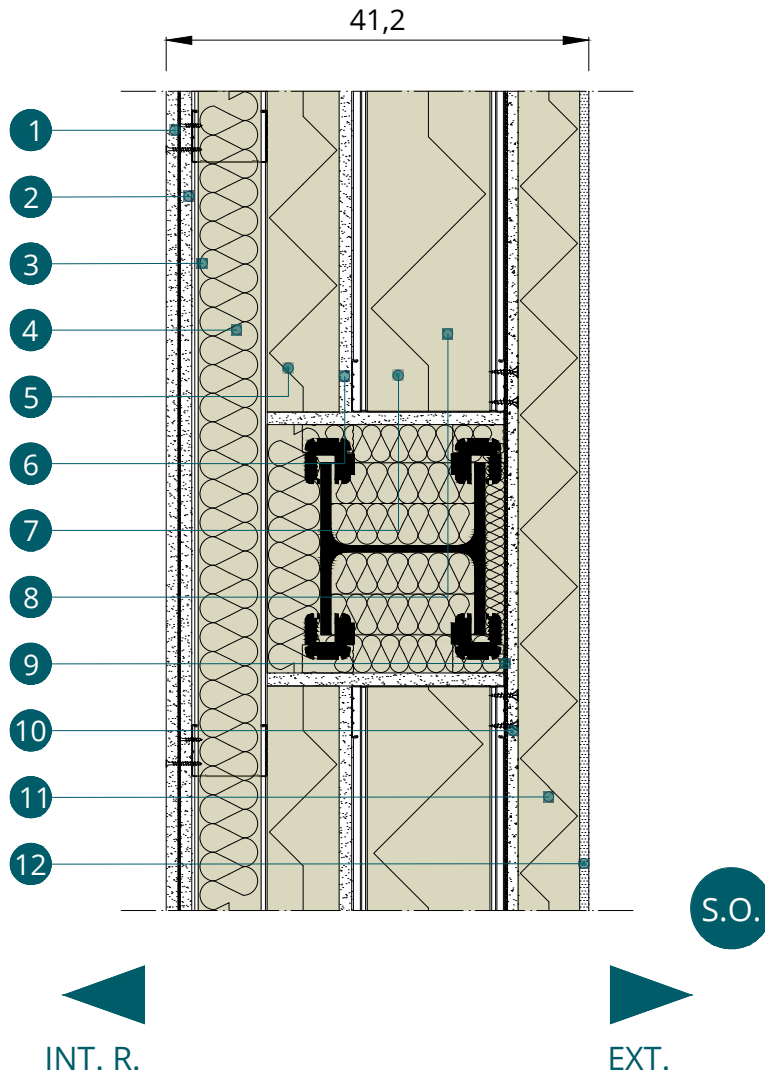
- s Spessore
- ρ Densità
- λ Conduttività
- c Calore specifico
- μ Fattore di resistenza al vapore

sfasamento φ

12 h 72'

prestazioni
acustiche

$R_w \geq 64$ dB



Pacchetti tecnologici – Chiusure verticali

CV 02 – CHIUSURA VERTICALE

STRATI DEL PACCHETTO							
nr.	Strati	λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ε [adm]
1	Lastra di rivestimento per interni con nucleo in gesso ad alta densità Knauf DIAMANT. Le lastre hanno dim. 3000x1200 mm e sp. 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo DFH2IR, secondo norma di prodotto EN 520. Stuccatura tra i giunti tra le lastre con Knauf FUGENFULLER, prodotto in polvere a base gesso, con classe di reazione al fuoco A1	0,250	1000,0	1004	12,50	10,00	0,90
2	Lastra sui profili in cartongesso Lastra Knauf GKB Advanced+BV, classificata secondo la norma EN 14190. Le lastre hanno dim. 1200x3000 e sp. 12,5 mm. La lastra presenta sul retro un foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1,d0.	0,190	600,0	1004	12,50	9,2	0,90
3	Profilo montante Knauf a C 50/75/50, disposto a passo massimo di 600 mm. La tipologia e passo del profilo possono variare in funzione della specificità del cantiere.	-	-	-	75,00	-	-
4	Strato di isolamento termo acustico in lana minerale di vetro Ecose® Technology Knauf Insulation MINERAL WOOL 35 prodotto con materie prime riciclate, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Pareti divisorie, contropareti e controsoffitti. I pannelli hanno dim. di 600x1200 mm e sp. 60 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	0,035	18,0	1029	60,00	1,00	0,90
5	Strato di isolamento intermedio con pannello rigido in lana minerale di roccia Ecose® Technology Knauf Insulation NaturBoard SILENCE senza rivestimento, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Pareti divisorie, contropareti e controsoffitti con sp. 70 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	0,034	70,0	1029	70,00	1,00	0,90
6	Lastra intermedia, avvitata all'orditura esterna, con nucleo di gesso ad alta densità Knauf DIAMANT. Le lastre hanno dim. 3000x1200 mm e sp. 12,5 mm. La lastra è classificata DFH2IR secondo la norma di prodotto EN520. Stuccatura tra i giunti tra le lastre con Knauf FUGENFULLER, prodotto in polvere a base gesso, con classe di reazione al fuoco A1	0,250	1000,0	1004	12,50	10,00	0,90
7	Profilo montante a C 50/150/50 in Knauf MgZ disposto a passo massimo 600 mm. La tipologia e passo del profilo possono variare in funzione della specificità del cantiere.	-	-	-	150,00	-	-
8	Strato di isolamento termo acustico in pannello rigido in lana minerale di roccia Ecose® Technology NaturBoard WALLS Knauf Insulation senza rivestimento, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Intercapedine (pareti perimetrali) e tetti a falda (tra listelli). I pannelli hanno dim. 600x1000 mm e sp. 120 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	0,035	110,0	1029	120,00	1,00	0,90
9	Strato di barriera traspirante e impermeabilizzante Knauf Aquapanel Water Resitive Barrier.	0,200	390,0	2092	2,00	75,00	0,90
10	Strato di rivestimento in lastra Knauf Aquapanel Outdoor e ciclo stuccatura armata del prodotto. Le lastre hanno dim. 1200x2000 e sp. 12,5 mm. La lastra è classificata ETA - 07/0173, pertanto è classificata come resistente agli agenti atmosferici. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1. Trattamento dei giunti tra le lastre tramite Aquapanel Joint filler Grey e nastro di armatura Exterior Tape.	0,350	1150,0	1004	12,50	66,0	0,90
11	Rasatura armata a tutta superficie con rasante Aquapanel Exterior BASECOAT, con annegata rete resistente agli alcali Knauf Reinforcing Mesh. La superficie così trattata sarà pronta a ricevere la finitura colorata, tipo CONNI S, previa applicazione di primer pigmentato Knauf.	0,470	1500,0	1004	5,00	20,00	0,90

PRESTAZIONI INVERNALI					
	Zona climatica	U di progetto	Valori limite Decreto interministeriale 26 giugno 2015		Rispetto dei limiti
Trasmittanza U [W/m2K]	E	0,122	0,22	0,22	✓
	D	0,122	0,26	0,26	✓
	C	0,122	0,33	0,33	✓

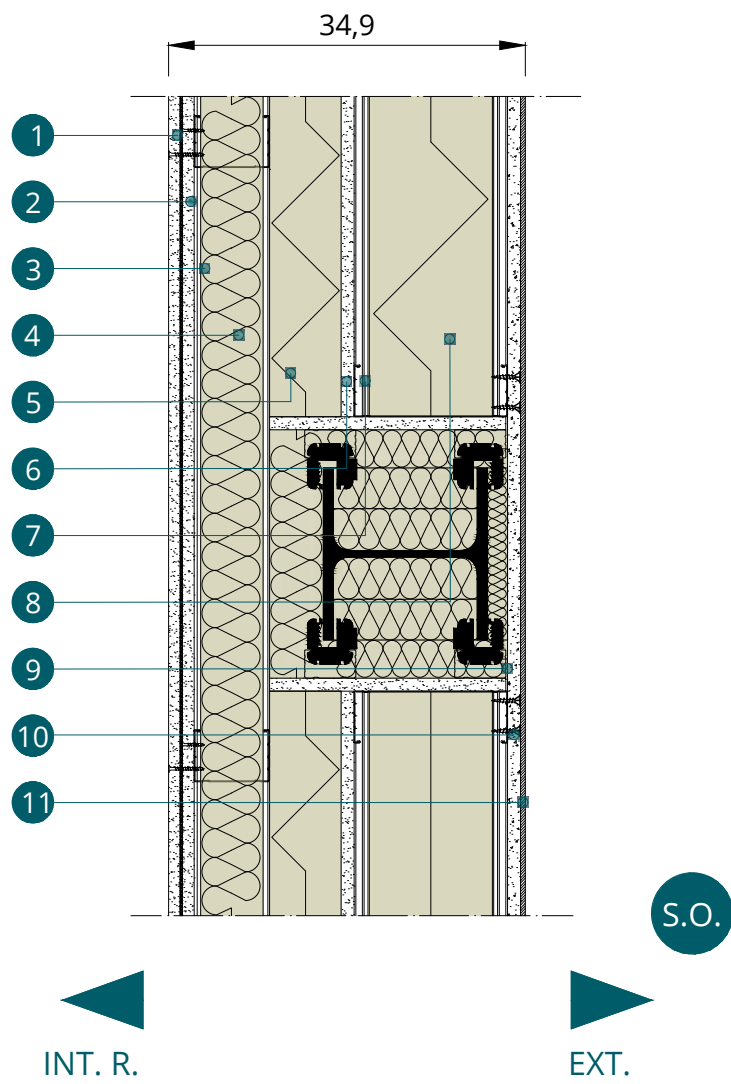
PRESTAZIONI ESTIVE				
	Valori di progetto	Rif. Decreto interministeriale 26 giugno 2015	Giudizio prestazioni	Rispetto dei limiti
Sfasamento φ [h]	9 h 24'	10 > φ > 8	Buone	✓
Fattore di attenuazione	0,295	0,15 < Fa < 0,30		
Cta [kJ/m2K]	22,726	-		
Yie [W/m2K]	0,039	< 0,18		✓

SIMULAZIONE FLUSSI	
Ψ [W/mK]	0,014
Umedia [W/m2K]	0,136
Ucalcolata [W/m2K]	0,122
Φ media con pote [W/m]	3,407

CONDENSA SUPERFICIALE	
$f_{Rsi,min,simulazione} > f_{Rsi,min}$ [adm]	0,928 > 0,678
$T_{si,min,simulata}$ [adm]	18,84
Lunghezza cond. sup. [mm]	0 ✓
Lunghezza muffa. sup. [mm]	0 ✓

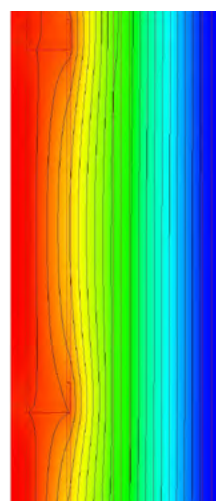
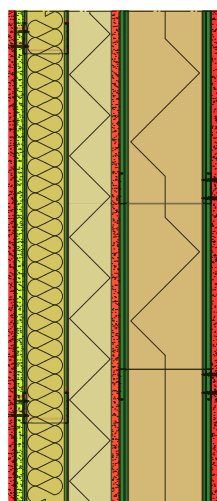
Elenco simboli

s Spessore
 ρ Densità
 λ Conduttività
c Calore specifico
 μ Fattore di resistenza al vapore



sfasamento φ
9 h 24'

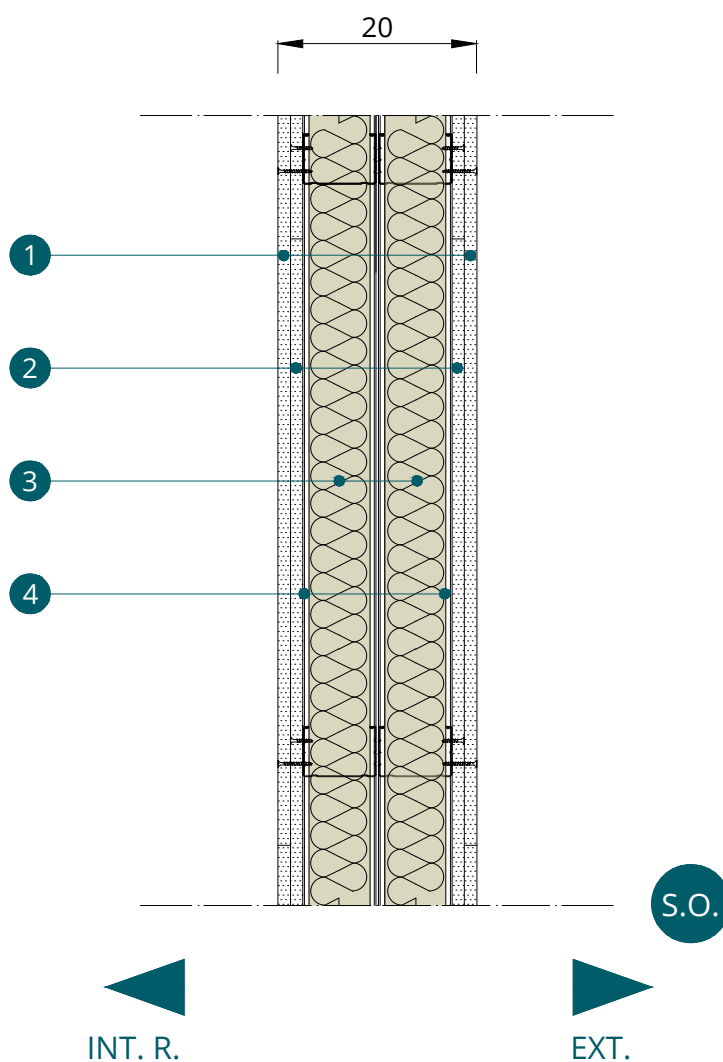
prestazioni
acustiche
 $R_w \geq 64$ dB



-4.89 19.77

PV 01 – CHIUSURA VERTICALE DIVISORIA INTERNA

STRATI DEL PACCHETTO							
nr.	Strati	λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ϵ [adm]
1	Lastra di rivestimento per interni con nucleo in gesso ad alta densità Knauf DIAMANT. Le lastre hanno dim. 3000x1200 mm e sp. 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo DFH2IR, secondo norma di prodotto EN 520. Stuccatura tra i giunti tra le lastre con Knauf FUGENFULLER, prodotto in polvere a base gesso, con classe di reazione al fuoco A1	0,250	1000,0	1004	12,50	10,00	0,90
2	Lastra sui profili in cartongesso Knauf GKB. Le lastre hanno dim. 1200x2000 mm e sp. 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo A secondo norma di prodotto EN 520. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1,d0.	0,200	680,0	1004	12,50	10,00	0,90
3	Strato di isolamento termo acustico in lana minerale di vetro Ecose® Technology Knauf Insulation MINERAL WOOL 35 prodotto con materie prime riciclate, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Pareti divisorie, contropareti e controsoffitti. I pannelli hanno dim. 600x1200 mm e sp. 60 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	0,035	18,0	1029	60,00	1,00	0,90
4	Profili montanti Knauf a "C" 50/75/50, sp. 0,6 mm, interasse 600 mm. Guide Knauf a "U" 40/75/40 con sp. 0,6 mm.	-	-	-	75,00	-	-

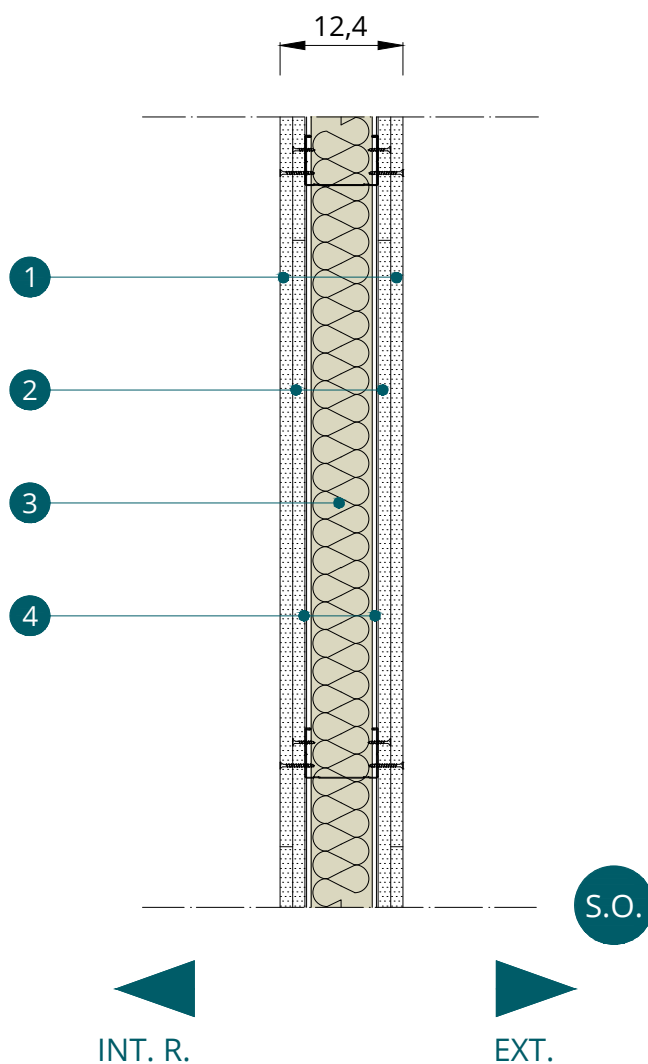


prestazioni
acustiche
Rw = 66 dB

PV 02 – CHIUSURA VERTICALE DIVISORIA INTERNA

STRATI DEL PACCHETTO

nr.	Strati	λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ϵ [adm]
1	Lastra di rivestimento per interni con nucleo in gesso ad alta densità Knauf DIAMANT. Le lastre hanno dim. 3000x1200 mm e sp. 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo DFH2IR, secondo norma di prodotto EN 520. Stuccatura tra i giunti tra le lastre con Knauf FUGENFULLER, prodotto in polvere a base gesso, con classe di reazione al fuoco A1.	0,250	1000,0	1004	12,50	10,00	0,90
2	Lastra sui profili in cartongesso Knauf GKB. Le dimensioni della lastra sono di 1200x2000 mm e sp. 12,5 mm. Il pannello è classificato di tipo A secondo norma di prodotto EN 520. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1,d0.	0,200	680,0	1004	12,50	10,00	0,90
3	Strato di isolamento termo acustico in lana minerale di vetro Ecosse® Technology Knauf Insulation MINERAL WOOL 35 prodotto con materie prime riciclate, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Pareti divisorie, contropareti e controsoffitti. I pannelli hanno dim. 600x1200 mm e sp. 60 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	0,035	18,0	1029	60,00	1,00	0,90
4	Profili montanti Knauf a "C" 50/75/50, sp. 0,6 mm, interasse 600 mm. Guide Knauf a "U" 40/75/40 con sp. 0,6 mm.	-	-	-	75,00	-	-



prestazioni
acustiche
Rw = 56 dB



Pacchetti tecnologici

Chiusure orizzontali

Stratigrafie emblematiche in Italia

Piane

- CO 01 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA PIANA
- CO 02 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA PIANA - GHIAIETTO
- CO 03 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA PIANA - TETTO GIARDINO

Inclinate

- CO 04 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA INCLINATA - SANDWICH E COPPO
- CO 05 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA INCLINATA - SANDWICH
- CO 06 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA INCLINATA

Solai

- SOP 01 – SOLAIO INTERPIANO - LAMIERA E GETTO
- SOP 02 – SOLAIO INTERPIANO

**Sicurezza
sismica, durabilità
e sostenibilità**

CO 01 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA PIANA

STRATI DEL PACCHETTO								
nr.	Strati		λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ϵ [adm]
1	Strato isolante e di ripartizione dei carichi in pannello sandwich grecato, composto da un supporto interno in acciaio zincato preverniciato, una massa isolante in lana minerale di roccia e all'esterno una lamiera rivestita con un manto sintetico impermeabile in PVC/TPO con sp.1 mm. Il pannello ha una lunghezza di 1000 mm e sp.200. Elevata resistenza ai carichi statici e dinamici, ottima resistenza ai raggi U.V. ed elevata capacità impermeabilizzante.	PVC	0,170	1,0	920	1,00	50000	0,90
		acc.	52,000	7800,0	460	0,60	200000000	
		LM	0,035	150,0	1030	200,00	1,00	
2	Struttura portante realizzata con profili Sigma in acciaio zincato Sendzimir tecnologia SCAFFSYSTEM assemblata secondo il sistema MECHANO Advanced Steel Frame, i cui elementi sono realizzati con profili presso piegati a freddo di classe 4. Trave Sigma 200.	-	1,000	1,0	1004	345,84	5,00	0,90
3	Strato isolante in rotolo in in lana minerale di vetro Ecose® Technology Knauf Insulation ULTRACOUSTIC R senza rivestimento, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Controsoffitti e pareti divisorie. I rotoli hanno dim. 600x7500 mm e sp. 100 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	-	0,037	17,0	1029	100,00	1,00	0,90
4	Profilo a C in acciaio zincato di Knauf®. Le dimensioni sono 27/50/27 con sp. 0,6 mm e sistema di sospensione per controsoffitto realizzato con sistema di aggancio in acciaio zincato NONIUS Knauf® costituito da un gancio e un pendino rigido provvisti di microforatura a passo differenziato per una perfetta regolazione tramite coppiglio, e una migliore precisione e sicurezza di montaggio. La portata massima è di 40 kg. La lunghezza del sistema varia a seconda delle esigenze.	-	-	-	-	-	-	-
5	Lastra di rivestimento in gessorivestito Knauf GKB Advanced. La lastra ha dim. 1200x2000 mm e sp. di 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo A secondo norma di prodotto UNI EN 520. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1, d0.	-	0,190	600,0	1004	12,50	9,00	0,90

PRESTAZIONI INVERNALI					
	Zona climatica	U di progetto	Valori limite Decreto interministeriale 26 giugno 2015		Rispetto dei limiti
Trasmittanza U [W/m2K]	E	0,114	0,22	0,22	✓
	D	0,114	0,26	0,26	✓
	C	0,114	0,33	0,33	✓

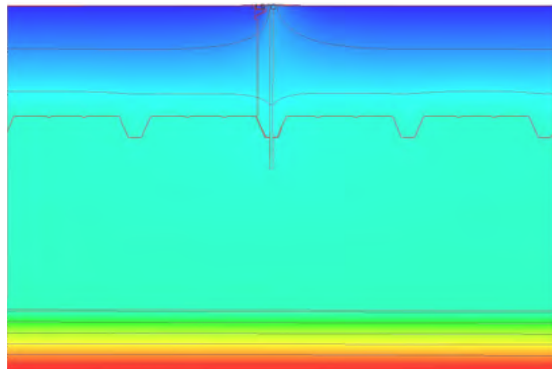
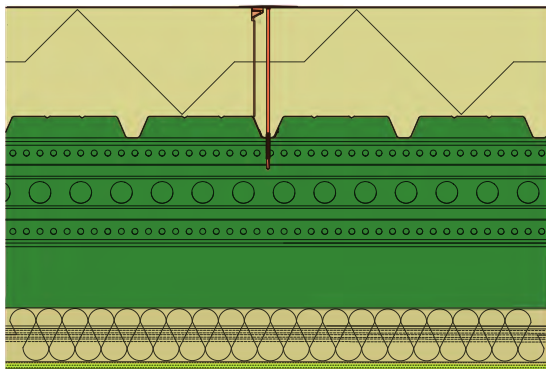
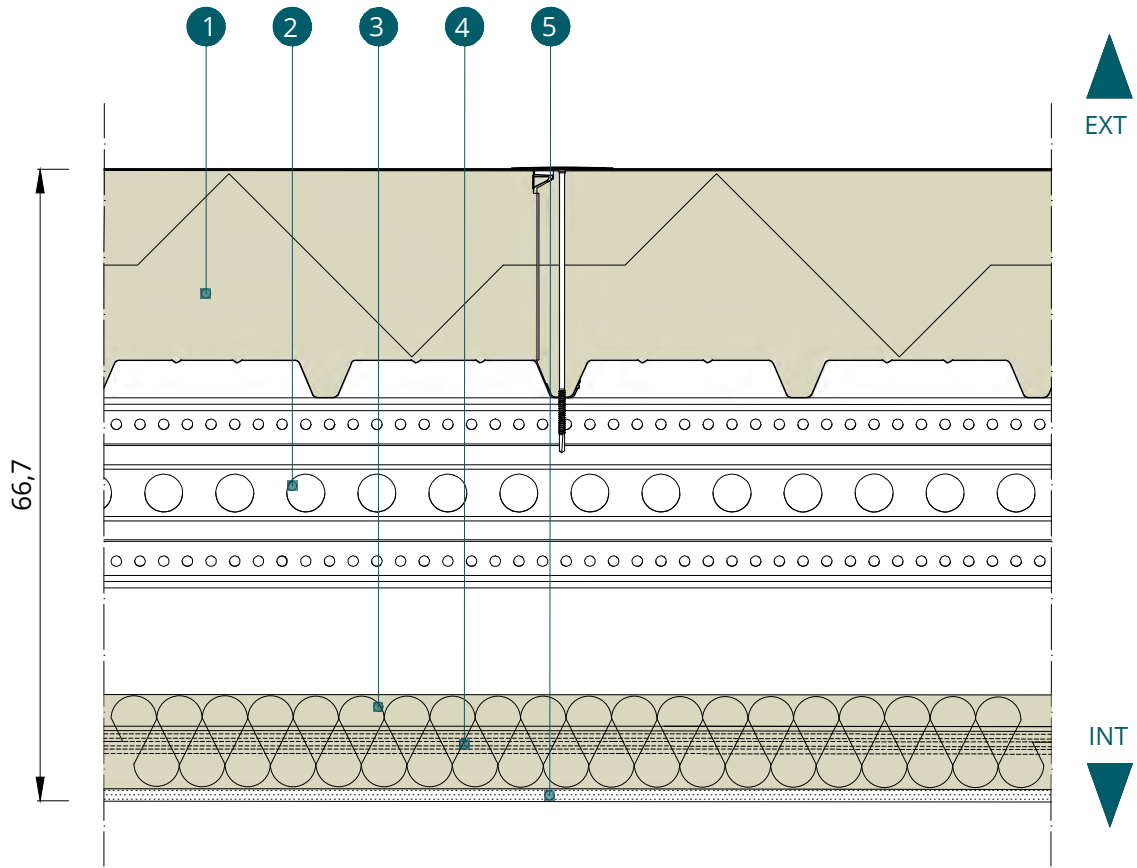
PRESTAZIONI ESTIVE				
	Valori di progetto	Rif. Decreto interministeriale 26 giugno 2015	Giudizio prestazioni	Rispetto dei limiti
Sfasamento φ [h]	10 h 08'	12 > φ > 10	Buone	✓
Fattore di attenuazione	0,274	0,15 < Fa < 0,30		
Cta [kJ/m2K]	10,157	-		
Yie [W/m2K]	0,03	< 0,18		✓

SIMULAZIONE FLUSSI	
Ψ [W/mK]	0,115
Umedia [W/m2K]	0,229
Ucalcolata [W/m2K]	0,114
Φ media con pote [W/m]	5,724

CONDENSA SUPERFICIALE		
$f_{Rsi,min,simulazione} > f_{Rsi,min}$ [adm]	0,971 > 0,440	
$T_{si,min,simulata}$ [adm]	19,28	
Lunghezza cond. sup. [mm]	0	✓
Lunghezza muffa. sup. [mm]	0	✓

Elenco simboli

- s Spessore
- ρ Densità
- λ Conduttività
- c Calore specifico
- μ Fattore di resistenza al vapore



-4.85 19.77

CO 02 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA PIANA-GHIAIETTO

STRATI DEL PACCHETTO			λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ϵ [adm]
1	Ghiaia lavata di protezione. Strato di ghiaietto con spessore di 80 mm.	-	2,000	2200,0	1180	80,00	50,00	0,90
2	Strato isolante e di ripartizione dei carichi in pannello sandwich grecato, composto da un supporto interno in acciaio zincato preverniciato, una massa isolante in lana minerale di roccia e all'esterno una lamiera rivestita con un manto sintetico impermeabile in PVC/TPO con sp.1 mm. Il pannello ha una lunghezza di 1000 mm e sp. 150. Elevata resistenza ai carichi statici e dinamici, ottima resistenza ai raggi U.V. ed elevata capacità impermeabilizzante.	PVC	0,170	1,0	920	1,00	50000	0,90
		acc.	52,000	7800,0	460	0,60	200000000	
		LM	0,035	150,0	1030	150,00	1,00	
3	Struttura portante realizzata con profili Sigma in acciaio zincato Sendzimir tecnologia SCAFFSYSTEM assemblata secondo il sistema MECHANO Advanced Steel Frame, i cui elementi sono realizzati con profili presso piegati a freddo di classe 4. Trave Sigma 200.	-	1,000	1,0	1004	345,84	5,00	0,90
4	Strato isolante in rotolo in in lana minerale di vetro Ecose® Technology Knauf Insulation ULTRACOUSTIC R senza rivestimento, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Controsoffitti e pareti divisorie. I rotoli hanno dim. 600x7500 mm e sp. 100 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	-	0,037	17,0	1029	100,00	1,00	0,90
5	Profilo a C in acciaio zincato di Knauf®. Le dimensioni sono 27/50/27 con sp. 0,6 mm e sistema di sospensione per controsoffitto realizzato con sistema di aggancio in acciaio zincato NONIUS Knauf® costituito da un gancio e un pendino rigido provvisti di microforatura a passo differenziato per una perfetta regolazione tramite coppiglio, e una migliore precisione e sicurezza di montaggio. La portata massima è di 40 kg. La lunghezza del sistema varia a seconda delle esigenze.	-	-	-	-	-	-	-
6	Lastra di rivestimento in gessorivestito Knauf GKB Advanced. La lastra ha dim. 1200x2000 mm e sp. di 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo A secondo norma di prodotto UNI EN 520. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1, d0.	-	0,190	600,0	1004	12,50	9,00	0,90

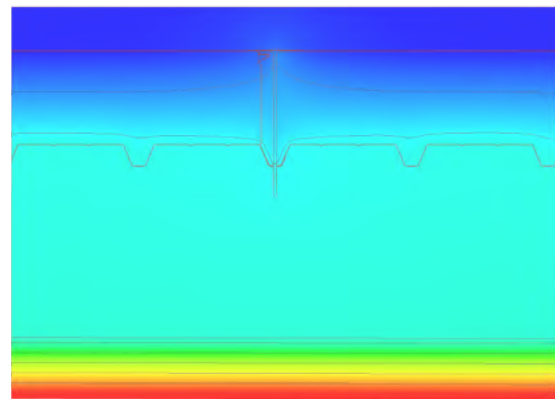
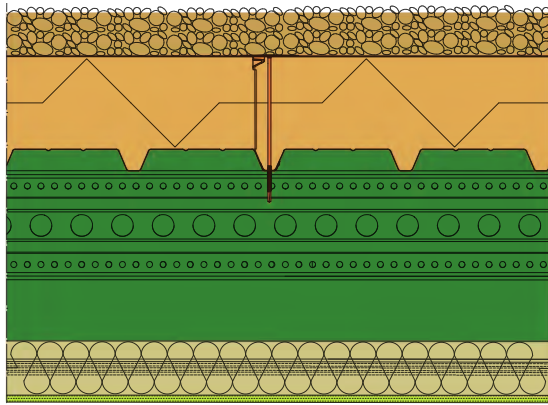
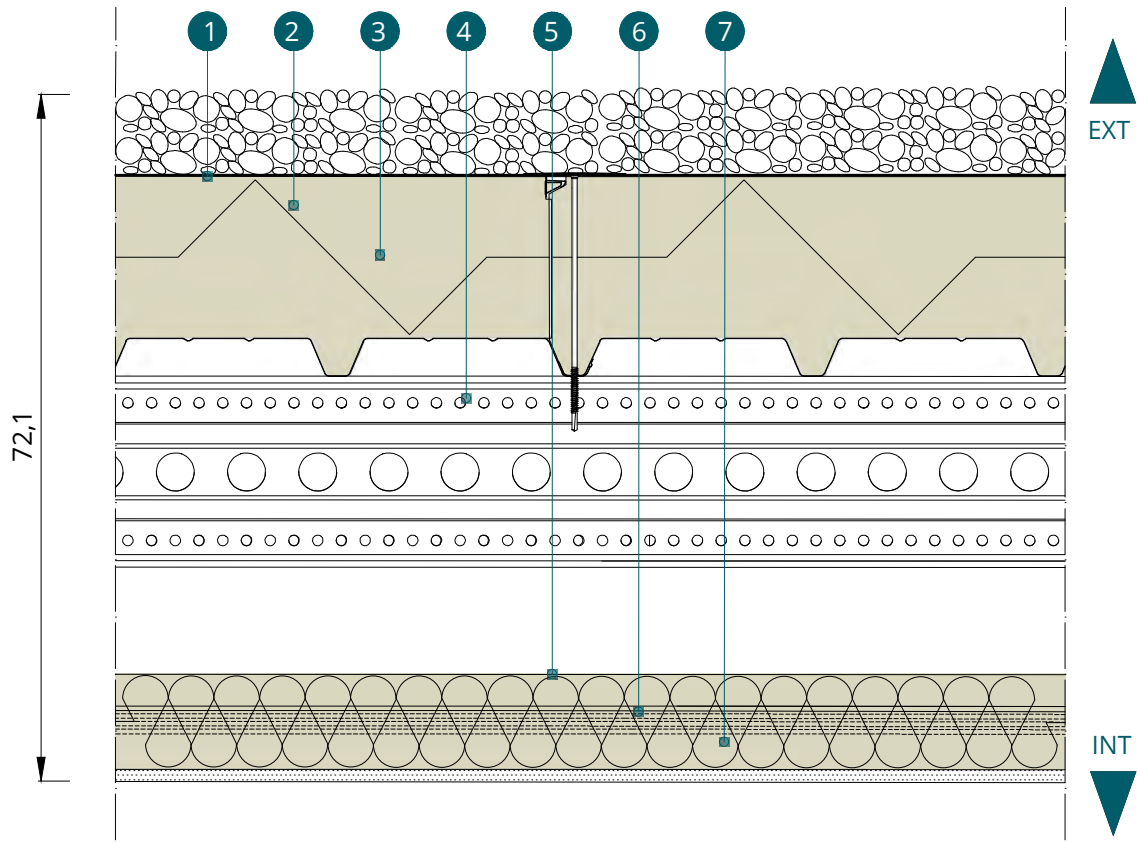
PRESTAZIONI INVERNALI					
	Zona climatica	U di progetto	Valori limite Decreto interministeriale 26 giugno 2015		Rispetto dei limiti
Trasmittanza U [W/m ² K]	E	0,127	0,22	0,22	✓
	D	0,127	0,26	0,26	✓
	C	0,127	0,33	0,33	✓

PRESTAZIONI ESTIVE				
	Valori di progetto	Rif. Decreto interministeriale 26 giugno 2015	Giudizio prestazioni	Rispetto dei limiti
Sfasamento φ [h]	13 h 10'	$\varphi > 12$	Ottime	✓
Fattore di attenuazione	0,208	0,15 < Fa < 0,30		
Cta [kJ/m ² K]	163,319	-		
Yie [W/m ² K]	0,023	< 0,18		✓

SIMULAZIONE FLUSSI	
Ψ [W/mK]	0,116
Umedia [W/m ² K]	0,242
Ucalcolata [W/m ² K]	0,126
Φ media con pote [W/m]	6,048

CONDENSA SUPERFICIALE		
$f_{Rsi,min,simulazione} > f_{Rsi,min}$ [adm]	0,970 > 0,440	
$T_{si,min,simulata}$ [adm]	19,24	
Lunghezza cond. sup. [mm]	0	✓
Lunghezza muffa. sup. [mm]	0	✓

Elenco simboli
s Spessore
 ρ Densità
 λ Conduttività
c Calore specifico
 μ Fattore di resistenza al vapore



CO 03 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA PIANA-TETTO GIARDINO

STRATI DEL PACCHETTO								
nr.	Strati		λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ϵ [adm]
1	Strato colturale in mix di inerti vulcanici accoppiati in superficie con uno strato vegetale ROOF SOIL 2 di Daku® costituito da erbacee perenni tappezzanti in diverse specie di Sedum. Lo strato di terreno ha sp. 80 mm.	-	1,500	1800,0	2502	80,00	50,00	0,90
2	Strato filtrante in geotessile stabilizzante in fibre di polipropilene STABILFILTER SFE di Daku®, con sp. 1,35 mm.	-	0,054	15,0	1000	1,35	0,00	0,90
3	Strato di protezione meccanica, elemento drenante e di accumulo idrico, in polistirene espanso sinterizzato FSD 20 di Daku® con capacità di accumulo idrico pari a 13.1 lt/mq ca. Complessivamente ha sp. 82 mm.	-	0,031	1,0	1000	82,00	60,00	0,90
4	Strato di impermeabilizzazione e antiradice in bitume distillato ad inversione di fase di Daku® con sp. 4 mm.	-	0,230	1100,0	1000	4,00	187520	0,90
5	Strato isolante e di ripartizione dei carichi in pannello sandwich grecato, composto da un supporto interno in acciaio zincato preverniciato, una massa isolante in lana minerale di roccia e all'esterno una lamiera rivestita con un manto sintetico impermeabile in PVC/TPO con sp.1 mm. Il pannello ha una lunghezza di 1000 mm e sp.200. Elevata resistenza ai carichi statici e dinamici, ottima resistenza ai raggi U.V. ed elevata capacità impermeabilizzante.	PVC	0,170	1,0	920	1,00	50000	0,90
		acc.	52,000	7800,0	460	0,60	200000000	
		LM	0,035	150,0	1030	100,00	1,00	
6	Struttura portante realizzata con profili Sigma in acciaio zincato Sendzimir tecnologia SCAFFSYSTEM assemblata secondo il sistema MECHANO Advanced Steel Frame, i cui elementi sono realizzati con profili presso piegati a freddo di classe 4. Trave Sigma 200.	-	-	-	-	-	-	-
7	Strato isolante in rotolo in lana minerale di vetro Ecose® Technology Knauf Insulation ULTRACOUSTIC R senza rivestimento, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Controsoffitti e pareti divisorie. I rotoli hanno dim 600x7500 mm e sp. 100 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	-	0,037	17,0	1029	100,00	1,00	0,90
8	Profilo a C in acciaio zincato di Knauf®. Le dimensioni sono 27/50/27 con sp. 0,6 mm e sistema di sospensione per controsoffitto realizzato con sistema di aggancio in acciaio zincato NONIUS Knauf® costituito da un gancio e un pendino rigido provvisti di microforatura a passo differenziato per una perfetta regolazione tramite coppiglio, e una migliore precisione e sicurezza di montaggio. La portata massima è di 40 kg. La lunghezza del sistema varia a seconda delle esigenze.	-	-	-	-	-	-	-
9	Lastra di rivestimento in gessorivestito Knauf GKB Advanced. La lastra ha dim. 1200x2000 mm e sp. di 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo A secondo norma di prodotto UNI EN 520. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1, d0.	-	0,190	600,0	1004	12,50	9,00	0,90

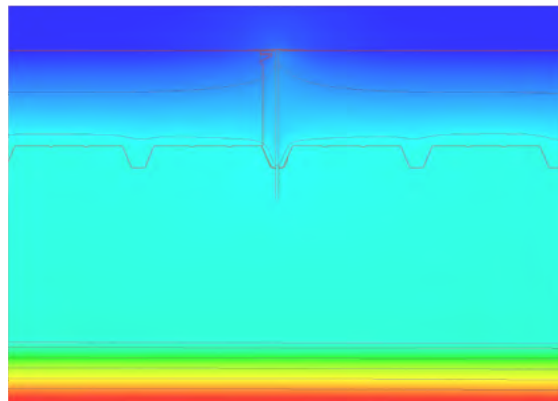
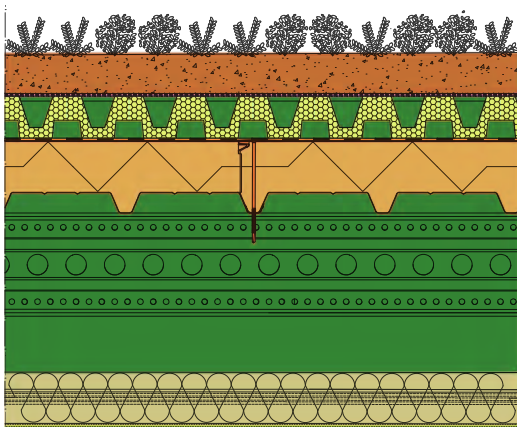
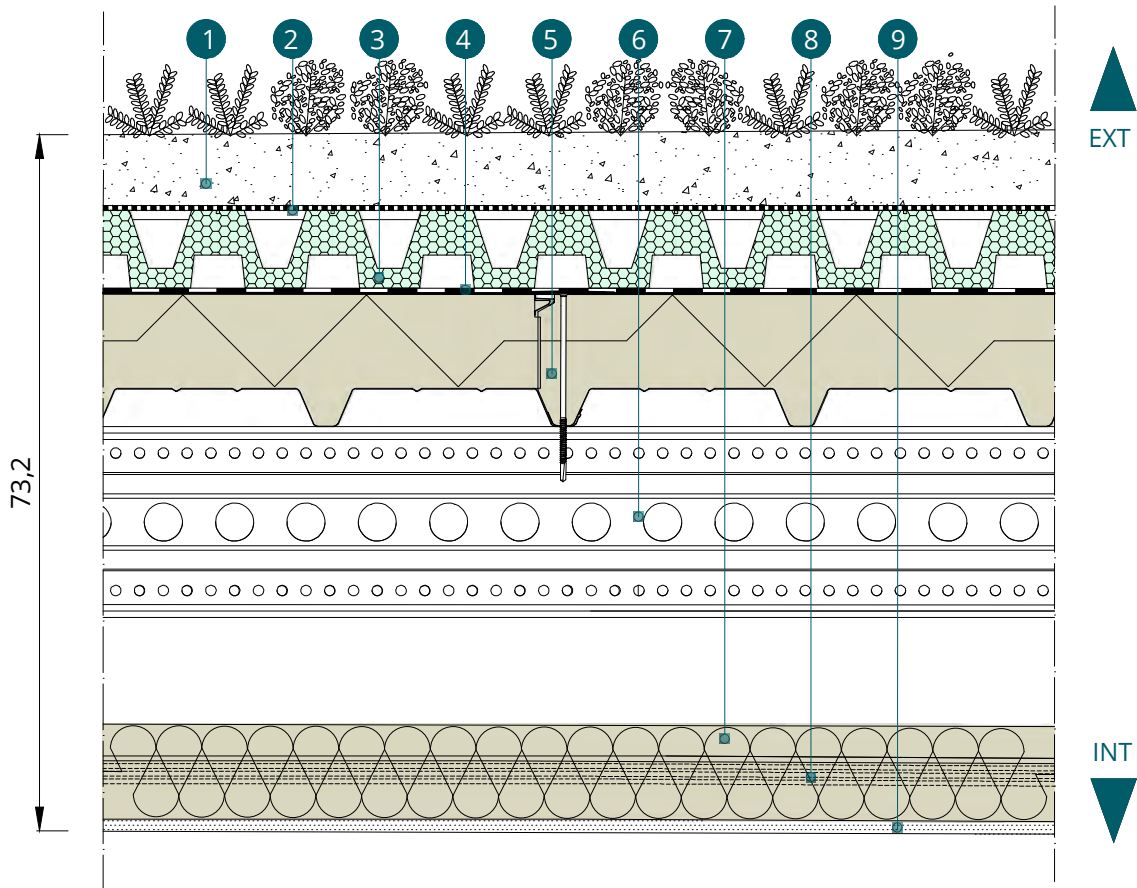
PRESTAZIONI INVERNALI					
	Zona climatica	U di progetto	Valori limite Decreto interministeriale 26 giugno 2015		Rispetto dei limiti
Trasmittanza U [W/m2K]	E	0,120	0,22	0,22	✓
	D	0,120	0,26	0,26	✓
	C	0,120	0,33	0,33	✓

PRESTAZIONI ESTIVE				
	Valori di progetto	Rif. Decreto interministeriale 26 giugno 2015	Giudizio prestazioni	Rispetto dei limiti
Sfasamento φ [h]	14 h 22'	$\varphi > 12$	Ottime	✓
Fattore di attenuazione	0,108	$F_a < 0,15$		
Cta [kJ/m2K]	195,404	-		
Yie [W/m2K]	0,012	$< 0,18$		✓

SIMULAZIONE FLUSSI	
Ψ [W/mK]	0,061
Umedia [W/m2K]	0,182
Ucalcolata [W/m2K]	0,120
Φ media con pote [W/m]	4,541

CONDENSA SUPERFICIALE		
$f_{Rsi,min,simulazione} > f_{Rsi,min}$ [adm]	0,977 > 0,525	
$T_{si,min,simulata}$ [adm]	19,43	
Lunghezza cond. sup. [mm]	0	✓
Lunghezza muffa. sup. [mm]	0	✓

Elenco simboli
s Spessore
 ρ Densità
 λ Conduttività
c Calore specifico
 μ Fattore di resistenza al vapore



-4.93 19.40

CO 04 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA INCLINATA-SANDWICH E COPPO

STRATI DEL PACCHETTO								
nr.	Strati		λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ϵ [adm]
1	Strato di copertura in coppo sp. 40 mm.	-	0,200	1047,0	1255	40,00	5,00	0,90
2	Intercapedine di ventilazione con listelli in legno a passo 0,2 m con sp. 30 mm; dimensione listelli H=30 mm x 30 mm.	-	-	-	-	30,00	-	-
3	Elemento di tenuta. Membrana traspirante impermeabile all'acqua sp. 0,8 mm.	-	0,170	1200,0	1000	0,80	100000	0,90
4	Strato isolante e di ripartizione dei carichi in pannello sandwich a 4 greche con doppio rivestimento metallico, in in poliuretano, con particolare profilatura della lamiera esterna, che consente l'installazione sulla copertura di apposite staffe. Il pannello è autoportante secondo la definizione della UNI EN 14509. Il pannello ha una lunghezza di 2000 mm e sp. 150 mm. Il materiale ha una elevata resistenza ai carichi statici e dinamici, ottima resistenza ai raggi U.V., elevata capacità impermeabilizzante. Resistenza al fuoco REI 30*.	acc.	52,000	7800,0	1990	0,60	5,00	0,90
		PU	0,022	40,0	1598	150,00	150,00	
5	Struttura portante realizzata con profili Sigma in acciaio zincato Sendzimir tecnologia SCAFFSYSTEM assemblata secondo il sistema MECHANO Advanced Steel Frame, i cui elementi sono realizzati con profili presso piegati a freddo di classe 4. Trave Sigma 200.	-	-	-	-	-	-	-
6	Strato isolante in rotolo in in lana minerale di vetro Ecose® Technology Knauf Insulation ULTRACOUSTIC R senza rivestimento, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Controsoffitti e pareti divisorie. I rotoli hanno dim. 600x7500 mm e sp. 100 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	-	0,037	17,0	1029	100,00	1,00	0,90
7	Profilo a C in acciaio zincato di Knauf®. Le dimensioni sono 27/50/27 con sp. 0,6 mm e sistema di sospensione per controsoffitto realizzato con sistema di aggancio in acciaio zincato NONIUS Knauf® costituito da un gancio e un pendino rigido provvisti di microforatura a passo differenziato per una perfetta regolazione tramite coppiglio, e una migliore precisione e sicurezza di montaggio. La portata massima è di 40 kg. La lunghezza del sistema varia a seconda delle esigenze.	-	-	-	-	-	-	-
8	Lastra di rivestimento in gessorivestito Knauf GKB Advanced. La lastra ha dim. 1200x2000 mm e sp. di 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo A secondo norma di prodotto UNI EN 520. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1, d0.	-	0,190	600,0	1004	12,50	9,00	0,90

PRESTAZIONI INVERNALI					
	Zona climatica	U di progetto	Valori limite Decreto interministeriale 26 giugno 2015		Rispetto dei limiti
Trasmittanza U [W/m ² K]	E	0,105	0,22	0,22	✓
	D	0,105	0,26	0,26	✓
	C	0,105	0,33	0,33	✓

PRESTAZIONI ESTIVE				
	Valori di progetto	Rif. Decreto interministeriale 26 giugno 2015	Giudizio prestazioni	Rispetto dei limiti
Sfasamento φ [h]	10 h	$10 > \varphi > 8$	Medie	✓
Fattore di attenuazione	0,416	$0,40 < Fa < 0,60$		
Cta [kJ/m ² K]	54,259	-		
Yie [W/m ² K]	0,039	$< 0,18$		✓

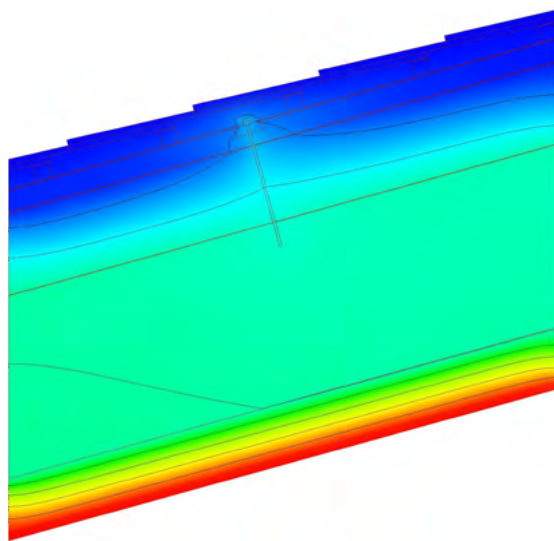
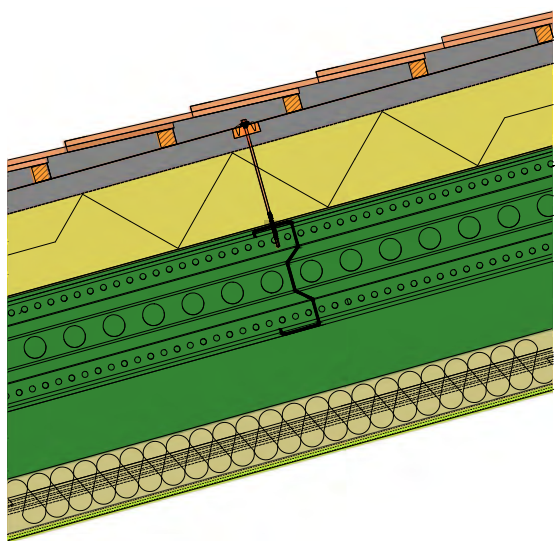
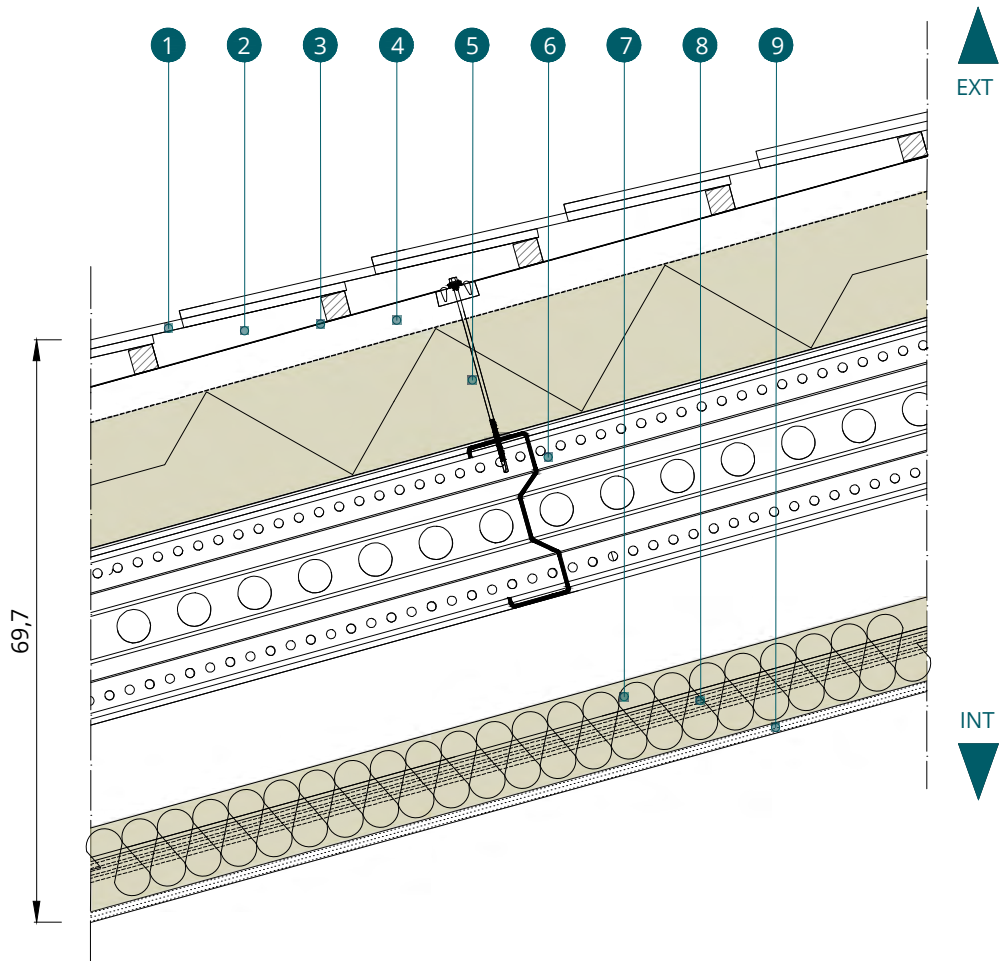
SIMULAZIONE FLUSSI	
Ψ [W/mK]	0,129
Umedia [W/m ² K]	0,234
Ucalcolata [W/m ² K]	0,105
Φ media con pote [W/m]	5,851

CONDENSA SUPERFICIALE	
$f_{Rsi,min,simulazione} > f_{Rsi,min}$ [adm]	0,985 > 0,440
$T_{si,min,simulata}$ [adm]	18,96
Lunghezza cond. sup. [mm]	0 ✓
Lunghezza muffa. sup. [mm]	0 ✓

Elenco simboli

s Spessore
 ρ Densità
 λ Conduttività
 c Calore specifico
 μ Fattore di resistenza al vapore

sfasamento φ
10 h



-4.93 19.40

CO 05 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA INCLINATA-SANDWICH

STRATI DEL PACCHETTO								
nr.	Strati		λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ϵ [adm]
1	Strato isolante e di ripartizione dei carichi in pannello sandwich a 4 greche con doppio rivestimento metallico, in in poliuretano, con profilo grecato e particolare profilatura della lamiera esterna, che consente l'installazione sulla copertura di apposite staffe. Il pannello è autoportante secondo la definizione della UNI EN 14509. Il pannello ha una lunghezza di 2000 mm e sp. 120 mm. Il materiale ha una elevata resistenza ai carichi statici e dinamici, ottima resistenza ai raggi U.V. ed elevata capacità impermeabilizzante.	acc.	52,000	7800,0	1990	0,60	5,00	0,90
		PU	0,022	40,0	1598	120,00	60,00	
2	Strato separatore.	-	-	-	-	-	-	-
3	Stato di appoggio dell'elemento di tenuta in truciolare marino con sp. 30 mm.	-	0,180	1000,0	1715	30,00	50	0,90
4	Struttura portante realizzata con profili Sigma in acciaio zincato Sendzimir tecnologia SCAFFSYSTEM assemblata secondo il sistema MECHANO Advanced Steel Frame, i cui elementi sono realizzati con profili presso piegati a freddo di classe 4. Trave Sigma 200.	-	-	-	-	-	-	-
5	Strutture a C Scaffsystem, disposte singole o schiena-schiena a seconda del dimensionamento dell'elemento – il passo del sistema schiena-schiena è pari a 500 mm.	-	-	-	-	-	-	-
6	Strato di isolamento termo acustico semi-rigido in lana minerale di roccia Ecose® Technology Knauf Insulation NaturBoard PARTITION prodotto con materie prime riciclate, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Pareti divisorie e controsoffitti. I pannelli hanno dim. 600x1200 mm e sp. 120 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	-	0,037	40,0	1029	120,00	1,00	0,90
7	Lastra di rivestimento per interni con nucleo in gesso ad alta densità Knauf DIAMANT. Le lastre hanno dim. 3000x1200 mm e sp. 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo DFH2IR, secondo norma di prodotto EN 520. Stuccatura tra i giunti tra le lastre con Knauf FUGENFULLER, prodotto in polvere a base gesso, con classe di reazione al fuoco A1.	-	0,250	1000,0	1004	12,50	10,00	0,90
8	Profilo Knauf a "C" 50/27/50, sp. 0,6 mm, posato trasversalmente alle travi e fissato con gancio semplice distanziato o distanziatore universale con passo massimo di 500 mm.	-	-	-	-	27,00	-	-
9	Lastra di rivestimento in gessorivestito Knauf GKB Advanced. Le lastre ha dim. 1200x2000 mm e sp. di 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo A secondo norma di prodotto UNI EN 520. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1, d0.	-	0,190	600,0	1004	12,50	9,00	0,90

PRESTAZIONI INVERNALI					
	Zona climatica	U di progetto	Valori limite Decreto interministeriale 26 giugno 2015		Rispetto dei limiti
Trasmittanza U [W/m ² K]	E	0,141	0,22	0,22	✓
	D	0,141	0,26	0,26	✓
	C	0,141	0,33	0,33	✓

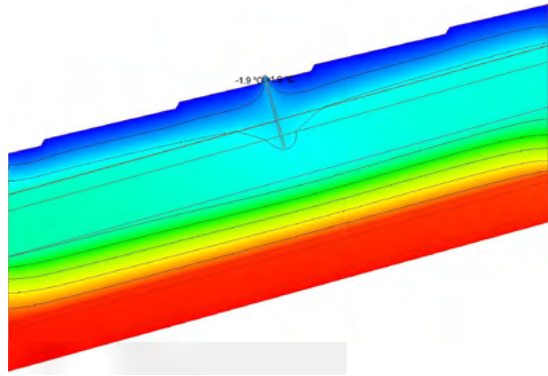
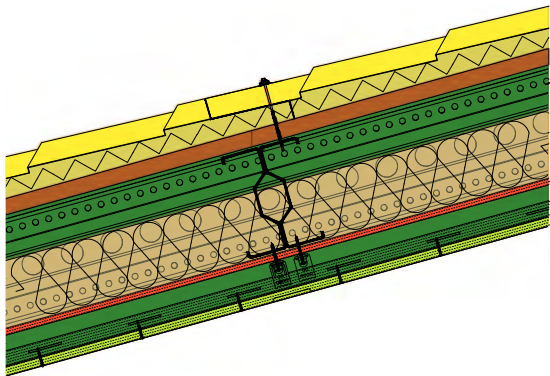
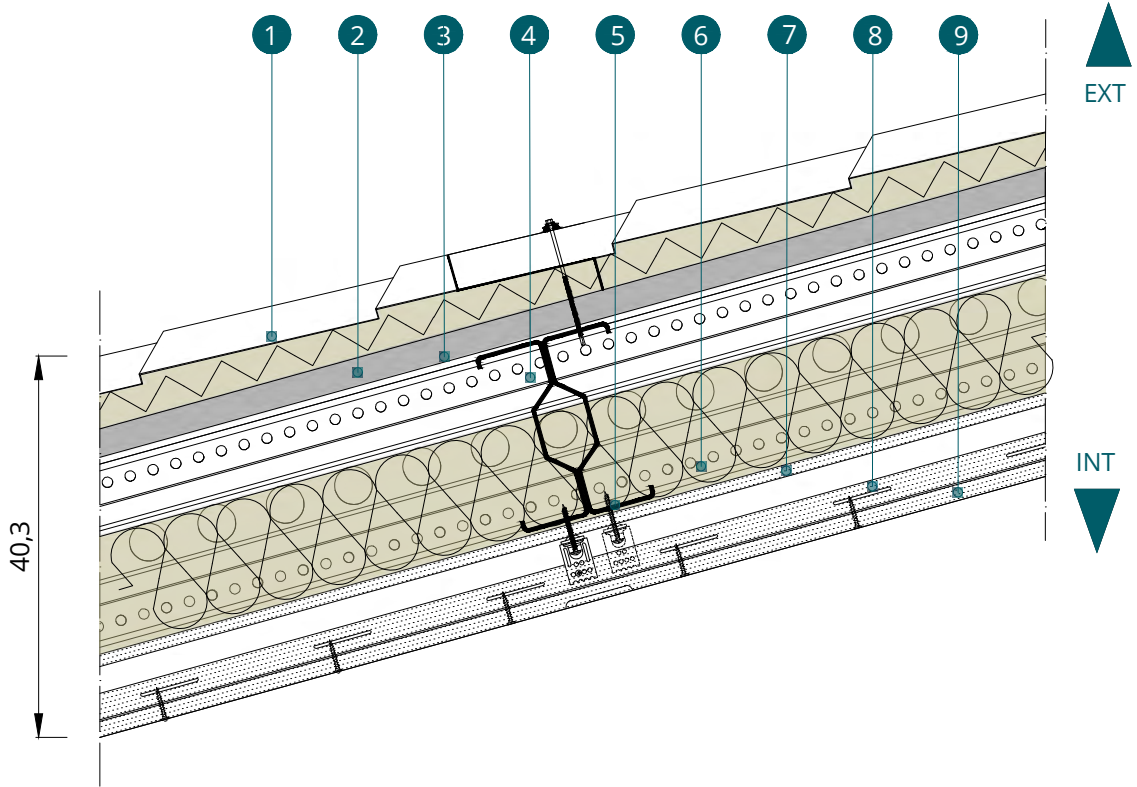
PRESTAZIONI ESTIVE				
	Valori di progetto	Rif. Decreto interministeriale 26 giugno 2015	Giudizio prestazioni	Rispetto dei limiti
Sfasamento φ [h]	10 h 02'	$12 > \varphi > 10$	Ottime	✓
Fattore di attenuazione	0,097	$F_a < 0,15$		
Cta [kJ/m ² K]	5,36	-		
Yie [W/m ² K]	0,01	$< 0,18$		✓

SIMULAZIONE FLUSSI	
Ψ [W/mK]	0,059
Umedia [W/m ² K]	0,2
Ucalcolata [W/m ² K]	0,141
Φ media con pote [W/m]	5,009

CONDENSA SUPERFICIALE		
$f_{Rsi,min,simulazione} > f_{Rsi,min}$ [adm]	0,964 > 0,525	
$T_{si,min}$ simulata [adm]	19,41	
Lunghezza cond. sup. [mm]	0	✓
Lunghezza muffa. sup. [mm]	0	✓

Elenco simboli

s Spessore
 ρ Densità
 λ Conduttività
 c Calore specifico
 μ Fattore di resistenza al vapore



CO 06 – CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA INCLINATA

STRATI DEL PACCHETTO								
nr.	Strati	λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ϵ [adm]	
1	Strato di copertura prepatinato aggraffato Zintek® sp. 0,8 mm e aggraffatura angolare; H = 25 mm.	-	-	-	-	25,00	-	-
2	Assito in legno a giunto aperto sp. 24 mm.	-	0,144	550,0	1000	24,00	50,00	0,90
3	Intercapedine di ventilazione con listelli in legno a passo 0,7 m; dimensione listelli H=60 mm x 60 mm.	-	0,578	1,0	1004	60,00	-	0,90
4	Elemento di tenuta. Membrana traspirante impermeabile all'acqua sp. 0,8 mm.	-	0,170	1200,0	1000	0,80	100000	0,90
5	Strato isolante in lana minerale di roccia senza rivestimento Knauf Insulation SMARTROOF TOP, resistenza a compressione 70 kPa, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei CAM. Il pannello ha dim. 600x1000 mm con sp. di 100 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	-	0,038	150,0	1029	100,00	1,00	0,90
6	Lastra di sottofondo in cemento rinforzato Knauf Aquapanel Cement Board Rooftop, costituita da cemento Portland aggregato rivestito da una rete in fibra di vetro annegata nella superficie anteriore e posteriore. La lastra ha dim. 1200x2400 mm e con sp. 12,5 mm. Resistente agli agenti atmosferici e certificata IBR. Classe di reazione al fuoco (Euroclasse) A1 (non combustibile).	-	0,350	2400,0	1004	12,50	66,00	0,90
7	Strato di ripartizione dei carichi in lamiera grecata in acciaio con sp. di 0,6 mm e H=75 mm.	-	-	-	-	75,00	-	-
8	Struttura portante realizzata con profili Sigma in acciaio zincato Sendzimir tecnologia SCAFFSYSTEM assemblata secondo il sistema MECHANO Advanced Steel Frame, i cui elementi sono realizzati con profili presso piegati a freddo di classe 4. Trave Sigma 200.	-	-	-	-	-	-	-
9	Strato isolante in rotolo in lana minerale di vetro Ecosse® Technology Knauf Insulation ULTRACOUSTIC R senza rivestimento, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Controsoffitti e pareti divisorie. I rotoli hanno una dimensione di 600x7500 mm e sp. 100 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	-	0,037	17,0	1029	100,00	1,00	0,90
10	Profilo a C in acciaio zincato di Knauf®. Le dimensioni sono 27/50/27 con sp. 0,6 mm e sistema di sospensione per controsoffitto realizzato con sistema di aggancio in acciaio zincato NONIUS Knauf® costituito da un gancio e un pendino rigido provvisti di microforatura a passo differenziato per una perfetta regolazione tramite coppiglio, e una migliore precisione e sicurezza di montaggio. La portata massima è di 40 kg. La lunghezza del sistema varia a seconda delle esigenze.	-	-	-	-	-	-	-
11	Lastra di rivestimento in gessorivestito Knauf GKB Advanced. La lastra ha dim. 1200x2000 mm e sp. di 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo A secondo norma di prodotto UNI EN 520. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1, d0.	-	0,190	600,0	1004	12,50	9,00	0,90

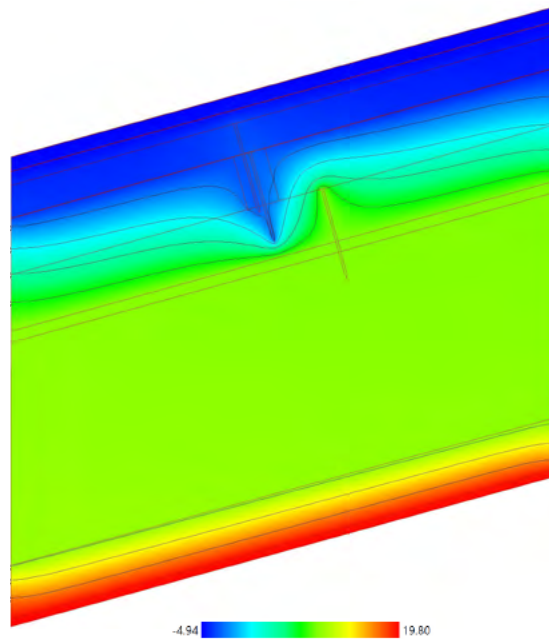
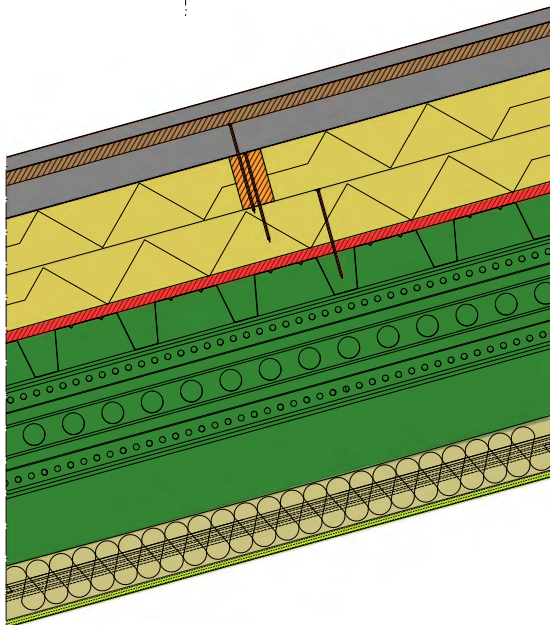
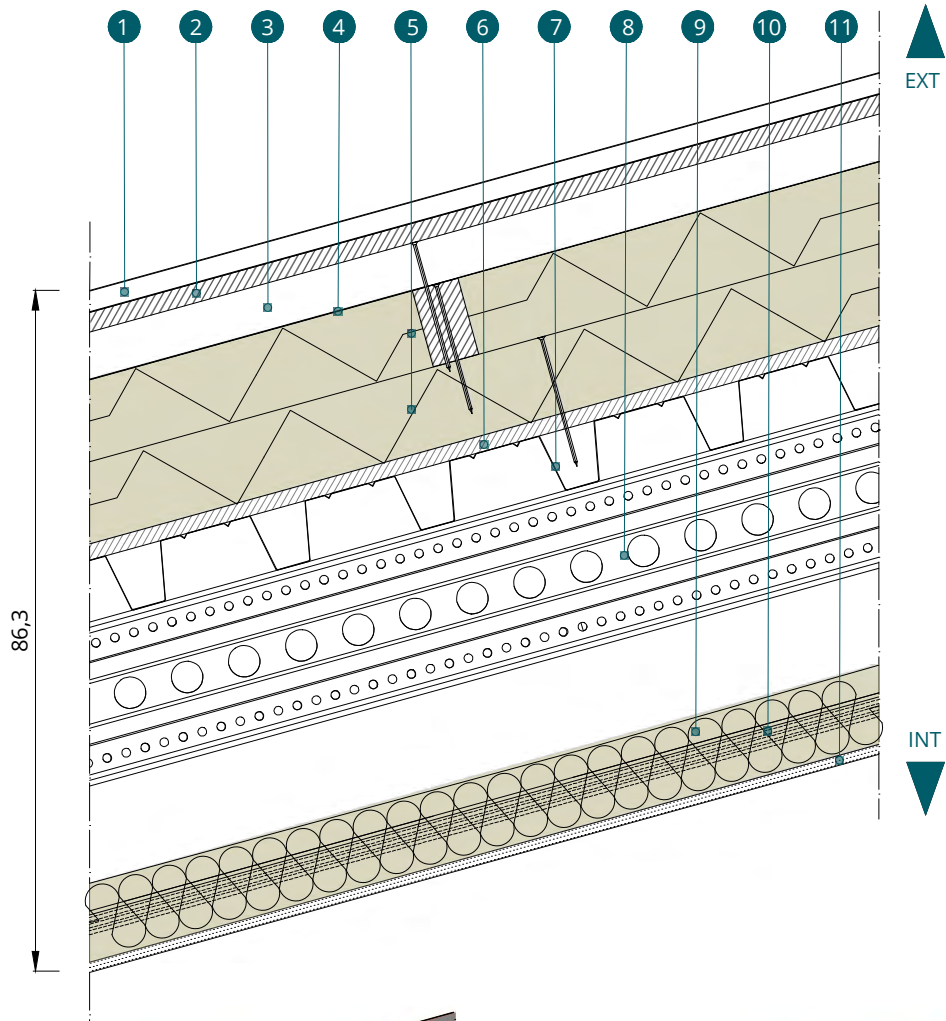
PRESTAZIONI INVERNALI					
	Zona climatica	U di progetto	Valori limite Decreto interministeriale 26 giugno 2015		Rispetto dei limiti
Trasmittanza U [W/m2K]	E	0,123	0,22	0,22	✓
	D	0,123	0,26	0,26	✓
	C	0,123	0,33	0,33	✓

PRESTAZIONI ESTIVE				
	Valori di progetto	Rif. Decreto interministeriale 26 giugno 2015	Giudizio prestazioni	Rispetto dei limiti
Sfasamento φ [h]	13 h 18'	$\varphi > 12$	Ottime	✓
Fattore di attenuazione	0,092	$F_a < 0,15$		
Cta [kJ/m2K]	31,537	-		
Yie [W/m2K]	0,01	$< 0,18$		✓

SIMULAZIONE FLUSSI	
Ψ [W/mK]	0,028
Umedia [W/m2K]	0,15
Ucalcolata [W/m2K]	0,123
Φ media con pote [W/m]	3,761

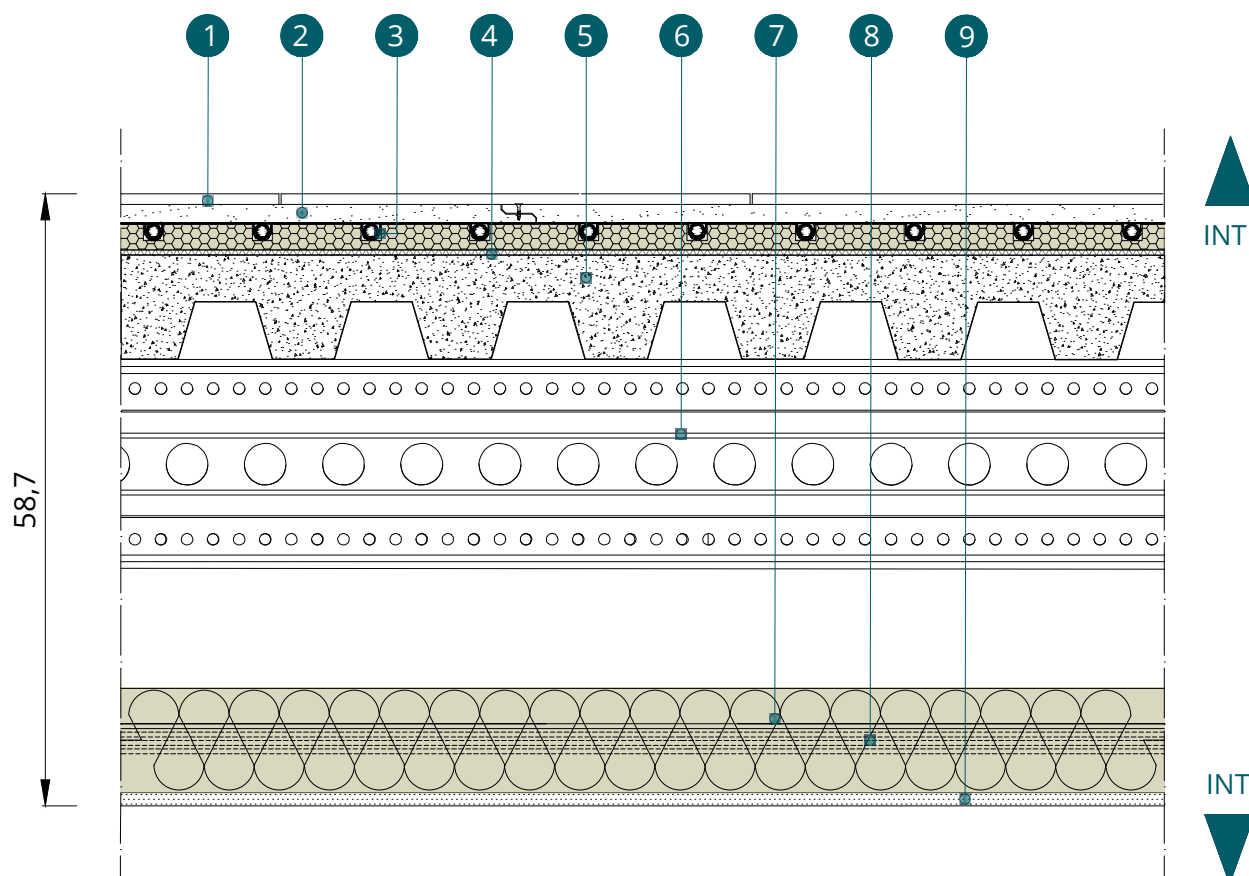
CONDENSA SUPERFICIALE		
$f_{Rsi, min, simulazione} > f_{Rsi, min}$ [adm]	0,973 > 0,440	
$T_{si, min, simulata}$ [adm]	19,32	
Lunghezza cond. sup. [mm]	0	✓
Lunghezza muffa. sup. [mm]	0	✓

Elenco simboli
s Spessore
 ρ Densità
 λ Conduttività
c Calore specifico
 μ Fattore di resistenza al vapore



SOP 01 – SOLAIO INTERPIANO - LAMIERA E GETTO

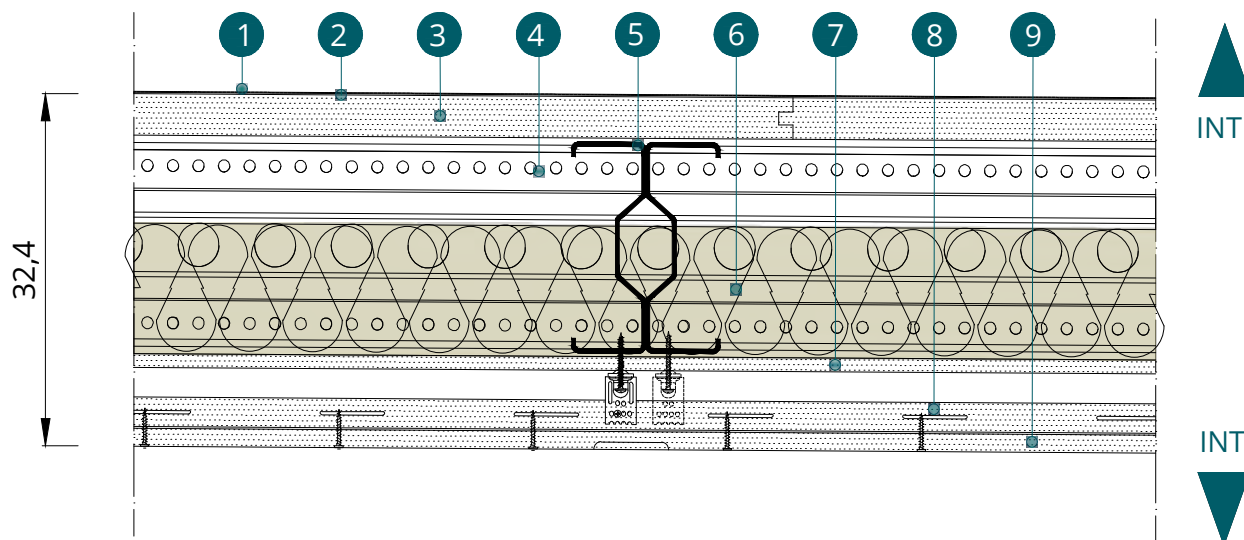
STRATI DEL PACCHETTO		λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ϵ [adm]
1	Strato di finitura in piastrelle di gres porcellanato postate a secco. Le piastrelle hanno dim. 450x450 mm e sp. 10 mm.	1,300	2300,0	1,30	10,00	200000000	0,90
2	Strato di ripartizione dei carichi in lastre in gesso fibra Knauf BRIO 18. Le lastre hanno dim. 1200x600 mm e sp. 18 mm. Classe di reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	0,380	1222,0	1004	18,00	17,00	0,90
3	Pavimento radiante realizzato in tubi di polietilene posati a secco e dotati di piastre termoconduttrici in metallo per migliorare la diffusione del calore negli strati superiori, posto su pannello isolante sagomato Knauf EPS DEO. Si tratta di un prodotto con dimensioni di 1000x20000 mm e con sp. 25 mm.	0,036	17,00	1450	25,00	60,00	0,90
4	Feltro acustico in polietilene reticolato espanso a celle chiuse Knauf Silent Pad SLIM, accoppiato sul lato inferiore a una speciale fibra agugliata per un migliore abbattimento acustico (26 dB) e sul lato superiore da un film riflettente con funzione di barriera al vapore. Si tratta di un prodotto fornito in rotoli con una dimensione di 1000x20000 mm e con sp. 4,5 mm.	-	-	-	4,50	-	-
5	Strato di ripartizione dei carichi in acciaio lamiera grecata e getto in calcestruzzo. Il pannello ha un ingombro totale di 1012 mm e sp. 100 mm.	1,500	1800	1000	100,00	60,0	0,90
6	Struttura portante realizzata con profili Sigma in acciaio zincato Sendzimir tecnologia SCAFFSYSTEM assemblata secondo il sistema MECHANO Advanced Steel Frame, i cui elementi sono realizzati con profili presso piegati a freddo di classe 4. Trave Sigma 200.	-	-	-	-	-	-
7	Strato isolante in rotolo in lana minerale di vetro Ecose® Technology Knauf Insulation ULTRACOUSTIC R senza rivestimento, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Controsoffitti e pareti divisorie. I rotoli hanno una dimensione di 600x7500 mm e sp. 100 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	0,037	17,0	1029	100,00	1,00	0,90
8	Profilo a C in acciaio zincato di Knauf®. Le dimensioni sono 27/50/27 con sp. 0,6 mm e sistema di sospensione per controsoffitto realizzato con sistema di aggancio in acciaio zincato NONIUS Knauf® costituito da un gancio e un pendino rigido provvisti di microforatura a passo differenziato per una perfetta regolazione tramite coppiglio, e una migliore precisione e sicurezza di montaggio. La portata massima è di 40 kg. La lunghezza del sistema varia a seconda delle esigenze.	-	-	-	50,00	-	-
9	Lastra di rivestimento in gessorivestito Knauf GKB Advanced. La lastra ha dim. 1200x2000 mm e sp. di 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo A secondo norma di prodotto UNI EN 520. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1, d0.	0,190	600,0	1004	12,50	9,00	0,90



SOP 02 – SOLAIO INTERPIANO - A SECCO

STRATI DEL PACCHETTO

nr.	Strati	λ [W/m.K]	ρ [kg/m ³]	C [J/kg.K]	s [mm]	μ [adm]	ε [adm]
1	Strato di finitura-rivestimento in funzione della destinazione d'uso e di prestazioni a richiesta (acustica*).	-	-	-	-	-	-
2	Tappetino acustico in polietilene sp. 1,5 mm ad alta densità.	-	-	-	1,50	-	0,90
3	Lastre per posa pavimento in gesso fibra Knauf Integral GIFAfloor, conformi alla norma di prodotto specifica e collaudate da un punto di vista biologico abitativo, sono fissate ai profili a C con apposite viti. Le lastre con bordo maschio femmina, presentano una elevata resistenza meccanica e durezza superficiale, con conseguente irrigidimento delle strutture a cui sono meccanicamente fissate tramite apposite viti autopерforanti. Le lastre hanno dim. 1200x600 m e sp. 38 mm.	0,440	44,5	1000	38,00	10,00	0,90
4	Struttura portante realizzata con profili Sigma in acciaio zincato Sendzimir tecnologia SCAFFSYSTEM assemblata secondo il sistema MECHANO Advanced Steel Frame, i cui elementi sono realizzati con profili presso piegati a freddo di classe 4. Trave Sigma 200.	-	-	-	-	-	-
5	Strato di isolamento termo acustico in lana minerale di vetro Ecosse® Technology Knauf Insulation MINERAL WOOL 35 prodotto con materie prime riciclate, conforme ai requisiti del DM 23/06/2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) - Pareti divisorie, contropareti e controsoffitti. I pannelli hanno dim. 600x1200 mm e sp. 120 mm. Reazione al fuoco (Euroclasse) A1.	0,035	18,0	1029	120,00	1,00	0,90
6	Lastra di rivestimento per interni con nucleo in gesso ad alta densità Knauf DIAMANT. Le lastre hanno dim. 3000x1200 mm e sp. 12,5 mm. la lastra è classificata di tipo DFH2IR, secondo norma di prodotto EN 520. Stuccatura tra i giunti tra le lastre con Knauf FUGENFULLER, prodotto in polvere a base gesso, con classe di reazione al fuoco A1	0,250	1000,0	1004	12,50	10,00	0,90
7	Profilo Knauf a "C" 50/27/50, sp. 0,6 mm, posato trasversalmente alle travi e fissato con gancio semplice distanziato o distanziatore universale con passo massimo di 500 mm.	-	-	-	27,00	-	-
8	Lastra di rivestimento in gessorivestito Knauf GKB Advanced. La lastra ha dim. 1200x2000 mm e sp. di 12,5 mm. La lastra è classificata di tipo A secondo norma di prodotto UNI EN 520. Reazione al fuoco (Euroclasse) A2-S1, d0.	0,190	600,0	1004	12,50	9,00	0,90



09

**SCHEDE
DI PROGETTO**



Analizziamo nel seguito le schede di progetto di quattro differenti tipologie di intervento edilizio realizzati con il sistema strutturale Scaffsystem:

**Centro riabilitativo Sinapsi Cr2
– Cremona**

**Villa unifamiliare monopiano
– Torregrotta (Me)**

**Villa unifamiliare monopiano
– Cremona**

**Villa unifamiliare
– Castrovillari (Cs)**

Centro riabilitativo Sinapsi Cr2 – Cremona

Il Centro riabilitativo-ricreativo Sinapsi CR2 di Cremona è un progetto nato per sostenere le famiglie con bambini disabili e per offrire opportunità di cura e riabilitazione all'avanguardia. La struttura rappresenta il sogno di Filippo Ruvoli, creatore della Fondazione Occhi Azzurri Onlus, che diviene realtà grazie alla generosità di privati e istituzioni che hanno contribuito a finanziare il progetto e al supporto tecnico del Prof. Marco Imperadori, docente di progettazione e innovazione tecnologica del Politecnico di Milano. Il lotto si estende per oltre 1.550 m² e si trova all'interno del Parco del Morbasco, scelta dovuta alla vicinanza con il centro cittadino, alla sua accessibilità e alla presenza di una grande varietà arborea. Il Centro è stato ideato per essere in completa osmosi con ciò che lo circonda, non rappresentando un luogo chiuso su se stesso ma aperto alla città e ai cittadini a cui offre i suoi servizi. La struttura del centro è costituita da elementi prefabbricati in acciaio zincato Sendzimir, ottenuti attraverso un processo di profilatura e punzonatura a freddo (CFS), e da componenti pre-assemblati tramite processi di saldatura e successiva zincatura a caldo; le connessioni tra i vari elementi strutturali è garantita da squadre stampati/pressopiegati e bulloneria strutturale.

La concezione strutturale prevede telai incernierati alla base per le sollecitazioni derivanti dai carichi gravitazionali, controventi verticali e di piano per le sollecitazioni orizzontali (sisma, vento). La peculiarità del progetto ha visto l'impiego di una vasta gamma di profili Scaffsystem (dalla serie Sigma: 125-255, al profilo C 400), e la realizzazione di due travature reticolari di circa 33 mt nella zona ristorazione. Le colonne, alcune in profilo scatolare, altre realizzate tramite unione di elementi in CFS, sono fissate alla fondazione tramite ancoranti meccanici post-installati, rendendone rapido il montaggio. La velocità di cantiere ha consentito, in questo primo stadio operativo, di gestire diverse fasi simultaneamente. Durante le operazioni di assemblaggio, infatti, operai specializzati hanno ultimato l'edificazione delle piscine adibite a riabilitazione, nello specifico una zona nuoto di 270 metri quadrati con due piscine e una vasca di nuoto controcorrente, alla cui struttura è stata applicata la tecnologia tipo SISTEMA TRIPLEX di Nordzinc®, ossia un trattamento anticorrosivo perfezionato con nanotecnologie ceramiche studiate per resistere agli agenti atmosferici, agli UV e ad ambienti fortemente attaccati dal cloro.

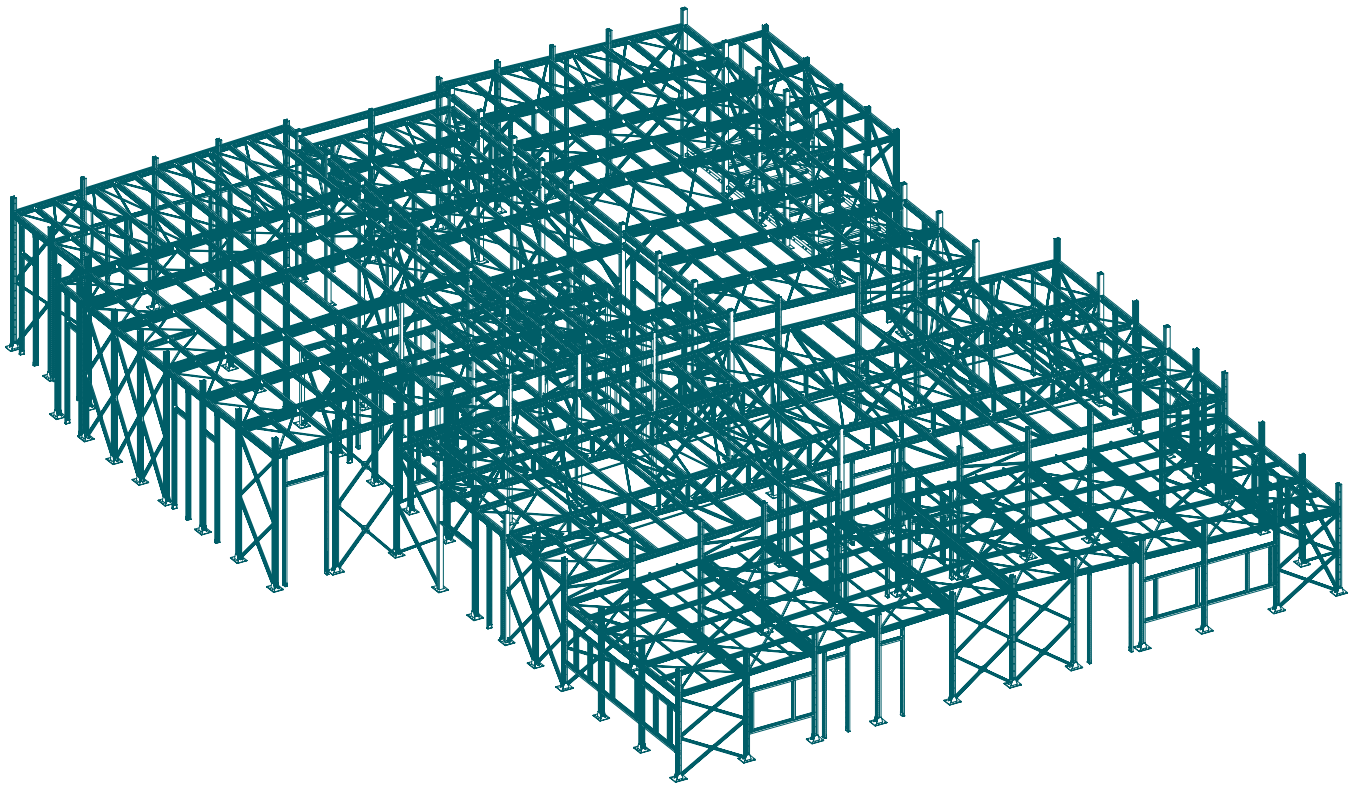




In alto fase di montaggio di una campata reticolare, a destra immagine di dettaglio dell'impianto



In alto foto panoramica di cantiere, a sinistra montaggio copertura



In alto vista 3D del progetto esecutivo strutturale

Villa unifamiliare monopiano – Torregrotta (Me)

In località Torregrotta (ME) è in fase di completamento l'intervento per la costruzione di una villa unifamiliare monopiano interamente realizzato con metodologia costruttiva Mechano advanced steel frame. In base alla classificazione sismica attuale, il comune siciliano è in zona 2, pertanto progettista e committenza hanno optato per una soluzione in acciaio leggero ed involucro a secco, potendo contare su un ottimale assorbimento e comportamento alle sollecitazioni meccaniche generate da eventi sismici, garanzia di sicurezza ed elevata durabilità.

L'involucro, in via di completamento vede l'utilizzo esclusivo di soluzioni Knauf per rompanto perimetrale, tramezzi interni e controsoffitti. Discorso diverso per la copertura piana, realizzata con pannelli coibentati in lana minerale di spessore 100 mm.

Strutturalmente la costruzione si sviluppa su un piano interrato in cemento armato adibito a garage, piano terra a destinazione abitativa e copertura piana calpestabile adibita a terrazza/solarium con vista sulle isole Eolie. La prossimità al mare ha infatti portato progettista e committenza alla scelta di Mechano advanced steel frame per le altissime performance di durabilità garantite dai prodotti Knauf in ambienti altamente salini ed i costi ridotti per la manutenzione ordinaria che un edificio con questa tecnologia richiede.

La struttura è stata progettata e dimensionata per garantire una futura sopraelevazione consentendo ai clienti di sfruttare la modularità e leggerezza delle strutture portanti in acciaio di Scaffsystem.

Foto panoramica del cantiere a completamento delle strutture portanti Scaffsystem

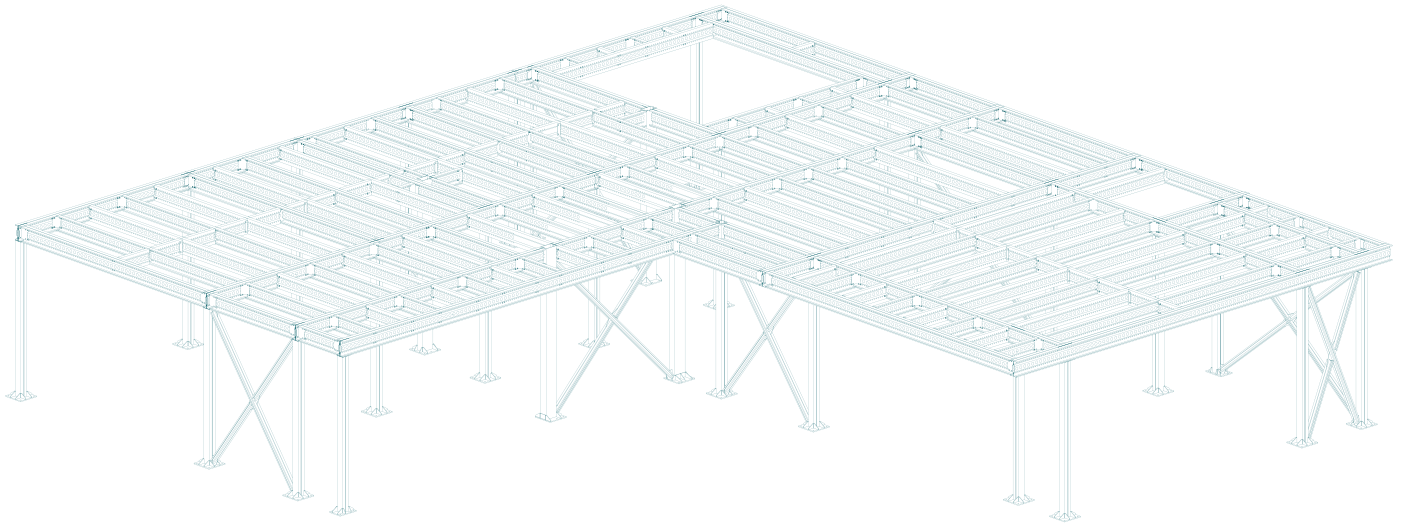




In alto dettaglio impalcato strutturale, a destra foto di cantiere



In alto foto panoramica della copertura piana realizzata con pannelli coibentati in lana minerale. A sinistra dettaglio attacco involucro su impalcato



In alto vista 3D del progetto esecutivo strutturale

Villa unifamiliare monopiano – Cremona

In località Cremona (CR) è in fase di completamento l'intervento per la costruzione di una villa unifamiliare monopiano di circa 208 m². Architettonicamente l'intervento vede la particolarità di coniugare a falde doppie ed inclinate l'utilizzo di una porzione di copertura piana nella zona adibita a garage.

Il telaio in carpenteria metallica è composto da elementi portanti di produzione Scaffsystem: colonne scatolari 150×150 mm sorreggono le coperture interamente realizzate per l'orditura principale e secondaria da profili Sigma "System structura" serie 255 e diagonali di controventatura verticali ed orizzontali in profilo C80 e C 60.

L'intera struttura, progettata e verificata ai sensi della vigente normativa italiana (NTC 2018) ed europea (EC), è stata dimensionata compatibilmente a quanto previsto dall' area geografica (vento, neve e sisma), a carichi di progetto relativi alla destinazione d'uso e alla tipologia di copertura realizzata.

L'involucro dell'edificio, progettato per garantire alte prestazioni di isolamento termico e acustico, vede impiegate le soluzioni Knauf. Per la realizzazione della copertura, in continuità rispetto alle prestazioni garantite dall'involucro, è stato sviluppato un pacchetto composto da assito in legno, lane minerali Knauf Insulation ed un manto di copertura in lamiera graffiata.

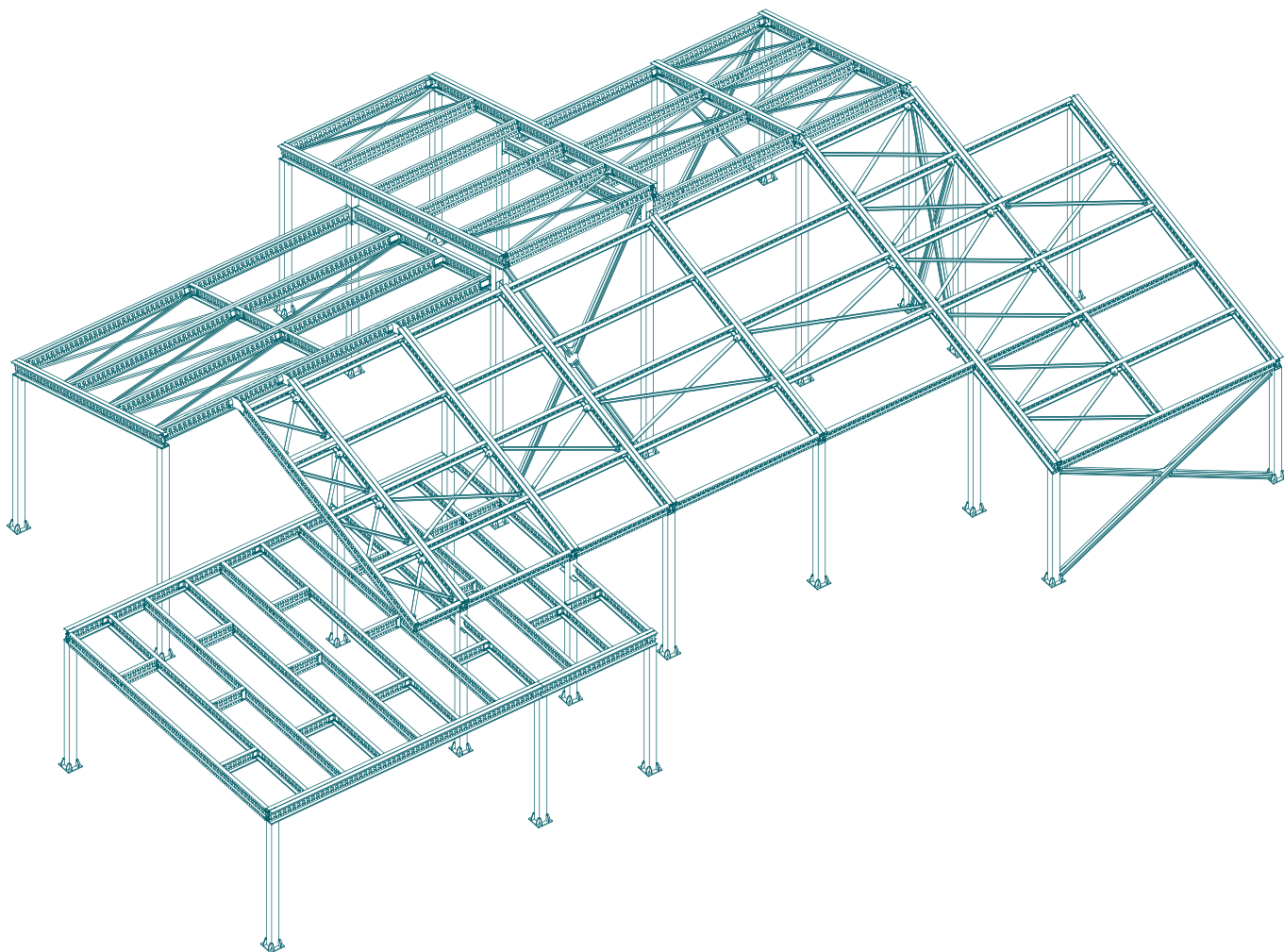
In basso foto panoramica relativa al manto di copertura





In alto dettaglio aggancio tra colonna e impalcato. In basso fasi di completamento del. montaggio della struttura portante





In alto vista 3D del progetto esecutivo strutturale

Villa unifamiliare – Castrovillari (Cs)

A Castrovillari (Cs) è stato realizzato il recupero edilizio di una villa unifamiliare in acciaio, progetto residenziale in collaborazione con Interni System Srl. Per la ricostruzione edilizia della villa monopiano è stato applicato il sistema costruttivo Mechano Steel Frame, sulla base del quale le strutture in acciaio Scaffsystem si integrano perfettamente con i sistemi d'involucro Aquapanel di Knauf, consentendo flessibilità nelle configurazioni interne, adattabilità realizzativa e perfetta integrazione con gli impianti.

Il progetto consta nella ristrutturazione edilizia con demolizione e ricostruzione del fabbricato, accatastato come collabente, con muratura portante. Si tratta di un immobile che, data la storicità, si presentava in condizioni tali da essere inagibile e pericoloso per l'integrità fisica delle persone e per il quale non sarebbe stato sufficiente un semplice intervento di restauro. Il procedimento ha visto, inoltre, un ampliamento volumetrico nei limiti del 30% di quello esistente, secondo le disposizioni previste dal Piano Casa della Regione Calabria. La superficie della villa monopiano si estende per circa 200 m². Per la struttura portante sono stati utilizzati profili in acciaio leggero formati a freddo, i cui pilastri sono stati ancorati a una platea in calcestruzzo armato.

La fase d'involucro dell'intervento edilizio ha visto l'applicazione di sistemi stratificati a secco, composti da lastre tipo Knauf Aquapanel e lane minerali Knauf Insulation, funzionali al raggiungimento di un ottimale isolamento termico e acustico. Per la copertura sono stati scelti pannelli di lamiera coibentata dallo spessore di 120 mm ed è stata completata all'interno da una controsoffittatura; le tramezzature interne invece, sono del tipo leggere in cartongesso, isolate con lana di vetro per un attento isolamento acustico degli ambienti. Per consentire uniformità di propagazione negli ambienti e garantire una riduzione dei consumi, è stato posizionato un impianto di riscaldamento a pompa di calore con fancoil. Il recupero edilizio della villa unifamiliare è stato ultimato in un lasso di tempo totale di otto mesi, includendo anche le parti legate all'abitabilità dello stesso. Si tratta di una tempistica nettamente inferiore rispetto ai classici metodi di edificazione, che garantirà al fabbricato una classe energetica A4. La metodologia costruttiva Mechano Steel Frame ha assicurato ai committenti pulizia e ottimizzazione di gestione del cantiere e velocità di realizzazione, in termini di montaggio strutture e successive tamponature. Inoltre saranno garantite elevate prestazioni in termini di: risposta sismica; efficienza energetica, grazie all'integrazione con il sistema Knauf Aquapanel; funzionalità e sicurezza, per una perfetta armonia tra ambiente esterno e comfort interno.

**In basso montaggio
dell'involucro edilizio Knauf**





In alto dettaglio involucro edificio Knauf. In basso dettaglio impalcato strutturale



In alto foto panoramica a cantiere ultimato. In basso dettaglio interno

10

CERTIFICAZIONI E NORMATIVE

9.1 Progettazione e produzione di strutture in acciaio

Il seguente paragrafo ha la funzione di illustrare il quadro delle principali normative e certificazioni attinenti la progettazione e la produzione di strutture in acciaio alle quali tecnici e produttori devono obbligatoriamente fare riferimento.

9.1.1 Aspetti Normativi

Dal 2014 la realizzazione di strutture in acciaio è regolata dalla normativa europea UNI EN 1090 [Direttiva Europea 89/106/CEE, successivamente sostituita dal Regolamento (UE) n. 305 del 9 marzo 2011], alle cui disposizioni sono sottoposte tutte le carpenterie metalliche, che in base ad esse, hanno l'obbligo di apporre il marchio CE a tutta la produzione proveniente dalle loro officine. Nello specifico, tale regolamentazione ha lo scopo di determinare i requisiti per la valutazione di conformità delle strutture in acciaio, sia in ambito civile che industriale.

In particolare, la normativa per strutture in acciaio UNI EN 1090 è divisa in due parti: la prima, entrata in vigore nel 2011, si occupa della definizione dei requisiti di conformità; la seconda, anche nota come UNI EN 1090-2, riguarda le procedure di esecuzione e i requisiti tecnici connessi alle strutture metalliche e in acciaio. Bisogna considerare che l'applicazione della UNI EN 1090-1 comporta il rispetto da parte delle officine di carpenteria metallica anche della norma UNI EN 1090-2.

Secondo la direttiva europea, ogni fabbricante è tenuto a implementare un sistema di controllo del processo di produzione di fabbrica e, in seguito, ad effettuare le prove in conformità alla norma armonizzata di riferimento (tale conformità deve essere ovviamente certificata da un organismo autorizzato). Al termine di questo percorso, il produttore può apporre sul prodotto la marcatura CE.

Altro elemento essenziale del decreto europeo è il controllo in cantiere dei materiali necessari alla costruzione di strutture in acciaio, per il quale sono previste particolari frequenze di controllo in base al tipo di materiale considerato.

La **certificazione 1090**, o marcatura CE 1090, garantisce l'utilizzo di materiali conformi al Regolamento Europeo per la realizzazione di strutture metalliche: nello specifico, indica l'esistenza di una dichiarazione di prestazione

e che il prodotto rispecchia le caratteristiche di sicurezza.

Prima dell'introduzione della normativa, il compito di assicurare tali caratteristiche era del solo produttore. Ora, invece, la responsabilità si allarga fino al progettista: egli ha il compito di definire la classe di esecuzione, ovvero quali sono i requisiti specifici per la realizzazione dell'opera.

Il progettista, applicando la marcatura CE alle carpenterie metalliche, ne dichiara la **conformità all'utilizzo** per il quale sono state realizzate, rispettando precisi standard di qualità e sicurezza. Le lavorazioni marcate possono circolare liberamente nei paesi dell'Unione Europea, ampliando le possibilità del mercato stesso: è possibile realizzare una struttura in Italia per un progetto all'estero e viceversa.

Le **Norme Tecniche per le Costruzioni**, contestualmente, forniscono l'aggiornamento periodico dei requisiti tecnici che consentono l'attuazione della Legge 5 novembre 1971 n. 1086. Il più recente di tali aggiornamenti è stato allegato al **D.M. 17 gennaio 2018**, entrato in vigore il 22 marzo 2018 e relativa circolare C.M. 21/01/2019 n.7 – *"Istruzioni per l'applicazione nuove Norme Tecniche Costruzioni"*, che ha ulteriormente rafforzato il processo di integrazione fra la normativa europea afferente al settore "costruzioni" e la relativa legislazione tecnica nazionale.

Le NTC *"definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità"* (rif. par. 1.1), e si rileva che circa il processo di "esecuzione" di tutte le "costruzioni", le nuove NTC hanno in generale attuato il recepimento del Regolamento (UE) n. 305 del 9 marzo 2011 (il cosiddetto "Regolamento Prodotti da Costruzione", abrogativo della precedente omologa Direttiva ed entrato in vigore, in tutti i paesi dello Spazio Economico Europeo, in data 1° luglio 2013).

Infatti il par. 4.2 delle nuove NTC dispone:
“I requisiti per l'esecuzione di strutture di acciaio, al fine di assicurare un adeguato livello di resistenza meccanica e stabilità, di efficienza e di durata, devono essere conformi alle UNI EN 1090-2:2011, “Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio”, per quanto non in contrasto con le presenti norme”.

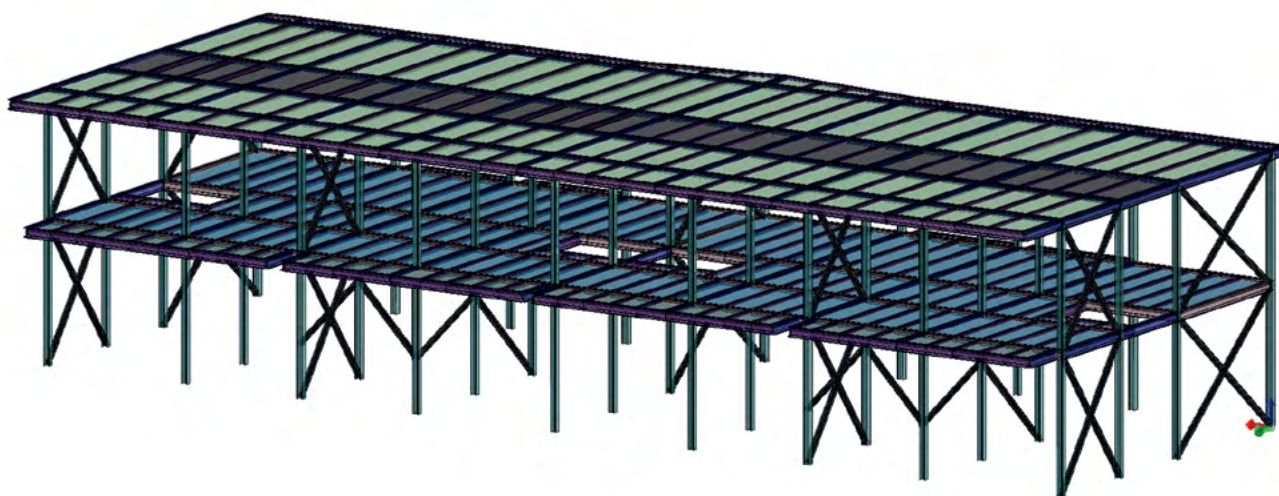
9.1.2 Aspetti Progettuali

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi classici della Scienza delle Costruzioni: l'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici. Per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico) l'elaborazione del calcolo avviene attraverso il metodo dell'analisi modale con spettro di risposta definito in termini di accelerazione.

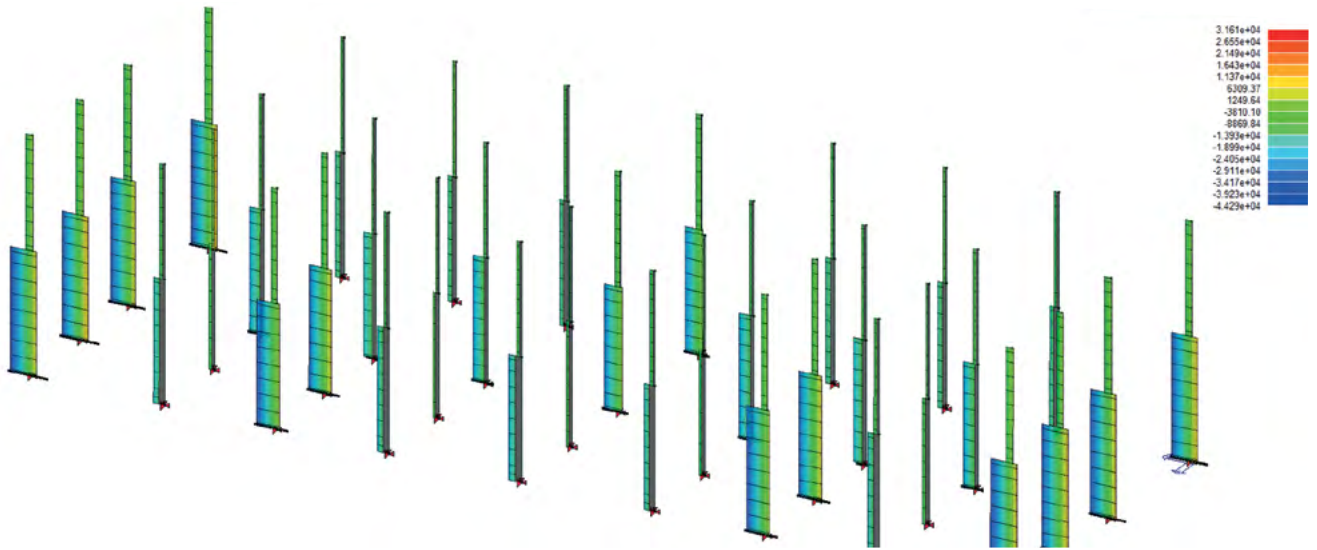
L'analisi strutturale e le relative verifiche vengono effettuate con il metodo degli elementi finiti e l'ausilio di codici di calcolo automatico, di cui si deve verificare l'affidabilità e l'attendibilità dei risultati ottenuti.

Il comportamento della struttura, sotto le azioni statiche e dinamiche, deve essere adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello di calcolo, che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. In generale, ai fini della sicurezza, si adottano i criteri contemplati dal metodo semiprobabilistico agli stati limite: in particolare sono da soddisfare i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo (anche sotto l'azione sismica), allo stato limite di esercizio e nei confronti di eventuali azioni eccezionali.

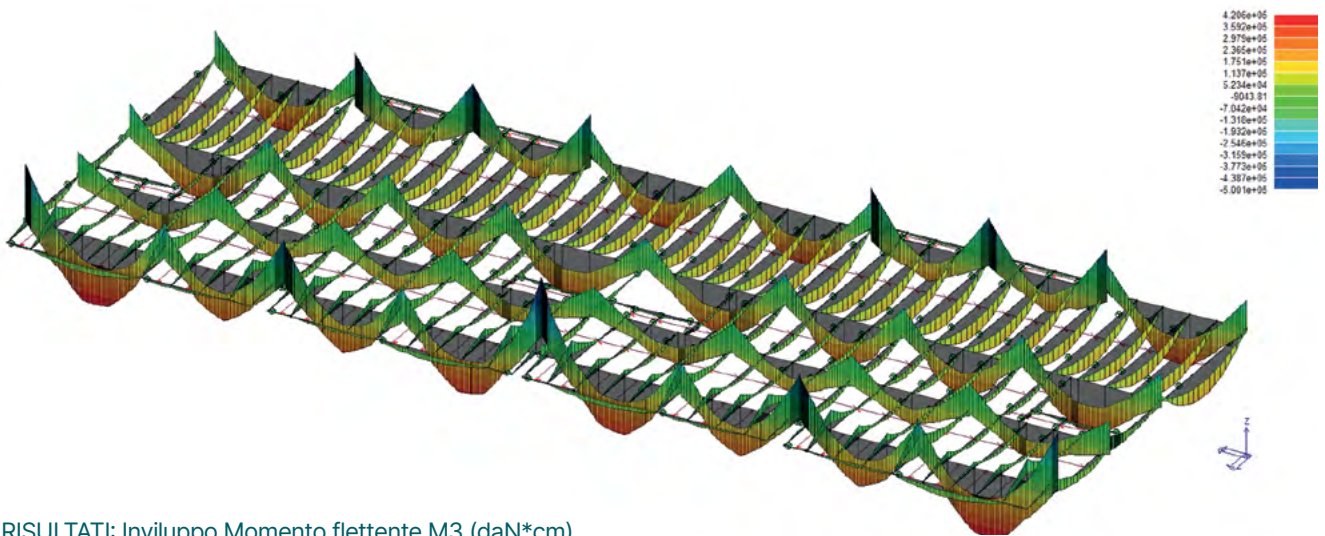
La presentazione dei risultati viene riportata in formato leggibile e facilmente interpretabile, come previsto dalla norma, e viene presentata sia in formato numerico che di grafici esplicativi delle deformate e delle sollecitazioni agenti sulla struttura (immagini a seguire).



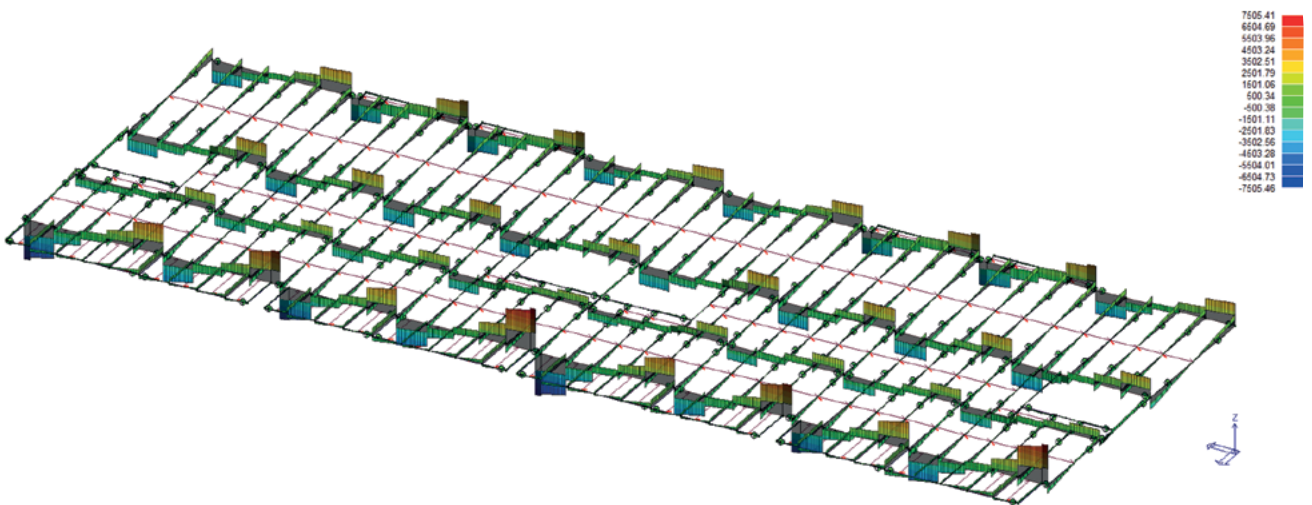
Modello di calcolo tridimensionale



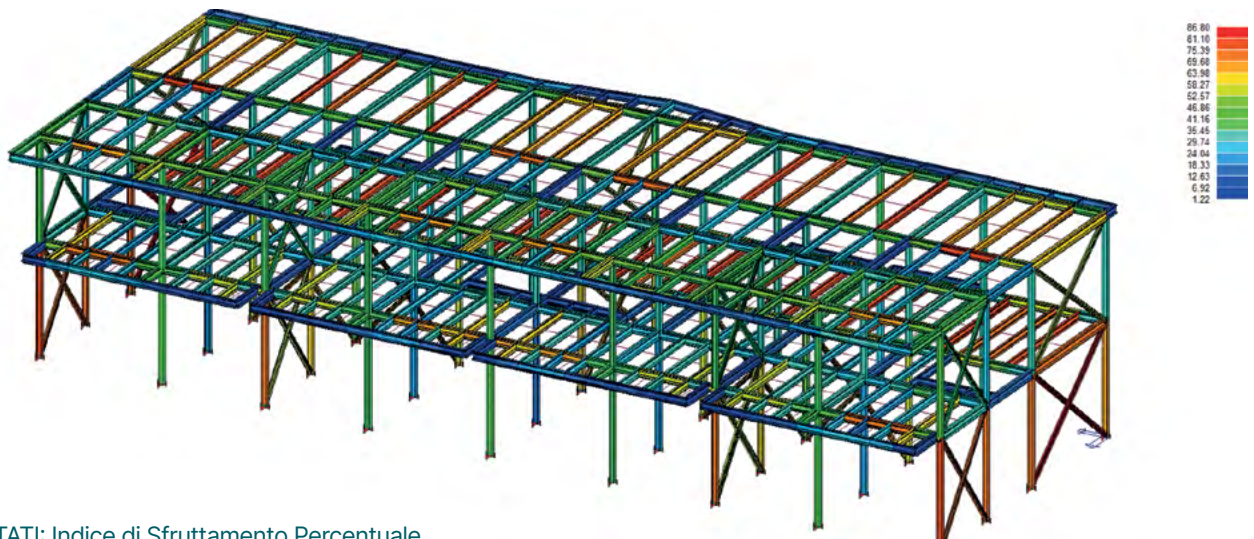
RISULTATI: Involuppo Sforzo Normale Fx - Pilastri (daN)



RISULTATI: Involuppo Momento flettente M3 (daN*cm)



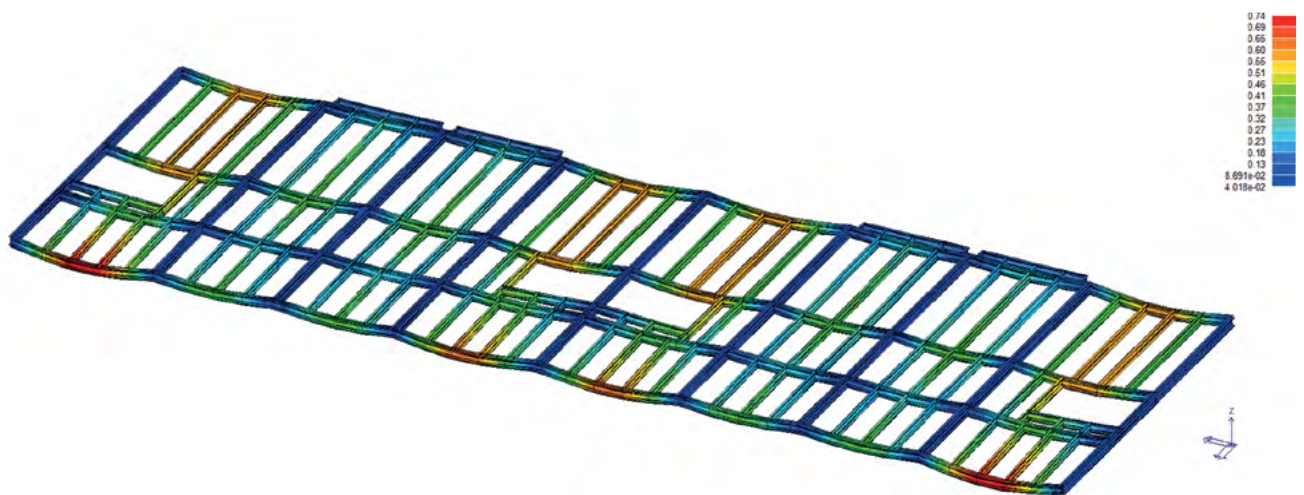
RISULTATI: Involuppo Sforzo Taglio T2 (daN)



RISULTATI: Indice di Sfruttamento Percentuale

Per le strutture metalliche, lo stato limite di esercizio è particolarmente gravoso e spesso condiziona in modo importante il sistema strutturale, tanto da divenirne l'effettivo limite di riferimento. Le deformazioni e le vibrazioni giocano un ruolo fondamentale nel dimensionamento delle strutture in carpenteria metallica: nei confronti dei carichi verticali è importante tenere entro certi limiti il rapporto tra le frecce delle travi (l'abbassamento verticale) e la loro lunghezza, in modo da garantire il corretto utilizzo della struttura nelle normali condizioni di vita utile; mentre sotto l'azione sismica è

fondamentale ridurre le deformate orizzontali allo stato limite di danno, rendendo la struttura adeguatamente rigida (l'utilizzo di sistemi di controventatura verticale in più direzioni è fondamentale in questo tipo di costruzioni). Nel caso specifico, le verifiche di deformabilità degli elementi della struttura vengono condotte con riferimento ai valori limite posti dalle NTC2018 al punto 4.2.4.2.1 "Spostamenti verticali" in tabella 4.2.X - "Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie".



RISULTATI: deformata per la combinazione di carico statica più gravosa (Comb. Rara)

9.2 Dichiarazione ambientale di prodotto e valutazione del ciclo di vita: il caso Scaffsystem

Uno studio dell'impatto ambientale delle strutture in acciaio per edilizia, "System Structura", in tutte le fasi del suo ciclo di vita, materiali, produzione e anche la fase d'uso, riuso e smaltimento è stato realizzato dalla **Scaffsystem** che intende sviluppare innovazioni anche in relazione alle fasi di disassemblaggio e riuso dei propri prodotti, anticipando anche gli sviluppi di una edilizia ecosostenibile in cui l'edificio è considerato una banca di materiali per il futuro.

L'obiettivo del progetto è stato la progettazione di un sistema di rilevazione finalizzato alla modellazione di una struttura di analisi dei dati di tutto il ciclo di vita dei prodotti (Life Cycle Assessment ISO 14040) dalla fase di acquisizione dei materiali, lavorazione e consegna e del fine vita delle strutture per orientare scientificamente gli investimenti di riduzione dell'impatto ambientale. Un modello parametrico a supporto delle attività di ricerca e innovazione, al fine di realizzare un sostanziale miglioramento dell'impatto ecologico dei prodotti e dei processi, guidati da dati scientifici e da drivers di mercato.

I primi risultati raggiunti in termini di riduzione

d'impatto ambientale sono stati "fotografati" nella Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD – Environmental Product Declaration), realizzata seguendo il modello di analisi LCA con riferimento alla banca dati leader del mondo Ecoinvent. Il report, conforme alla norma ISO 14025 sulle dichiarazioni ambientali, quindi, è stato verificato dall'ente terzo di certificazione e la dichiarazione ambientale del prodotto "System Structura" è stata registrata sul registro internazionale Environdec.

Un utile documento quest'ultimo, sia per tutti i progettisti che vorranno integrare nella loro progettazione i parametri dell'impatto ambientale dei materiali utilizzati nelle costruzioni, sia per rispondere ai requisiti CAM degli acquisti green della pubblica amministrazione.

Dal primo report sono emerse anche le sfide del prossimo step: ridurre ulteriormente l'impatto dei materiali, già inferiore rispetto ai materiali tradizionali grazie al circuito consolidato in Italia del riciclo dell'acciaio, e progettare nuovi sistemi di recupero e riuso degli stessi in un circuito validato Scaffsystem.

9.3 Informazioni sulla sostenibilità di prodotto e il sistema Knauf Aquapanel

Quando si valuta l'efficienza energetica di un edificio è da considerare due componenti fondamentali che definiscono il dispendio energetico.

L'energia incorporata: utilizzata per la produzione, il trasporto e l'installazione dei materiali da costruzioni.

L'energia operativa: utilizzata durante la vita utile dell'edificio, quando viene abitato ed utilizzato dai suoi fruitori.

L'energia incorporata rappresenta fino al 30% del consumo energetico complessivo nel ciclo di vita di un edificio, ed è quindi un fattore significativo. La percentuale esatta varia in base a fattori quali età dell'edificio, clima locale e natura esatta dei materiali utilizzati. Storicamente, la percentuale è stata più bassa, ma l'intensificarsi dell'attenzione sulla minimizzazione delle emissioni operative, per esempio migliorando l'efficienza di riscaldamento e raffrescamento, ha comportato un aumento relativo dell'energia incorporata, e della sua importanza come misura.

Molti prodotti del Sistema Knauf AQUAPANEL® hanno ottenuto una Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD) secondo le norme ISO14025 ed EN 15804. Oltre a fare riferimento all'impatto ambientale e alle categorie di rifiuti, queste EPD forniscono la valutazione dell'intero ciclo di vita del prodotto, comprese le risorse energetiche necessarie per fornire e trasportare le materie prime e fabbricare il prodotto finale. Come sistema completo, la parete esterna Knauf evidenzia un fabbisogno di energia primaria inferiore del 50%, durante la fabbricazione rispetto alla costruzione convenzionale in mattoni. Allo stesso modo, la

CO₂ emessa durante la produzione del materiale per una parete esterna Knauf è inferiore del 30% rispetto alle costruzioni in mattoni e blocchi. Per citare un esempio concreto, la lana minerale con tecnologia ECOSE® Knauf Insulation utilizza un agente legante senza formaldeide, riducendo l'energia necessaria durante la produzione. Grazie alla leggerezza delle lastre, l'energia richiesta in fase di trasporto e quindi l'inquinamento prodotto sono notevolmente ridotti.

Gli edifici con un involucro ad alte prestazioni richiedono solo dal 20% al 30% dell'energia necessaria per riscaldare un edificio tradizionale, intesa come energia operativa (fonte: Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico - OCSE). L'isolamento interno alle pareti è un fattore critico, e la parete esterna Knauf offre molti vantaggi in questo senso, non ultimo un isolamento termico superiore rispetto alle costruzioni tradizionali di uguale spessore.

Da un punto di vista di sostenibilità e sicurezza degli abitanti, oltre ai citati EPD di prodotto e di Sistema, le lastre Aquapanel Outdoor, le lastre in cartongesso Knauf e le lane minerali Knauf Insulation sono state testate per la valutazione delle sostanze organiche volatili. I prodotti hanno raggiunto la migliore classificazione possibile, tramite il percorso certificativo Eurofins (le lastre in cartongesso e le lane raggiungono una classificazione Indoor Air Comfort Gold) e tramite la certificazione IBR (Aquapanel board), che ne assicura la totale assenza di SVHC, e le bassissime emissioni di sostanze organiche volatili secondo lo schema AgBB

9.4 Lane minerali Knauf Insulation: una scelta sostenibile

Il mercato dell'edilizia e della progettazione è in continua evoluzione, un'evoluzione che necessita di strumenti facilmente consultabili nel modo più rapido possibile.

Per questo motivo Knauf Insulation si impegna a fornire ai professionisti del settore tutte le informazioni di cui hanno bisogno per poter valutare correttamente **l'impatto ambientale** dei prodotti e delle soluzioni offerte.

Durante questa valutazione, vengono esaminate con cura le singole fasi del ciclo di vita dei prodotti (Life Cycle Stages), dall'approvvigionamento delle materie prime allo smaltimento a fine vita, attraverso l'approccio LCA (Life Cycle Assessment). Una volta elaborate, tutte queste informazioni vengono verificate da enti terzi e pubblicate sotto forma di **EPD (Environmental Product Declaration)**.

Siamo pionieri nella sostenibilità dei prodotti, come dimostra il fatto che abbiamo drasticamente ridotto il tempo necessario per creare una EPD attraverso un innovativo sistema di raccolta dati e la pre-verifica di parte del processo.

La creazione di una EPD comporta una raccolta di dati intensiva e ad ampio raggio, centinaia di calcoli e verifiche rigorose, che di solito richiedevano fino a 6 mesi. Abbiamo ridotto il tempo necessario per elaborare e pubblicare una EPD ad appena tre settimane, implementando il nostro innovativo processo di raccolta dei dati. Stiamo guidando il settore nel fornire informazioni così precise.

Le nostre EPD vengono aggiornate continuamente, crescono continuamente in numero, in modo da poter fornire tempestivamente e dettagliatamente le giuste informazioni per ciascun prodotto.

Ad oggi sono **disponibili le EPD per tutti i prodotti** in lana minerale di vetro e roccia con Ecosse Technology® e per la lana minerale da insufflaggio Supafil.

La disponibilità delle EPD per la gamma di soluzioni in lana minerale di roccia e vetro Knauf Insulation risulta determinante non solo nell'ambito di progetti sottoposti a schemi di certificazione ambientale di tipo volontario (LEED, BREEAM, WELL, solo per citare alcuni esempi), ma anche nell'ambito dell'applicazione obbligatoria dei CAM. I **Criteri Ambientali Minimi (CAM)** sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto della pubblica amministrazione, volti

a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato. I CAM sono adottati con Decreto del Ministero della Transizione Energetica (ora Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica). La loro applicazione sistematica ed omogenea consente di diffondere le tecnologie ambientali e i prodotti ambientalmente preferibili e produce un effetto leva sul mercato, inducendo gli operatori economici meno virtuosi ad adeguarsi alle nuove richieste della pubblica amministrazione. Nel 2020 i CAM sono stati adottati anche dal Decreto Rilancio come requisito indispensabile che i materiali isolanti devono possedere per poter accedere al Superbonus 110%, per interventi di riqualificazione energetica.

In Italia, l'efficacia dei CAM è stata assicurata grazie all'art. 18 della L. 221/2015 e, successivamente, all'art. 34 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" del D.lgs. 50/2016 "Codice degli appalti" (modificato dal D.lgs 56/2017), che ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti. Questo obbligo garantisce che la politica nazionale in materia di appalti pubblici verdi sia incisiva non solo nell'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali, ma nell'obiettivo di promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili, "circolari" e nel diffondere l'occupazione "verde".

Oltre alla valorizzazione della qualità ambientale e al rispetto dei criteri sociali, l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi risponde anche all'esigenza della Pubblica amministrazione di razionalizzare i propri consumi, riducendone ove possibile la spesa.

Ad ora sono stati adottati CAM per 18 categorie di forniture ed affidamenti fra cui quello che concerne l'edilizia, ovvero l'"Affidamento di servizi di progettazione e affidamento di lavori per interventi edilizi" (approvato con DM 23 giugno 2022 n. 256, G.U. n. 183 del 6 agosto 2022 - in vigore dal 4 dicembre 2022).

Ad oggi, **la totalità della gamma dei prodotti Knauf Insulation è conforme all'attuale versione del regolamento CAM**, a dimostrazione di quanto la sostenibilità ambientale dei nostri prodotti e dei nostri processi sia in cima alle priorità del gruppo.

Indoor Air Quality e salubrità dei materiali

Bruciore agli occhi, mal di testa, allergie, disturbi respiratori; sono solo alcuni sintomi di un malessere crescente, dovuto alla scarsa qualità dell'aria che respiriamo ogni giorno all'interno degli edifici in cui lavoriamo, studiamo e viviamo. Un malessere ormai conosciuto e condiviso in tutto il mondo, rinominato **"Sick Building Syndrome"**.

L'ossigeno è il cibo invisibile di cui ci nutriamo, e gli edifici sono i campi verticali dove coltiamo questo cibo. Costruire in modo responsabile, sostenibile e salubre è il primo passo per prenderci cura di noi stessi.

Molti paesi europei come Germania, Francia, Italia (tramite i CAM – Criteri Ambientali Minimi) e Belgio stanno introducendo requisiti normativi più rigidi relativamente ai **livelli di emissioni di VOC** (Volatile Organic Compounds – Composti organici volatili) consentiti, mentre i sistemi internazionali di valutazione Green Building - tra cui BREEAM, LEED, WELL, DGNB e HQE - pongono più enfasi che mai sulla qualità dell'aria negli ambienti chiusi.

L'aria che respiriamo determina in modo significativo la qualità della nostra vita e poiché trascorriamo la maggior parte del tempo (90%) in ambienti chiusi, a casa o al lavoro, è importantissimo che i materiali che ci circondano non rilascino emissioni eccessive di VOC.

Knauf Insulation pone da sempre la massima attenzione e impegno nell'implementare soluzioni in grado di contribuire in modo significativo al comfort e alla salute di chi vive, lavora o svolge

una qualsiasi attività all'interno degli edifici. Le nostre soluzioni Ecosse Technology® sono certificate da **Eurofins Indoor Air Comfort Gold** come materiale eccellente in base alla valutazione della qualità dell'aria interna e delle basse emissioni di VOC.

Inoltre, Knauf Insulation è il primo produttore europeo di lana minerale ad ottenere l'ambita etichetta **DECLARE "Red List Free"** per la sua offerta di lana minerale di vetro Ecosse Technology®. Oggi tutta la gamma di prodotti in lana minerale di vetro e Supafil di Knauf Insulation è certificata Declare "Red List Free". Con l'ottenimento di questa etichetta, Knauf Insulation ha dimostrato un impegno di totale trasparenza, offrendo alle parti interessate una scelta informata e la certezza di una salute preservata.

Inoltre, sono certificate A+ (i migliori della classe) secondo la certificazione francese per le emissioni di VOC e conformi agli schemi volontari di certificazione della qualità dell'aria interna, come "Der Blaue Engel" (Germania) e la certificazione M1 (Finlandia).

Infine, le lane minerali prodotte nei nostri stabilimenti in Europa rispettano i parametri dettati dal **regolamento REACH** (Regolamento Europeo concernente la registrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione delle sostanze chimiche) per garantire la bio-solubilità delle fibre di cui sono composti i nostri prodotti e la loro classificazione come materiali assolutamente salubri e non pericolosi. Tutti i prodotti fabbricati da Knauf Insulation sono realizzati con fibre non classificate e sono **certificati da EUCEB**.



Appendice certificazioni



Organismo Notificato/Notified body N./No. 0474
RINA Services S.p.A.
Via Corsica, 12 – 16128 Genova (GE)
Italy

**CERTIFICATO DI CONFORMITÀ DEL CONTROLLO DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA /
CERTIFICATE OF CONFORMITY OF THE FACTORY PRODUCTION CONTROL
N./No. 0474-CPR-1119**

In conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 (Regolamento Prodotti da Costruzione o CPR), questo certificato si applica al prodotto da costruzione /

In compliance with Regulation (EU) No. 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 (the Construction Products Regulation or CPR), this certificate applies to the construction product

**Componenti strutturali e kit per strutture di acciaio /
Structural components and kits for steel structures**

come descritto nell'allegato al presente certificato / *as described in the annex to this certificate*

immesso sul mercato con il nome o con il marchio di / *placed on the market under the name or trade mark of*

SCAFF SYSTEM S.R.L.

C.da Madonna della Nuova, s.n. - 72017 Ostuni (BR)

e fabbricato nello stabilimento di produzione / *and produced in the manufacturing plant*

C.da Madonna della Nuova, s.n. - 72017 Ostuni (BR)

Il presente certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la valutazione e la verifica della costanza della prestazione descritte nell'Allegato ZA della norma /

This certificate attests that all provisions concerning the assessment and verification of constancy of performance described in Annex ZA of the standard

EN 1090-1:2009+A1:2011

nell'ambito del sistema 2+ sono applicate e che / *under system 2+ are applied and that*

**il controllo della produzione in fabbrica è valutato conforme ai requisiti applicabili /
the factory production control is assessed to be in conformity
with the applicable requirements**

Il presente certificato è stato emesso la prima volta il 28/01/2015 ed ha validità sino a che né la norma armonizzata, il prodotto da costruzione, i metodi AVCP né le condizioni di produzione nell'impianto sono significativamente modificati, a meno che non sia sospeso o ritirato dall'organismo notificato di certificazione del controllo della produzione in fabbrica /

This certificate was first issued on 28/01/2015 and will remain valid as long as neither the harmonised standard, the construction product, the AVCP methods nor the manufacturing conditions in the plant are modified significantly, unless suspended or withdrawn by the notified factory production control certification body

Genova, 20/12/2019

Revisione n. / Revision no.: 1

RINA Services S.p.A.
Il Direttore Tecnico / Technical Manager

(Ing. Andrea ALLOISIO)

RINA Services S.p.A.	C.F. / P. IVA / R.I. Genova N. 03487840104	Tel. +39 010 53851 – Fax +39 010 5351000
Via Corsica, 12 – 16128 Genova	Cap. Soc. €35.000.000,00 i.v.	www.rina.org - info@rina.org

**ALLEGATO AL CERTIFICATO DI CONFORMITÀ DEL CONTROLLO DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA /
 ANNEX TO CERTIFICATE OF CONFORMITY OF THE FACTORY PRODUCTION CONTROL**
 N./No. 0474-CPR-1119

DESCRIZIONE DEI PRODOTTI OGGETTO DEL CERTIFICATO /
 DESCRIPTION OF PRODUCTS TO WHICH THE CERTIFICATE REFERS

Tipologia componenti / Type of components	Componenti in acciaio saldati per carpenteria strutturale <i>Welded steel components for structural works</i>
Norma – requisiti tecnici Standard – technical requirements	EN 1090-1 / EN 1090-2 / EN 1090-4
Classe/i di esecuzione / Execution class(es)	EXC1; EXC2; EXC3
Metodo/i di Marcatura CE / Method(s) CE marking	3a; 3b
Procedimento/i di saldatura EN ISO 4063 / Welding process(es) EN ISO 4063	135
Materiale/i base ISO/TR 15608 / Parent material(s) ISO/TR 15608	Gruppi: 1.1; 1.2 <i>Groups: 1.1; 1.2</i>
Nominativo del coordinatore di saldatura / Name of responsible welding coordinator	OLIVE Mosè

Genova, 20/12/2019

Revisione n. / Revision no.: 1

RINA Services S.p.A.
 Il Direttore Tecnico / Technical manager



(Ing. Andrea ALLOISIO)

RINA Services S.p.A.	C.F. / P. IVA / R.I. Genova N. 03487840104	Tel. +39 010 53851 – Fax +39 010 5351000
Via Corsica, 12 – 16128 Genova	Cap. Soc. €35.000.000,00 i.v.	www.rina.org - info@rina.org



CERTIFICATO N. 9369/03/S CERTIFICATE No.

SI CERTIFICA CHE IL SISTEMA DI GESTIONE PER LA QUALITÀ DI
IT IS HEREBY CERTIFIED THAT THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF

SCAFF SYSTEM S.R.L.

CONTRADA MADONNA DELLA NUOVA S.N. 72017 Ostuni (BR) ITALIA
NELLE SEGUENTI UNITÀ OPERATIVE / IN THE FOLLOWING OPERATIONAL UNITS

CONTRADA MADONNA DELLA NUOVA S.N. 72017 Ostuni (BR) ITALIA E CANTIERI OPERATIVI

È CONFORME ALLA NORMA / IS IN COMPLIANCE WITH THE STANDARD

ISO 9001:2015

E VALUTATO SECONDO LE PRESCRIZIONI DEL REGOLAMENTO TECNICO RT-05, APPLICABILE IN ITALIA

PER I SEGUENTI CAMPI DI ATTIVITÀ / FOR THE FOLLOWING FIELD(S) OF ACTIVITIES

PROGETTAZIONE, PRODUZIONE E MONTAGGIO DI SCAFFALATURE E DI ARREDAMENTI METALLICI E COMPONENTI STRUTTURALI

Per informazioni sulla validità del certificato, visitare il sito www.rina.org

For information concerning validity of the certificate, you can visit the site www.rina.org

Per i requisiti della norma non applicabili al campo di applicazione del sistema di gestione dell'organizzazione, riferirsi alle informazioni documentate relative.

Reference is to be made to the relevant documented information for the requirements of the standard that cannot be applied to the Organization's management system scope

APPLICABILE IN ITALIA:
La presente certificazione si intende riferita agli aspetti gestionali dell'impresa nel suo complesso ed è utilizzabile ai fini della qualificazione delle imprese di costruzione ai sensi dell'articolo 84 del D.Lgs. 50/2016 e Linee Guida ANAC applicabili

IAF:17
IAF:28

DESIGN, PRODUCTION AND ASSEMBLY OF METALLIC SHELVING AND FURNISHINGS AND STEEL STRUCTURAL COMPONENTS

La validità del presente certificato è subordinata a sorveglianza periodica annuale / semestrale ed al riesame completo del sistema di gestione con periodicità triennale

The validity of this certificate is dependent on an annual / six monthly audit and on a complete review, every three years, of the management system

L'uso e la validità del presente certificato sono soggetti al rispetto del documento RINA: Regolamento per la Certificazione di Sistemi di Gestione per la Qualità

The use and validity of this certificate are subject to compliance with the RINA document: Rules for the certification of Quality Management Systems

Prima emissione First Issue	05.08.2003	Data decisione di rinnovo Renewal decision date	22.07.2021
Data scadenza Expiry Date	28.07.2024	Data revisione Revision date	22.07.2021

Marcello Manno

Taranto Management System
Certification, Head

RINA Services S.p.A.
Via Corsica 12 - 16128 Genova Italy



www.cisq.com

CISQ è la Federazione Italiana di Organismi di Certificazione dei sistemi di gestione aziendale
CISQ is the Italian Federation of management system Certification Bodies



SGQ N° 002 A

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Form: CFBSS&F-01/2018

Environmental Product Declaration



In accordance with ISO 14025:2006 and EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021 for:

Structura System – beams and plates

from

Scaffsystem

scaffsystem.

Programme:	The International EPD® System, www.environdec.com
Programme operator:	EPD International AB
EPD registration number:	S-P-03633
Publication date:	2021-05-13
Valid until:	2026-05-12
Revision date:	2023-03-01

An EPD should provide current information and may be updated if conditions change. The stated validity is therefore subject to the continued registration and publication at www.environdec.com

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

as per ISO 14025 and EN 15804

Owner of the Declaration	Knauf AQUAPANEL GmbH & Co. KG
Programme holder	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Publisher	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Declaration number	EPD-USG-20190019-IAA1-EN
Issue date	16.08.2019
Valid to	15.08.2024

AQUAPANEL® Cement Board Outdoor
Knauf AQUAPANEL GmbH & Co. KG

www.ibu-epd.com | <https://epd-online.com>





Environmental Certificate Exterior Wall System

Abbreviated designation:	Environmental Certificate
Certificate holder:	Knauf Aquapanel GmbH & Co. KG Zur Helle 11 58638 Iserlohn Germany
Certified system:	Knauf AQUAPANEL® Exterior Wall
Project:	IAL-10-0356

KNAUF

AQUAPANEL®

Content of certification:	This certification describes the environmental performance of the Knauf AQUAPANEL® Exterior Wall with regard to the CO ₂ output and the primary energy consumption of the construction system stated under item 'Object'. The aim is the promotion of environmentally compatible and healthy building.
---------------------------	---

The certification is based on the data and calculations for the Life Cycle Assessment (LCA) of the software and database „GaBi 4“ (PE INTERNATIONAL GmbH, Stuttgart, April 2010), according to the LCA's for Environmental Product Declarations (EPD) following ISO 14025.



Institut für **Baubiologie** Rosenheim GmbH

Certificate of Award

Based on the excellent test results, the Seal of Approval



is hereby awarded to

Knauf AQUAPANEL GmbH & Co. KG

D-58638 Iserlohn

for the tested product

AQUAPANEL® Cement Board

Outdoor, SkyLite, Residential 8 mm, Indoor (Lighter.Easier.Faster),

Floor Tile Underlay, Universal, Rooftop 12.5 mm, Rooftop 6 mm

(Certification-No. 3022 - 1292)



Certificate

Indoor Air Comfort Gold

Knauf Plasterboards

Certified Product

Knauf di Knauf S.r.l. s.a.s



Certificate

Indoor Air Comfort Gold

Unfaced, paper and aluminum faced Rock Mineral Wool with ECOSE® Technology

Certified Product

Knauf Insulation

Applicant

The product complies with Indoor Air Comfort Gold requirements for product type, version 7.0 (2020). These include both inspections of factory production according to DIN 18200 and VOC testing according to EN 16516 by an ISO 17025 accredited laboratory, at regular interval.

Indoor Air Comfort Gold certification ensures that low product emission requirements are fulfilled and is a sign of the applicant's focus on quality and contribution to a healthy indoor environment.

Compliance with Indoor Air Comfort Gold means compliance with VOC requirements on low emitting products of:

France VOC class A+, Germany (AgBB/ABG), BREEAM international, BREEAM NOR, BREEAM NL, LEED, WELL Building, SKA Rating, French HQE certification, Italian CAM Edilizia, BVB (Sweden), Eco Product Norway, DGNB, Blue Angel DE-UZ 132, M1, Danish Indoor Climate Label, very low emitting products according to EN 16798-1, Singapore Green Label, GreenTag Australia

Product type: Insulation
Certificate number: IACG-323-02-01-2020
Issue date: 23 November 2020
Validity date: 23 November 2025

This certificate is valid as specified if regular surveillance and testing is done.

Thomas Neuhaus
Head of Certification Body



Product Testing



Appendix to Certificate IACG-323-02-01-2020

Knauf Insulation

receives the Indoor Air Comfort Gold certificate with validity 23 November 2025

for below product group produced at sites as listed:

Product group: Unfaced, paper and aluminum faced Rock Mineral Wool with ECOSE® Technology

Product type: Insulation

Production sites:

Novi Marof, Croatia
Surdulica, Serbia
Queensferry, UK

The products in this group are based on identical or similar recipe and are produced under equivalent conditions. Grouping of the products and inspection of the production process is part of the Indoor Air Comfort Gold certification. A worst-case product, which is representative for the whole group, is being tested frequently.

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

In accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804+A2 for:

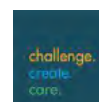
Mineral Plus, Mineral Wool Products λ 0.032 W/mK

From

KNAUFINSULATION



Program:	The International EPD® System www.environdec.com
Programme operator:	EPD International AB
EPD registration number:	S-P-04587
Publication date:	2021-09-09
Validity date:	2026-09-09
Version number:	2
Date of update:	2023-01-04





BCCA

EUCEB CERTIFICATE

BCCA, independent Certification Body designated by the scheme owner EUCEB,
declares that all requirements have been met to attest that the products
to which the right to use the EUCEB Trademark is granted and that are manufactured by

Knauf Insulation sprl
Rue de Maestricht 95, BE - 4600 Visé

in the plant situated at

Visé

are made of fibres with a chemical composition that lies within the chemical range of the reference fibre

Mineral Wool 9909

that has successfully been tested

**in accordance with Note Q of the Regulation (EC) No 1272/2008
of the European Parliament and of the Council as currently in force**

as given in report No 02G00009 of 01-09-2000.

This certificate is granted on the basis of the Implementation Rules TRA-BEUC-511
for EUCEB Certification of mineral wool products.

N° certificate BEUC-511-7-289-20364 | Valid from 16-10-2020 until 15-10-2023
Furnace(s): 1 and 2

Issued in Brussels, on 21 September 2020.


ir. B. De Blaere,
President of the General Management
Committee for Certification and Approval

The validity of this certificate can be checked on the website www.bcca.be.
Further clarification regarding the scope of this certificate and the applicability
of the requirements may be obtained from the certified organisation.

BELGIAN CONSTRUCTION CERTIFICATION ASSOCIATION NPO
FOUNDERS: BBRI AND SECO
RUE D'ARLON 53, B - 1040 BRUSSELS
TEL. + 32 2 238 24 11
MAIL@BCCA.BE | WWW.BCCA.BE

Declare.

Glass Mineral Wool products without facing, with ECOSE Technology® Knauf Insulation

Final Assembly: Multiple Global Locations

Life Expectancy: Life of Structure Year(s)

End of Life Options: Salvageable/Reusable in its Entirety,
Recyclable (100%), Landfill (100%)

EU CoC Screened: Does Not Contain

Ingredients:

∴ EC: 926-099-9 Man-Made Vitreous (silicate) Fibers; Syrups, hydrolyzed starch; Ammonium Sulfate; Mineral Oil; Silane; Silicone oil

Living Building Challenge Criteria: Compliant

I-13 Red List:

- | | |
|---|-----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> LBC Red List Free | % Disclosed: 100% at 100ppm |
| <input type="checkbox"/> LBC Red List Approved | VOC Content: Not Applicable |
| <input type="checkbox"/> Declared | |

I-10 Interior Performance: AgBB Scheme French A+ 2011

I-14 Responsible Sourcing: Not Applicable

KNF-0043
EXP. 01 AUG 2023
SCREENED: 22 JUL 2022
Original Issue Date: 2021

MANUFACTURER RESPONSIBLE FOR LABEL ACCURACY
INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE™ living-future.org/declare

