

**CRESCERE NEL FUTURO....
RICERCA SULLE IMPRESE ARTIGIANE
D'EDILIZIA NELLA PROVINCIA DI FIRENZE
(2001-2005)**

**PARTE TERZA
LA CASA JAZZ**

FIRENZE MAGGIO 2006



**CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
FIRENZE**





CNA
FIRENZE

Confederazione Nazionale Artigianato Piccola e Media Impresa

“LE NUOVE FRONTIERE DEL COSTRUIRE”

MATERIALI – TECNOLOGIE – ENERGIA



La casa... Jazz



INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. LA QUESTIONE CLIMATICA	9
2.1 <u>Edilizia a risparmio energetico</u>	12
3. IL LEGNO COME ECCELLENTE MATERIALE DA COSTRUZIONE DA RISCOPRIRE	13
3.1 <u>Versatilità di impiego</u>	15
3.2 <u>Comfort abitativo</u>	16
4. LA PRIMA ESPERIENZA IN TOSCANA	17
4.1 <u>Generalità</u>	17
4.2 <u>Normativa di riferimento</u>	18
4.3 <u>Metodo di calcolo</u>	19
4.4 <u>Progettazione</u>	20
4.5 <u>Costruzione</u>	25
4.6 <u>Isolatori sismici e appoggi scorrevoli multidirezionali</u>	50
4.7 <u>Progetto del bilancio energetico e degli impianti</u>	54
4.8 <u>Caratteristiche dei materiali utilizzati</u>	57
4.8.1 Il pannello strutturale in legno lamellare a strati incrociati	57
4.8.2 Materiali ecocompatibili più significativi	68
A. <u>Calcestruzzo cellulare</u>	68
B. <u>Fibra di cellulosa</u>	73
C. <u>Lana di legno</u>	75
D. <u>Sughero compresso</u>	78
E. <u>Lana di roccia</u>	79
F. <u>Guaine traspiranti</u>	82
G. <u>Parquet naturale posato su sabbia</u>	84

Maggio 2006



REFERENTI DEL PROGETTO:

tiesse ingegneria s.r.l.

di Giovanni Olivero, Giuseppe Moschi, PierLuigi Poggetti e Rodolfo Giachi

Via G. Massaia, 88 – 50134 Firenze – tel. 055 486347 – E-mail info@tiesseingegneria.it

Progetto integrale e coordinato: Ing. Giuseppe Moschi

Progetto esecutivo: (architettonico e strutturale) Ing. Simone Sonni e Ing. Leonardo Negro

Progetto architettonico: Ing. Pierluigi Poggetti

Progetto impianti esterni: Ing. Rodolfo Giachi

Progetto impianto elettrico: Ing. Primo Moschi

Progetto impianto di climatizzazione e del bilancio energetico: Ing. Gilberto Barzagli e Ing. Riccardo Barzagli

Progetto impianto fotovoltaico : P.I. Marco Matteini

Consulenza tecnologia strutture in legno : Ing Marco Lauriola e Ing. Maurizio Follesa

Consulenza caratterizzazione del legno strutturale: Dott. Agr. e Forestale Mario Moschi

Consulenza per le tecnologie della bioedilizia: Arch. Biagio De Pietro, Arch. Enzo Dotta, Arch. Giovanna Giuntini
(Istituto Nazionale di Bioarchitettura)

ESECUTORI:

Opere edili : Edil Ca Due s.r.l.

Opere in legno : KLH Massivholz GmbH

Impianti : Ca.gi.ba. snc

Impianto fotovoltaico : Fedi impianti sas



1. INTRODUZIONE

“ La casa ... Jazz ” , perché Jazz vuol dire energia, musica, ballo, allegria, gioventù, passione, sentimenti, innovazione.....,

per il progetto che verrà descritto nelle pagine seguenti si è fatta la scelta di adottare uno slogan che fosse facile da ricordare, ma che sintetizzasse, in modo non formale, tutti i contenuti di un nuovo modo di costruire.

Il progetto della casa bifamiliare nasce dall'esigenza di uno dei titolari della **tiesse ingegneria s.r.l.** di costruire l'abitazione principale per la propria famiglia; nella ricerca di contenere i costi è stata fatta la scelta di adottare soluzioni e tecnologie idonee a condurre i lavori in economia e permettere la realizzazione di alcune finiture in autocostruzione.

Per valorizzare al massimo l'occasione di un tale impegno finanziario sia il socio proprietario che la stessa **tiesse ingegneria s.r.l.** hanno ritenuto utile caricare l'iniziativa anche di obiettivi professionali-imprenditoriali che avessero potuto aprire originali prospettive di lavoro per i propri figli e per lo studio professionale .

Pertanto, dopo lo studio di massima del progetto architettonico, avendo messo al centro l'innovazione come elemento trainante di tutta l'operazione, è stata fatta, da tutta l'equipe della tiesse ingegneria, una lunga ricerca, durata diversi anni, sulla scelta di tutti i materiali e delle varie tecnologie che rispondessero essenzialmente ai seguenti obiettivi:

- 1. Costruire un edificio secondo i criteri della bioedilizia e con elevata efficienza energetica;**
- 2. Sperimentare l'utilizzo di materiali innovativi, idonei a realizzare alcune finiture ed una parte degli impianti in autocostruzione;**
- 3. Sperimentare una nuova concezione di offerta edilizia, che favorisse nuove opportunità per maestranze qualificate ed innovativi servizi professionali - imprenditoriali;**
- 4. Incentivare, anche nel nostro territorio, l'industria del legno strutturale e la conseguente tutela e valorizzazione del patrimonio boschivo delle montagne della Toscana;**

Il progetto, pur nella sua estrema semplicità, è concettualmente molto articolato ed ingegnoso, frutto di una particolare esperienza professionale interdisciplinare maturata sia nella progettazione strutturale che architettonica ed impiantistica.

Il risultato finale dovrebbe rappresentare, per il nostro territorio, un esempio molto avanzato ed una sorta di prototipo per un nuovo modo di costruire che sia in equilibrio con l'ambiente e che sia motore di una innovativa economia locale.



Costruire un edificio con criteri della bioedilizia e di elevata efficienza energetica

La villetta viene costruita nel rispetto dei principi della casa ecologica, con ridotti consumi energetici annui (circa 20 Kwh/mq cioè un consumo di 2 litri di gasolio a mq all'anno), inferiori anche a quelli richiesti per Casa Clima classe A, dalla quale si differenzia anche per l'assenza di impianto gas.

Tali obiettivi di efficienza energetica sono stati raggiunti mediante l'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- Progettazione architettonica, orientamento, distribuzione interna, finestrate e finiture esterne, nel rispetto degli aspetti climatici ed ambientali.
- Utilizzo, prevalentemente, di materiali naturali e biocompatibili.
- Elevato isolamento termico ed acustico.
- Impermeabilità al vento.
- Elevato comfort e salubrità degli ambienti.
- Infissi esterni ad alta prestazione energetica.
- Sistema di areazione degli ambienti interni con apporto di aria esterna opportunamente trattata e riscaldata dalla serra.
- Impiego esclusivo di energie rinnovabili: fotovoltaico, solare termico e biomasse.
- Utilizzo di apparecchiature elettriche a basso consumo.
- Risparmio idrico attraverso il riutilizzo dell'acqua piovana.
- Utilizzo del solare termico per il riscaldamento dell'acqua sanitaria.
- Utilizzo delle biomasse e dell'aria riscaldata da una serra per il riscaldamento invernale.
- Climatizzazione estiva con raffrescamento naturale e geotermico.

Nel progetto è stata posta inoltre particolare attenzione ai seguenti aspetti, atti a garantire un elevato comfort abitativo e alla massima sicurezza della struttura:

- Elevata sicurezza dell'edificio ai fini sismici mediante l'utilizzo di isolatori elastomerici.
- Elevata qualità e sicurezza e insonorizzazione degli impianti tecnologici.
- Protezione dai campi magnetici.
- Impiantistica facilmente ispezionabile per la manutenzione.
- Finiture esterne ed interne durevoli e con ridotti oneri di manutenzione.
- Pavimenti in legno locale trattato ad olio e cere naturali.
- Strutture portanti in elevazione fuori terra, in pannelli di legno lamellare.

Ci preme inoltre sottolineare come edifici costruiti con la tecnologia illustrata nelle pagine seguenti, non producano debiti al territorio, ma consentano di vivere in equilibrio con esso, consumando poca energia, prodotta interamente da fonte rinnovabile, e rappresentando a tutti gli effetti depositi di carbonio (elemento fondamentale del legname utilizzato per le strutture), e contrastando quindi l'emissione di CO₂ in atmosfera da utilizzo di combustibili fossili.

Costruire edifici con il legno ha inoltre il merito di sostituire ad alberi adulti che assorbono poco carbonio, piante giovani che invece, nella fase di crescita, ne assorbono molto di più. Infine, preso atto dell'inevitabile crescita del costo dei combustibili fossili, iniziare a costruire edifici efficienti ed autonomi energeticamente potrebbe rivelarsi una scelta, oltre che saggia, anche vantaggiosa economicamente non solo per i singoli proprietari ma per tutta la società.



Sperimentare l'utilizzo di materiali innovativi idonei a realizzare alcune finiture ed una parte degli impianti, in autocostruzione

Come già detto precedentemente l'intervento doveva conciliare l'esigenza di costruire una sorta di prototipo di elevata qualità con quella di contenere i costi.

Pertanto, non volendo rinunciare all'efficienza energetica e alla qualità prestazionale, abbiamo fatto la scelta di costruire il grezzo con pannelli prefabbricati in legno lamellare, tecnologia già ampiamente utilizzata nel centro Europa anche per edifici pubblici multipiano, in quanto tale soluzione, come si può vedere anche dalle foto riportate nelle pagine seguenti, si presta a proseguire con i lavori interni con estrema semplicità, avendo inoltre adottato finiture a secco.

La tecnologia utilizzata ha permesso di costruire l'intervento in tempi brevissimi (**quattro giorni**), con un ridotto impianto di cantiere e senza installazione di impianto gru.

Posta particolare cura al progetto degli impianti e evitando sistematicamente attraversamenti a pavimento, per le finiture delle pareti interne ci siamo orientati verso l'utilizzo di mattoni in calcestruzzo cellulare Gasbeton ed intonaco in cartongesso, mentre per i pavimenti è stato scelto parquet posato su letto di sabbia.

Teoricamente, anche la realizzazione del cappotto esterno, escluso intonaci e posa del manto di copertura, docce e pluviali, avrebbe potuta essere realizzata in autocostruzione, dato che la soluzione adottata ne permette un facile montaggio.

A differenza della tipologia di cappotto generalmente utilizzato sulle pareti in legno lamellare e dell'emergente tetto ventilato, è stato scelto di proteggere la casa dall'acqua, dal vento e dal freddo, con una sorta di piumino imbottito, contenuto da una guaina traspirante il quale viene protetto da una sorta di "**crosta esterna**" che svolge la funzione di assorbire lo shock termico ed idrometrico.

Tale "crosta esterna" che riveste le pareti e le falde del tetto è realizzata con pannelli di lana di legno, sulla quale si attacca saldamente l'intonaco a calce e si fissa stabilmente il manto di copertura in cotto, ha la caratteristica di essere **particolarmente robusta, elastica, inerte e traspirante**.



Sperimentare una nuova concezione di offerta edilizia che favorisse nuove opportunità per maestranze qualificate ed innovativi servizi professionali - imprenditoriali

E' noto che il settore edilizio soffre di difficoltà strutturali, dovute da un lato alla forte concorrenza e al conseguente abbattimento dei prezzi, che sommato alle incertezze dovute al mercato, rende difficile dare continuità alla formazione delle maestranze, dall'altro al cambiamento delle attese sociali, che tende ad allontanare dall'edilizia le nuove generazioni, e che porta pertanto maestranze precarie e costituite prevalentemente da extracomunitari a riversarsi in tale settore.

Queste condizioni non favorevoli si riflettono in una diffusa caduta di qualità, soprattutto nella realizzazione delle finiture, dove la maestria dell'artigiano risulta più necessaria.

A fronte di tale quadro generale, le recenti normative (sismica, acustica e energetica) richiedono invece di porre maggiore attenzione all'esecuzione di alcuni dettagli costruttivi, che garantiscano la piena efficacia dei nuovi materiali utilizzati per il rispetto degli standard qualitativi imposti dalla Legge.

I costruttori si orientano, giustamente, verso soluzioni facili da realizzare e possibilmente prefabbricate, per semplificare la composizione dell'organico di cantiere.

Per il mondo delle imprese artigianali si può aprire, pertanto, un nuovo mercato, costituito da attività specialistiche eseguibili solo da maestranze qualificate.

Questo vale anche per il mondo professionale, il quale a causa di una cultura conservativa presente in tutti i settori della nostra società, che ha fatto ostracismo a qualsiasi cambiamento che inneschasse meccanismi di concorrenza, opera in un settore caratterizzato, oggi, dall'inesistenza di condizioni serie di mercato (assenza di programmazione delle pubbliche amministrazioni, permanenza del rapporto fiduciario, regole certe per il calcolo dei compensi, etc...).

In assenza, inoltre, di modalità di pagamento " *normali* ", si deve prendere atto, a malincuore, che nel nostro paese non esistono ancora condizioni favorevoli per uno sviluppo delle attività professionali organizzate.

In un tale panorama, che non sarà facile modificare in tempi brevi, anche il mondo professionale potrebbe avere nuovi spazi, operando nel settore dell'innovazione e offrendo servizi più evoluti rispetto a quelli squisitamente professionali, sconfinando nelle attività d'impresa e collaborando con le imprese artigianali, per offrire attività qualificate sia ai soggetti pubblici che privati.

La sperimentazione dell'autocostruzione di una parte di finiture potrebbe permettere ad un certo tipo di clientela di comprare una casa di grande qualità a prezzi accessibili, con la garanzia comunque di tutta la necessaria assistenza per garantire il successo dell'operazione.

Una sorta di offerta edilizia analoga al mercato del fai da te tipo IKEA, in cui al committente privato potrebbe essere garantita la costruzione fino al grezzo ed una parte degli impianti.

Si deve infine prendere atto che la bioedilizia non è più un ristretto mercato, ma è invece una formula che funziona, che è destinata a crescere rapidamente e che questo è un ottimo momento per " seminare".



Incentivare, anche nel nostro territorio, l'industria del legno strutturale e la conseguente tutela e valorizzazione del patrimonio boschivo delle montagne della Toscana

La Toscana è la regione con la maggiore copertura forestale in Italia, pari al 47% (circa 1.100.000 ettari) dell'intero territorio, anche se solo il 20% di esso è idoneo come materiale per falegnameria e per impieghi strutturali, mentre il restante 80% è coltivato a bosco ceduo che può trovare utilizzo per fini energetici.

L'agenzia **arsia**, insieme alla Regione Toscana, da molti anni, sta portando avanti un progetto di valorizzazione del nostro patrimonio boschivo per impieghi strutturali e per l'uso energetico.

L'intervento descritto nelle pagine seguenti rappresenta pertanto un utilissimo esempio pratico di edificio in legno, alimentato con biomasse, che può essere messo a disposizione di visite ed esame critico a favore delle istituzioni, degli imprenditori, dei professionisti e del mondo scientifico.

Il legname utilizzato nella nostra costruzione è abete rosso, assemblato dalla KLH e proveniente dall'Austria, ma ci auguriamo che a seguito di un gradimento del mercato verso tale tecnologia, possa svilupparsi anche in Toscana una industria per l'utilizzo evoluto del legno, che favorisca lo sfruttamento, a fini strutturali, anche di legname di non elevata qualità, favorendo nel contempo la coltivazione dei nostri boschi e creando una nuova opportunità occupazionale per le nuove generazioni.

Dai primi riscontri avuti con il mondo professionale ed imprenditoriale, ritengo che non sia meramente utopistico ipotizzare che si possano sviluppare, a breve, anche nel nostro territorio, aziende che si occupino della lavorazione dei pannelli strutturali in legno lamellare a strati incrociati e successivamente anche della loro produzione.

Al presente progetto hanno manifestato il proprio interesse il **Prof. Ario Ceccotti** Direttore di I.V.A.L.S.A. (Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree) - CNR, (*insieme ai collaboratori Ing. Marco Lauriola e Ing. Maurizio Follesa*), il **Prof. Andrea Vignoli** Direttore del Dipartimento di Ingegneria Civile Università di Firenze e sono in programma una serie di prove sul comportamento strutturale, termico ed acustico dell'intervento.



Prima di illustrare nel dettaglio l'esperienza in corso di realizzazione si ritiene opportuno soffermarsi su alcuni temi di carattere generale che ci aiuteranno a capire meglio le motivazioni che stanno alla base delle scelte strategiche dell'intervento.

2. LA QUESTIONE CLIMATICA

Il sole è la principale fonte di calore del nostro pianeta, ma l'irraggiamento solare non avrebbe effetti benefici sulla temperatura terrestre senza la presenza dell'atmosfera, che consente al calore di non disperdersi e assolve l'importante funzione di mantenimento della temperatura media del pianeta intorno ai 15°.

L'effetto termoregolatore dell'atmosfera detto "effetto serra" è ormai da decenni stravolto dall'eccessiva immissione di gas derivanti dalla combustione di fonti energetiche fossili.

Il vapore acqueo, l'anidride carbonica, il metano, il protossido di azoto, l'ozono e il monossido di carbonio sono gas che ostacolano la cessione al cosmo del calore accumulato; per questo motivo la temperatura terrestre è in continuo aumento.

Nonostante i continui avvertimenti da parte degli esperti ogni anno circa 30 miliardi di tonnellate di anidride carbonica sono espulse in atmosfera.

Molte ricerche scientifiche dimostrano che il clima terrestre è cambiato negli ultimi due secoli, con un aumento della temperatura media di circa 0.6°C (1.20°C in Europa) e con conseguenti mutamenti climatici, che si manifestano sotto forma di grandi escursioni termiche stagionali e eventi climatici devastanti come alluvioni, tempeste e uragani, alternati a periodi di siccità. Tutto questo influisce direttamente sulla vita delle specie animali e vegetali e muterà in maniera sempre più repentina la vita dell'uomo.

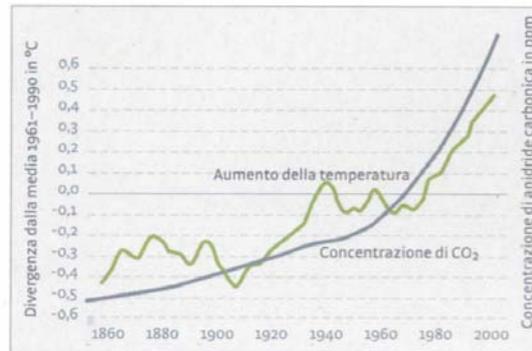
Si prevede che la temperatura terrestre subirà un aumento compreso tra i 3.2 °C e i 5.8 °C nei prossimi 100 anni, se le emissioni continueranno ad aumentare con i ritmi attuali, con le conseguenze che già conosciamo: riduzione dei ghiacciai, lunghi periodi di caldo intenso, innalzamento del livello medio dei mari.

Ciò comporterà prima enormi danni dal punto di vista economico al settore turistico e agricolo, e poi una sempre più precaria e difficile abitabilità del pianeta.

L'atmosfera è in grado di assorbire una quantità di anidride carbonica corrispondente a 1 o 2 tonnellate annue per individuo ma le emissioni medie pro capite sono pari a 3.2 tonnellate, con picchi nei paesi industrializzati pari a 7.5 in Italia e 20 negli Stati Uniti.

Secondo gli esperti le emissioni dovranno essere ridotte del 40-60% entro il 2050 se non vorremmo incorrere nei rischi catastrofici conseguenti all'innalzamento delle temperature.





Le cause di questo progressivo aumento delle concentrazioni di anidride carbonica e altri gas nell'atmosfera, con il relativo incremento dell'effetto serra e delle conseguenze sopra citate, sono da imputarsi allo sconsiderato uso che l'uomo sta facendo delle risorse energetiche fossili.

Un indiano consuma mediamente 0.37 litri di petrolio al giorno, uno statunitense quasi 11: ciò significa che in una giornata viene bruciata tanta energia fossile quanta se ne è prodotta in 1000 anni.

Va poi sottolineato come sia ormai in calo la disponibilità di risorse fossili, che una volta erano viste come risorse illimitate ma che come sappiamo non lo sono affatto.

I paesi industrializzati soddisfano il loro bisogno energetico con l'importazione di petrolio e gas tanto che la dipendenza energetica è ormai paragonabile alla tossicodipendenza: proprio come avviene per essa la cura viene rimandata continuamente.

La stabilità politica ed economica di quei paesi, come l'Italia, che, in assenza di giacimenti di combustibili fossili sul proprio territorio, dipendono dal punto di vista energetico quasi totalmente da altri, risulta sempre più precaria.

La domanda energetica è in continua crescita nei paesi sviluppati e cresce in maniera ancor più repentina nei paesi in via di sviluppo, accelerando un processo che porterà l'economia energetica mondiale a una crisi globale di inestimabili dimensioni, dovuta alla scarsità dell'energia fossile con conseguente aumento dei costi di approvvigionamento.

Tempo fa il petrolio rappresentava una materia prima conveniente, ma come ci stiamo già accorgendo sta diventando sempre più prezioso, a tal punto che un domani non sarà più economicamente conveniente utilizzarlo per "riscaldare".

Risulta quindi di fondamentale importanza per un paese ridurre la pericolosa dipendenza dal petrolio e dai combustibili fossili in genere e perciò dovrà essere attuata una concreta riduzione dei consumi di risorse naturali non rinnovabili, e una transizione a altre forme di energia, rinnovabili e con meno conseguenze dannose verso l'ambiente.

Il modello economico e sociale che stiamo vivendo non ha futuro e urge modificare il prima possibile il modo di produrre energia ed il suo utilizzo.

L'Italia oggi deve importare l'86% dell'energia: ciò non rappresenta soltanto un pericolo per la sicurezza sociale ma è anche un pesante fardello per l'economia nazionale.

Il risparmio energetico è il metodo più rapido, più economico e più efficiente per ridurre la dipendenza da energie fossili e per migliorare la qualità di vita.

La sfida mondiale che ha segnato la prima inversione di tendenza e il primo passo concreto in direzione della tutela del clima, il protocollo di Kyoto, punta allo sviluppo e alla promozione dell'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili e ad una strategia di miglioramento dell'efficienza energetica di tutti i settori economici.



Il settore edile e dei servizi, assieme a quello dei trasporti e dell'industria, appartiene alle categorie dei grandi consumatori di energia; nel campo del riscaldamento vi sono comunque grandi possibilità di risparmio ed ogni singola persona può dare il suo contributo alla tutela ambientale e del clima, traendone allo stesso tempo un ampio beneficio in termini di confort abitativo e in termini economici.

Ogni kWh non utilizzato si trasforma direttamente in una riduzione dei costi per il riscaldamento ma anche in una minore emissione di anidride carbonica; una casa di medie dimensioni, ben concepita dal punto di vista dei materiali, della tecnologia/tipologia degli impianti e della progettazione architettonica e strutturale, emette in un anno 20 tonnellate in meno di anidride carbonica di una casa tradizionale.

L'utente finale deve essere informato sul fabbisogno energetico dell'edificio che si appresta ad acquistare, così come per l'acquisto di un elettrodomestico; una volta reso più consapevole delle spese che dovrà sostenere, punterà sempre di più verso una casa a basso costo energetico ed elevato confort abitativo.

Progettisti e committenti, consapevoli del fatto che le energie fossili scarseggiano e che il loro utilizzo reca danni al clima, devono tradurre in pratica le loro conoscenze; non sono necessari esperimenti straordinari o progetti spettacolari, ma l'utilizzo di materiali e tecnologie efficienti sotto il profilo energetico.

Esistono da anni, e stanno prendendo sempre più campo in questo settore, tecniche collaudate e materiali da costruzione che permettono di disporre di un enorme potenziale di risparmio energetico, applicabili anche ad edifici esistenti.

Disponiamo di una collaudata tecnologia e di un enorme varietà di materiali che possono ridurre drasticamente i consumi, gli sprechi e i costi di gestione di un edificio; costruire con i metodi tradizionali diventerà sempre più oneroso e non più giustificabile economicamente.

Tecnologie per costruire case che non consumano energia esistono, in Europa sono già stati realizzati circa 5.000 edifici senza riscaldamento anche in paesi come Germania e Danimarca dove la temperatura scende oltre 10° sotto zero. Il termine per definire questi edifici è "passivo" che si riscalda cioè con le sorgenti passive di calore come: cucinare, la presenza di persone, elettrodomestici, illuminazione e sfruttano semplici principi di costruzione quali: buona coibentazione, corretta esposizione dell'edificio e finestre con vetri e telai termici.

Gli Enti Pubblici sono i primi a porsi il problema su come spingere le case "passive", prima tra tutte la Provincia di Bolzano che nel 2002 ha adottato la certificazione "Casa Clima" e un sistema di incentivi economici ma anche i 750 appartamenti costruiti per il villaggio olimpico di Torino sono un chiaro esempio della sensibilità delle istituzioni a questo problema.

La Toscana ha preparato le Linee guida per la bioarchitettura e ha assegnato premi per l'eco-efficienza e sono allo studio incentivi per i costruttori che compensino il maggior costo dell'edilizia sostenibile stimabile intorno al 10%.

Gli edifici ad alto rendimento energetico che vengono chiamati in modi diversi a seconda del loro fabbisogno energetico: "casa passiva", "casa clima", sono fin ora rimasti esempi eccezionali ma possono diventare la regola normale di realizzazione di un edificio.



2.1 Edilizia a risparmio energetico

L'obiettivo è quello di costruire riducendo le perdite di calore dell'edificio, grazie ad un buon isolamento termico, e diminuendo la richiesta di energia da combustibili fossili, grazie ad un utilizzo passivo dell'energia solare e ad un'efficiente impiantistica che sfrutti energie rinnovabili. Gli edifici consumano oltre il 40% dell'energia utilizzata in Europa e sono i maggiori produttori di CO₂, più dei trasporti e dell'industria, ma oggi esiste per essi un enorme potenziale di risparmio energetico che può essere concretizzato in modo proficuo grazie a moderne e collaudate tecnologie.

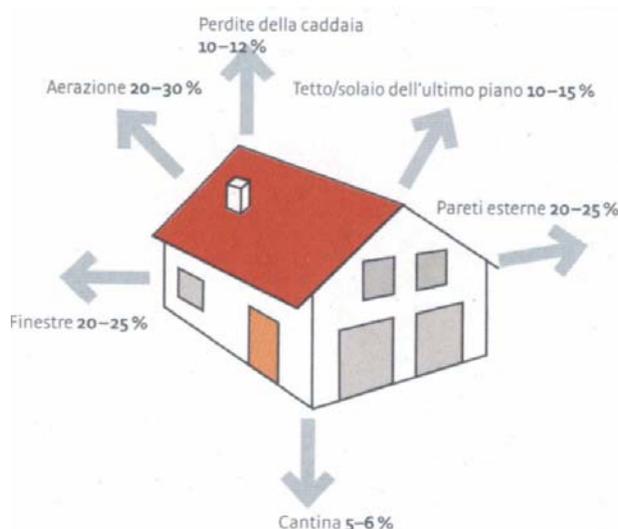
Esistono diversi livelli di efficienza imposti dagli standard qualitativi; il massimo livello qualitativo "Casa clima A" consuma al massimo 3 litri di gasolio annui per m².

Il fattore più importante in un edificio che si ponga obiettivi di risparmio energetico è l'isolamento termico, che fa sì che nessuna quota del calore prodotto vada sprecata, ma molto importanti sono anche gli aspetti che contribuiscono ad ottimizzare l'apporto di energia solare, come l'esposizione dell'edificio e la disposizione delle finestre in modo tale da sfruttare al meglio l'irraggiamento solare.

Per quanto concerne la forma, si deve ottimizzare il rapporto tra superficie esterna e volume dell'edificio, in primo luogo perché 1 mq di muratura esterna costa quasi il doppio rispetto ad un altro elemento costruttivo e in secondo luogo, una superficie più grande disperde una maggior quantità di calore.

E' necessario prestare massima attenzione al non verificarsi di ponti termici, causa di perdite di calore e del manifestarsi di condense, motivo per cui lo strato isolante deve avvolgere tutto l'involucro esterno dell'edificio.

Per avere un buon isolamento però non è sufficiente usare buoni materiali, è anche necessario far ricorso ad una buona inerzia termica dei materiali al fine di ritardare la trasmissione di calore attraverso gli elementi costruttivi: una cospicua massa edile accumula calore e impedisce che gli sbalzi di temperatura siano direttamente avvertibili all'interno dell'edificio, ovvero impedisce un rapido raffreddamento durante le ore fredde.

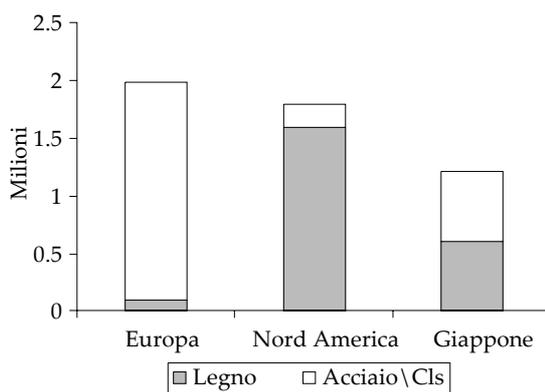


(Cfr. "Casa Clima Vivi in Più" di Norbert Lantschner)



3. IL LEGNO COME ECCELLENTE MATERIALE DA COSTRUZIONE DA RISCOPRIRE

Gli edifici a struttura di legno costituiscono una porzione sempre crescente dell'intero mercato dell'edilizia residenziale, non solo in Paesi in cui questo materiale da costruzione è da tempo in posizioni predominanti come il Nord America, ma anche in Giappone e, anche se in parte decisamente minore, in Europa.



Confronto, espresso in milioni di metri cubi di costruito, tra edifici per l'edilizia residenziale realizzati a struttura di legno (in grigio) ed edifici per l'edilizia residenziale realizzati in acciaio/c.a. (in bianco) in Europa, Nord-America e Giappone nel 1999.

L'arte del costruire con il legno si è sviluppata nelle diverse regioni del globo in seguito all'influenza di due fattori fondamentali: il clima e la disponibilità di foreste.

Nei Paesi caratterizzati da clima rigido e con frequenti precipitazioni, il legno assicura pareti e coperture impermeabili caratterizzate da ottimo isolamento termico. Normalmente, in questi stessi Paesi sono anche largamente diffuse vaste estese di foreste di conifere (Abeti, Pini), con conseguente abbondante disponibilità di tronchi di ottima forma e notevole lunghezza, formati da un legno relativamente leggero e facile da abbattere, trasportare e lavorare, ancorché robusto ed elastico.

Nell'area mediterranea, invece, il clima relativamente asciutto e le estati molto calde hanno favorito un'edilizia più orientata verso la pietra e il laterizio, anche in considerazione della presenza locale di foreste di latifoglie (Rovere, Castagno, Faggio) che forniscono tronchi con legno relativamente duro e pesante, molto impegnativo nelle lavorazioni. Anche da tali considerazioni emerge il perché l'area mediterranea ha avuto un diverso indirizzo nell'arte di edificare con il legno, riservando a quest'ultimo funzioni strutturali essenzialmente nelle orditure degli orizzontamenti (solai e coperture), laddove si utilizzano elementi ottenuti per semplice squadratura e intestatura dei tronchi.

Un numero sempre maggiore di costruttori pensa al legno come materiale da costruzione, anche in quei Paesi in cui questo materiale deve essere importato, per molti buoni motivi, fra i quali:

- estrema semplicità di esecuzione, grazie alla leggerezza del materiale che consente facilità di trasporto e maneggevolezza nell'utilizzo in cantiere
- tempi di esecuzione notevolmente ridotti (per le case in legno si parla di settimane mentre per le strutture tradizionali di mesi od anni), con riduzione fra l'altro degli incrementi di costo dovuti all'inflazione e agli imprevisti in corso d'opera
- estrema semplicità nel posizionamento e nella ispezionabilità degli impianti, con costi di manutenzione minimi
- notevole durabilità (in Nordamerica sono comuni edifici in ottime condizioni che hanno 80-100 anni di vita) a patto che i dettagli progettuali ed esecutivi siano corretti
- buone qualità complessive: il legno di per sé è un ottimo isolante termico e un buon isolante acustico; inoltre, facendo attenzione all'utilizzo del tipo di isolante adatto alla situazione climatica esistente e alla previsione di dettagli progettuali adeguati che ne garantiscano il corretto funzionamento (barriera al vapore; intercapedine di ventilazione in parete ed in copertura), si ottengono livelli di comfort termico anche migliori di quelli degli edifici realizzati con materiali tradizionali
- costi molto competitivi a causa dei tempi molto ridotti di durata del cantiere
- impatto ambientale assai ridotto rispetto ad altri materiali da costruzione e rispondenza ai requisiti di ecocompatibilità.

Oltre a queste motivazioni, che basterebbero da sole a preferire l'utilizzo di sistemi costruttivi per l'edilizia residenziale in legno rispetto ad altri materiali, ve ne sono altre due che vanno a sfatare luoghi comuni ed errate convinzioni:

- comportamento al fuoco non peggiore, e per certi versi addirittura migliore rispetto ai materiali tradizionali. Premesso che il requisito di resistenza al fuoco non è richiesto per questa tipologia edilizia, con il legno si raggiunge comunque facilmente un adeguato livello di resistenza al fuoco adottando semplici accorgimenti quali un leggero sovradimensionamento degli elementi strutturali, la protezione degli elementi metallici di collegamento, e nel caso di edifici condominiali pluripiano, il rivestimento interno delle pareti con pannellature in gesso che impediscano al fuoco di propagarsi da un ambiente all'altro
- ottima resistenza e sicurezza nei confronti delle azioni sismiche in virtù dell'estrema leggerezza, resistenza e flessibilità.

Il sistema a pannelli portanti costituisce una importante innovazione in quanto tutta la struttura dell'edificio viene prefabbricata e montata in opera in pochissimo tempo, inoltre le caratteristiche di resistenza e stabilità dimensionale di questo materiale superano i limiti dei sistemi tradizionalmente utilizzati nel passato (log house, platform frame, ecc.) aprendo nuove possibilità architettoniche.



3.1 Versatilità di impiego

Sono di seguito illustrati alcuni esempi di moderne strutture in pannelli di legno lamellare a strati incrociati realizzate in Europa.

Si nota come il legno possa prestarsi, come materiale da costruzione, a soluzioni strutturali anche molto differenti tra loro, da edifici multipiano con copertura piana, a capannoni industriali con copertura curva.

Nei vari esempi possono poi essere evidenziati gli abbinamenti del legno con altri materiali da costruzione, quali vetro e acciaio.

		<p><i>Wohnbühne am Hang, Weissensee im Ennstal</i></p>
		<p><i>Mehrgeschossiger Wohnbau in Judenburg</i></p>
		<p><i>Tribüne Reiterplatz Piber</i></p>
		<p><i>Kommissionshalle der KLH Massivholz GmbH</i></p>



3.2 Comfort abitativo

L'utilizzo del legno in edifici residenziali assicura notevoli vantaggi a livello di comfort abitativo, risultando infatti un ottimo isolante termico e un buon isolante acustico. Associato con un isolante adatto alla situazione climatica presente e con una certa attenzione, nella fase di progettazione e realizzazione, verso dettagli che ne garantiscano un corretto funzionamento e efficacia, garantisce alti livelli di comfort termico nelle abitazioni, anche migliori di quelli degli edifici realizzati con materiali tradizionali

		<i>Feriensiedlung am Kreischberg</i>
		<i>Zubau in Wildon</i>
		<i>Einfamilienhaus in Ludesch</i>
		<i>Logistikzentrum der Ersten Obermurtaler Brauereigenossenschaft Murau</i>



4. LA PRIMA ESPERIENZA IN TOSCANA



Viste della Casa...Jazz, a struttura appena ultimata ed in fase di realizzazione della protezione esterna.

4.1 Generalità

L'esempio che andremo ora ad analizzare è l'edificio per civile abitazione realizzato nel Comune di Scarperia in Via dell'Azzurro, il primo esempio in Toscana di edificio con struttura in pannelli di legno lamellare a strati incrociati.

La particolarità dell'edificio investe anche l'aspetto estetico che esso avrà una volta ultimato; infatti le superfici esterne avranno una finitura tradizionale ad intonaco a calce e manto di copertura in cotto dato che i pannelli con cui la casa è stata realizzata si prestano a qualsiasi tipo di rivestimento agevolato anche dal modesto spessore delle strutture.

L'edificio è costituito da n. 2 unità immobiliari con accessi indipendenti organizzate all'interno di un unico corpo di fabbrica caratterizzato da una geometria molto regolare con pianta quadrata con lato di circa 12,00m, copertura a capanna e prospetti regolari privi di elementi in aggetto.

L'edificio si sviluppa su due piani fuori terra, un sottotetto in parte abitabile ed un piano interrato con funzione di grande cantina e locale impianti tecnici.

La caratteristica strutturale è quella di un edificio in muratura portante realizzata con pannelli di legno multistrato; pannelli che andranno a costituire l'ossatura dei muri perimetrali e di parte dei tramezzi interni. Le strutture in elevazione così come il solaio di piano primo, sottotetto e copertura sono realizzate con i predetti pannelli, assemblati in opera mediante l'utilizzo di collegamenti puntuali di acciaio distribuiti.

Il solaio di piano terreno è stato realizzato in un unico getto di c.a. dello spessore di 35cm appoggiato lungo il perimetro a n. 12 pilastri in c.a. del diametro di 30 cm ed un pilastro centrale diametro 40 cm.

Tra le strutture in elevazione e la fondazione è stata realizzata una sconnessione nel piano tale da rendere quasi indipendenti le due strutture alle traslazioni orizzontali, in caso di evento sismico la fondazione trasmetterà alle strutture in elevazione solo una parte delle forze sismiche. La sconnessione è stata realizzata con appoggi scorrevoli multidirezionali della ditta **FIP INDUSTRIALE spa** posizionati in corrispondenza degli otto pilastri laterali e il pilastro centrale. In corrispondenza dei quattro pilastri agli spigoli sono stati posizionati degli isolatori elastomerici forniti sempre dalla ditta **FIP INDUSTRIALE spa**.

L'intera struttura poggia su una fondazione a platea in c.a. dello spessore di 35cm che fa da fondazione anche ad uno scannafosso perimetrale accessibile.



4.2 Normativa di riferimento

La normativa cui è stato fatto riferimento nelle fasi di analisi dei carichi e di verifica degli elementi strutturali è la seguente.

- Norme Tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi (D.M. Min. LL.PP. 16/01/96).
- Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche (D.M. Min. LL.PP. 16/01/96).
- Ordinanza P.C.M. n. 3431 del 03/05/05
- DIN 1052 – Progettazione, calcolo e dimensionamento delle strutture di legno
- UNI EN 1995 – Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno

L’ O.P.C.M. n. 3431, stabilisce in maniera analoga agli Eurocodici, le modalità di progettazione delle strutture in legno, la valutazione delle azioni sismiche, le modalità di analisi e di verifica in base al sistema strutturale.

In particolare per gli edifici in legno sono definiti i diversi tipi di comportamento dissipativi o scarsamente dissipativi, le classi di duttilità, i fattori di struttura per le diverse tipologie strutturali e disposizioni costruttive per gli impalcati e i collegamenti.

In funzione del sistema costruttivo e della zona sismica, sono fissati anche le altezze massime consentite secondo la seguente tabella:

Zona sismica	4	3	2	1
Sistema costruttivo	Altezza massima consentita (in m)			
Edifici con struttura in calcestruzzo armato	nessuna limitazione	nessuna limitazione		
Edifici con struttura in acciaio		nessuna limitazione		
Edifici con struttura mista in acciaio e calcestruzzo		nessuna limitazione		
Edifici con struttura in muratura ordinaria		16	11	7,5
Edifici con struttura in muratura armata		25	19	13
Edifici con struttura in legno		10	7	7

Scarperia ricade in zona sismica 2, e quindi per strutture in legno massiccio il limite di altezza è di 7,00 m (a differenza di esperienze consolidate in tutto il mondo) mentre non esistono limiti per strutture in legno lamellare quale deve essere considerata la tipologia della struttura utilizzata.

Per le costruzioni in legno è ammessa la costruzione del piano terra e del piano interrato con una struttura a pareti in c.a. o in muratura, di altezza non superiore a 4m; nel qual caso i limiti indicati nella tabella si riferiscono alla sola parte in legno.



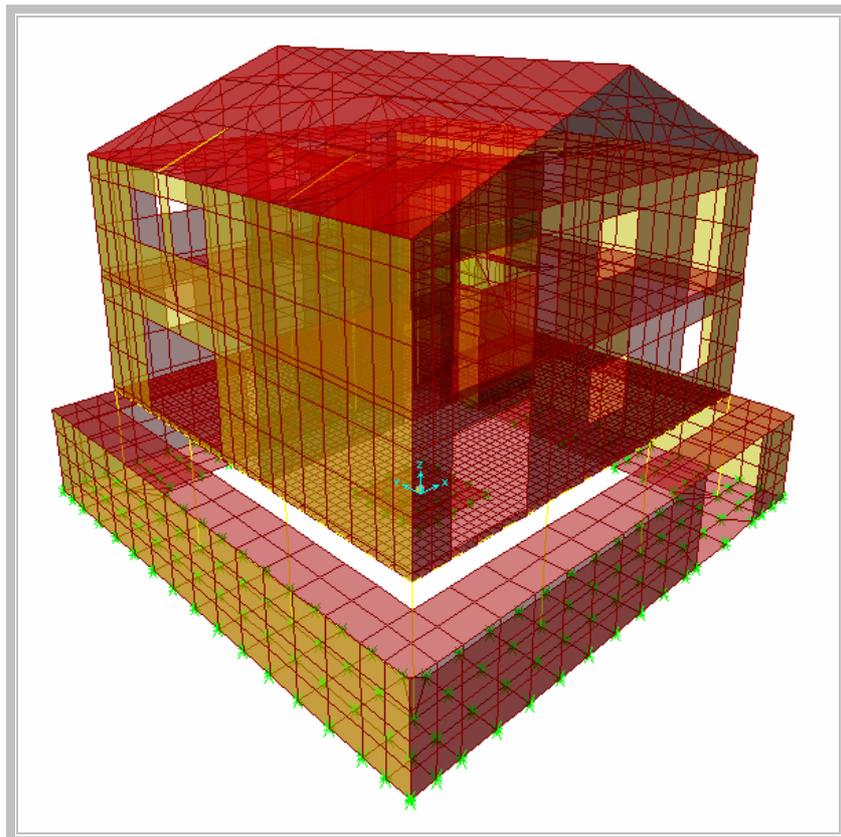
4.3 Metodo di calcolo

Per la valutazione delle caratteristiche di sollecitazione che gravano nelle sezioni dei vari elementi strutturali sono state percorse due strade: un'analisi dinamica modale ed un'analisi statica lineare al fine di poter confrontare i risultati e fare i dovuti riscontri.

Nelle analisi non si è tenuto conto della presenza della sconnessione alla base, alla struttura è stata attribuita l'azione sismica prevista dalla vigente normativa come se fosse perfettamente solidale con le strutture di fondazione. Gli isolatori costituiscono solo un ulteriore presidio finalizzato alla riduzione delle azioni sollecitanti, riduzione che non è stata messa in conto nel dimensionamento degli elementi strutturali.

Gli isolatori e gli appoggi multidirezionali sono stati scelti in funzione dello sforzo normale massimo che gli compete e della risposta dinamica del fabbricato in modo tale da non generare in esso fenomeni di risonanza ma un adeguato incremento del periodo proprio di vibrazione.

I calcoli sono stati eseguiti tramite elaboratore elettronico utilizzando un programma agli elementi finiti eseguendo una modellazione tridimensionale del fabbricato.

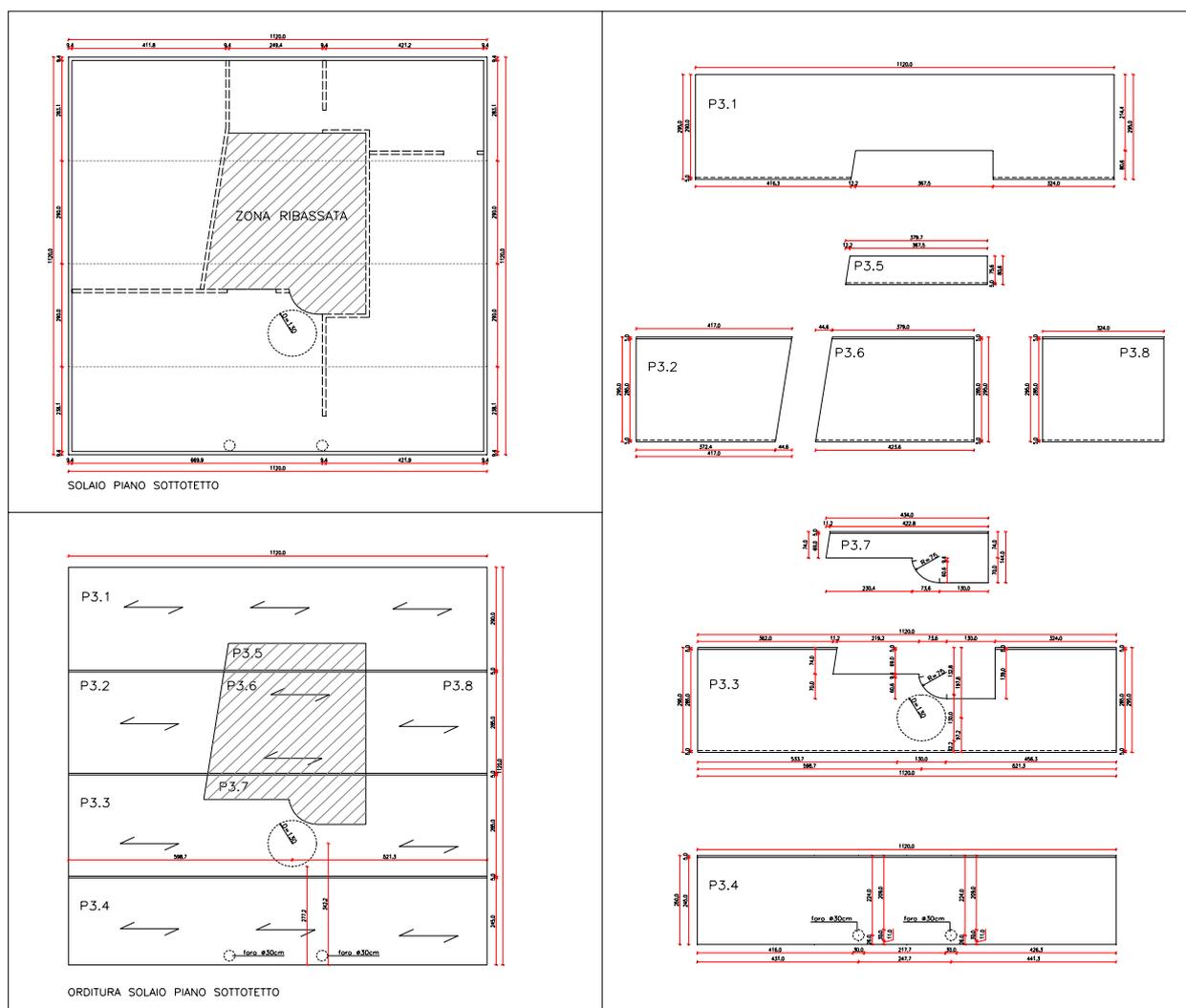


Modello agli elementi finiti.

4.4 Progettazione

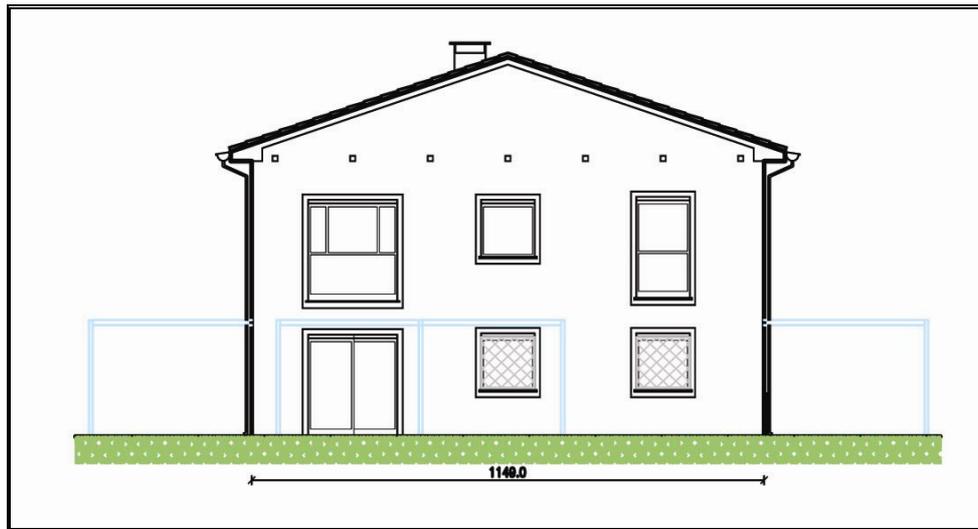
Il progetto di una struttura portante in pannelli di legno non si discosta molto dalla classica progettazione di strutture ad elementi bidimensionali quali le classiche murature, e le strutture a pannelli prefabbricati in c.a.. In essa si ritrovano tutti gli aspetti di una raffinata prefabbricazione che coinvolge la geometrizzazione di tutti gli elementi strutturali con precisione millimetrica, il che comporta un considerevole studio a monte di tutti gli aspetti strutturali, architettonici ed impiantistici, che poi si risolve in una rapidissima esecuzione dell'opera in un ambiente pulito e ben organizzato.

Una volta eseguito il calcolo per il dimensionamento degli elementi strutturali il progetto entra in una fase nella quale la cura dei particolari e delle modalità di assemblaggio investe un ruolo fondamentale per non incorrere in errori geometrici che vanificano tutti i vantaggi della veloce posa in opera di questo tipo di strutture.

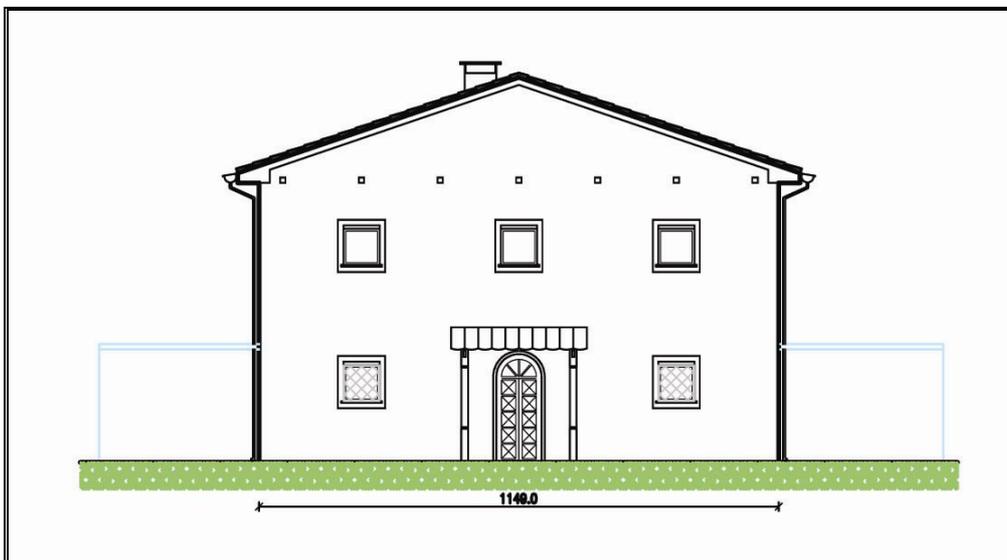


Esempio di disegno esecutivo per il solaio di piano sottotetto, con zona ribassata.

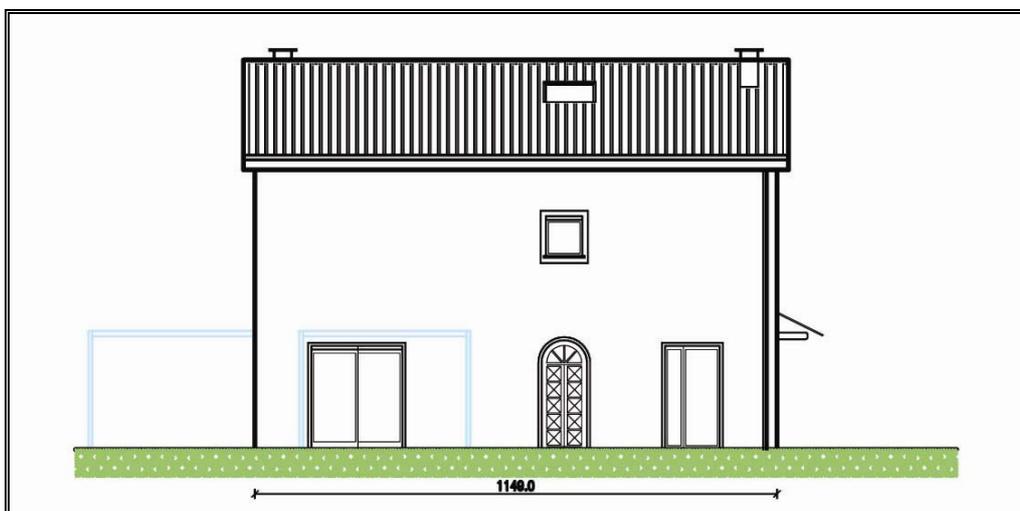
Tavole architettoniche



Prospetto SUD-OVEST

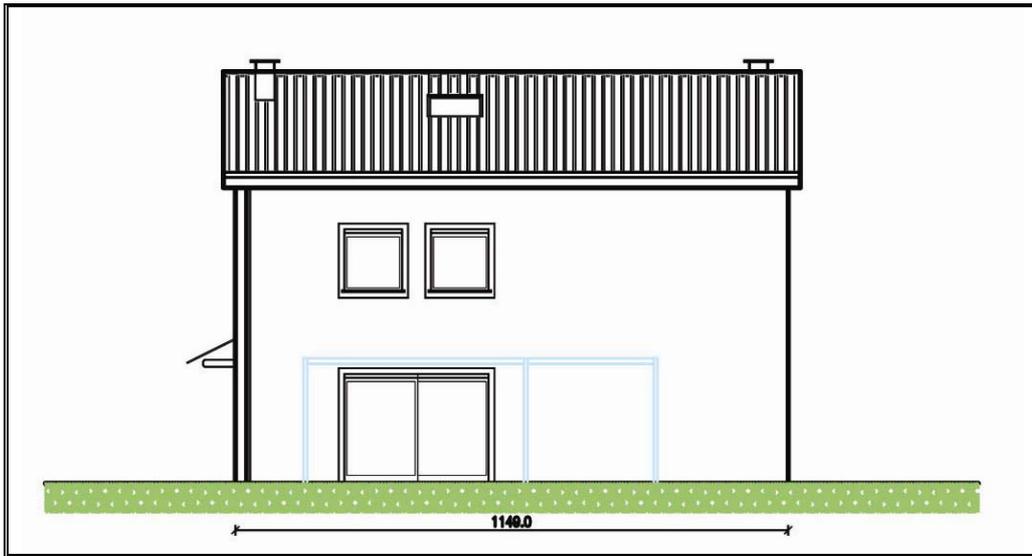


Prospetto NORD-EST

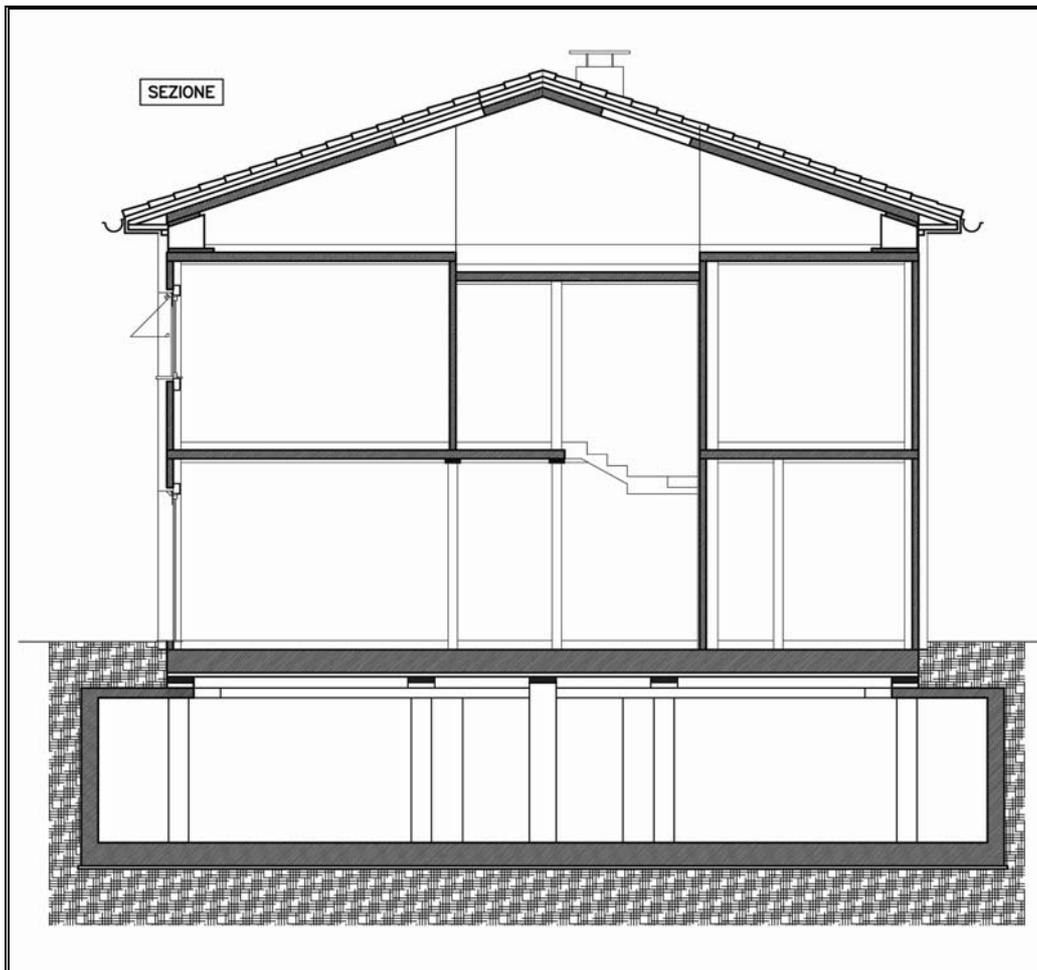


Prospetto SUD-EST

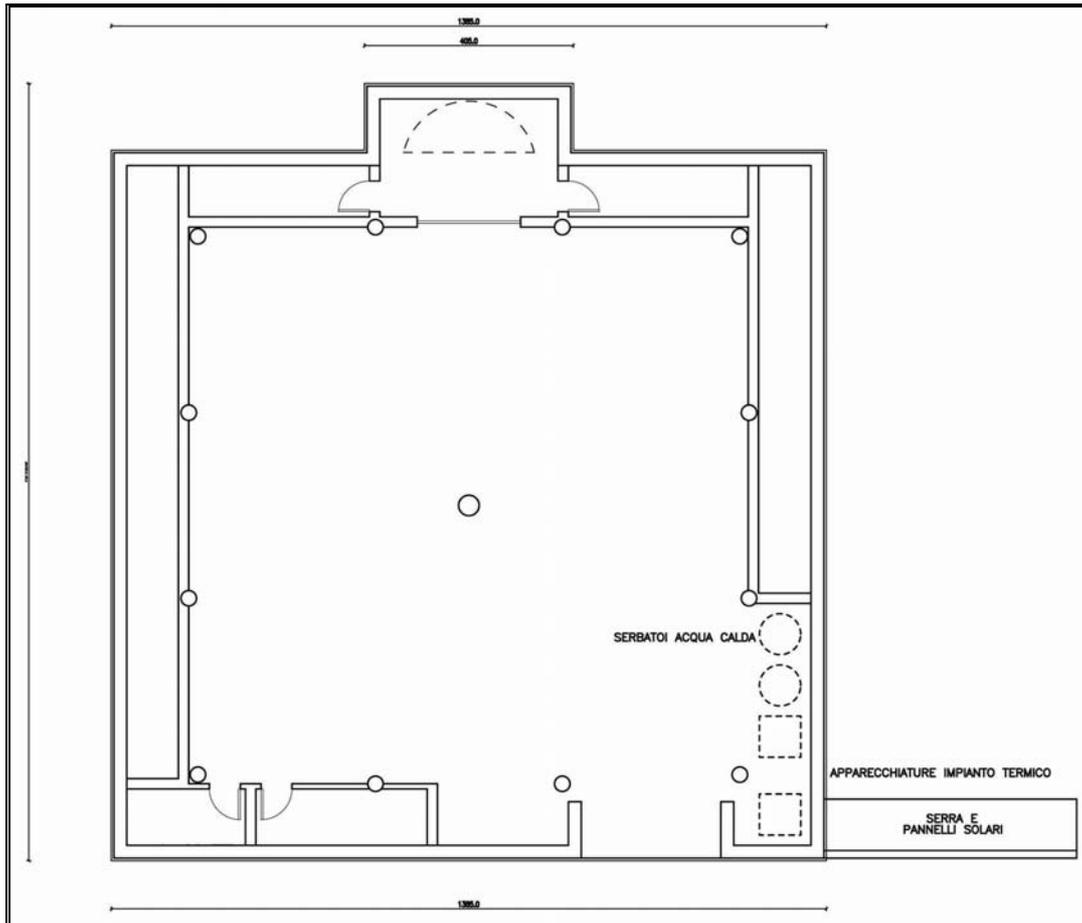




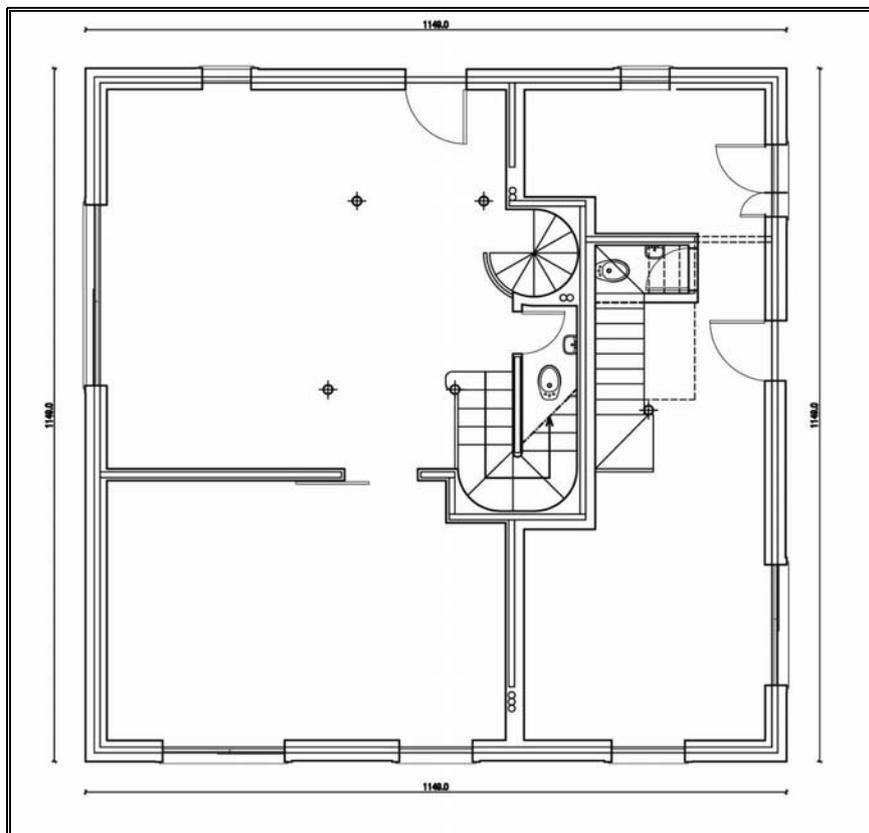
Prospetto NORD-OVEST



Sezione

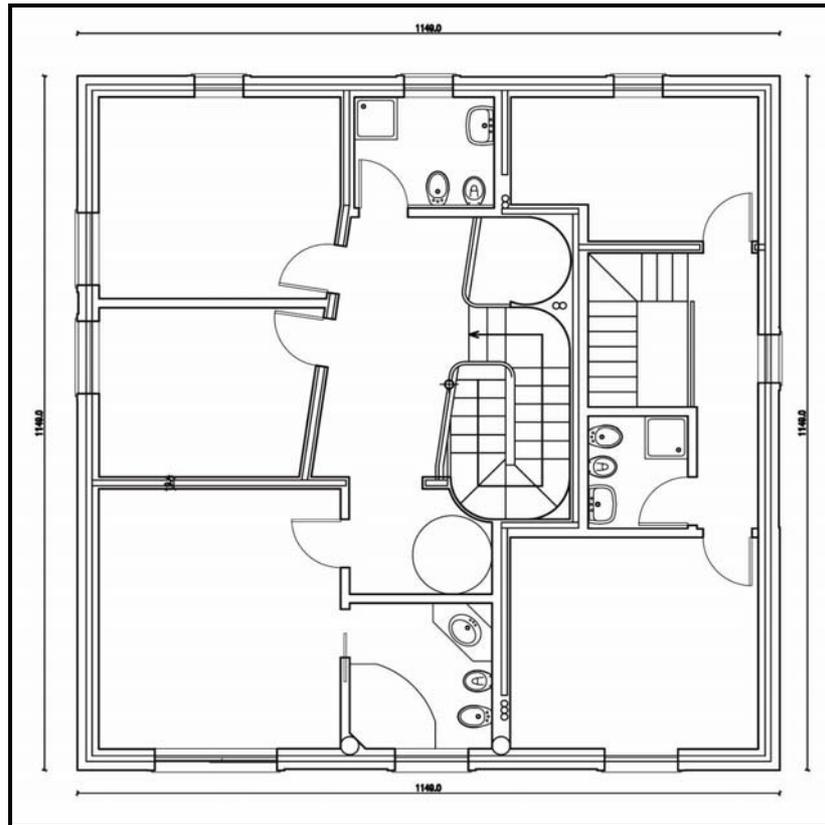


Pianta piano seminterrato

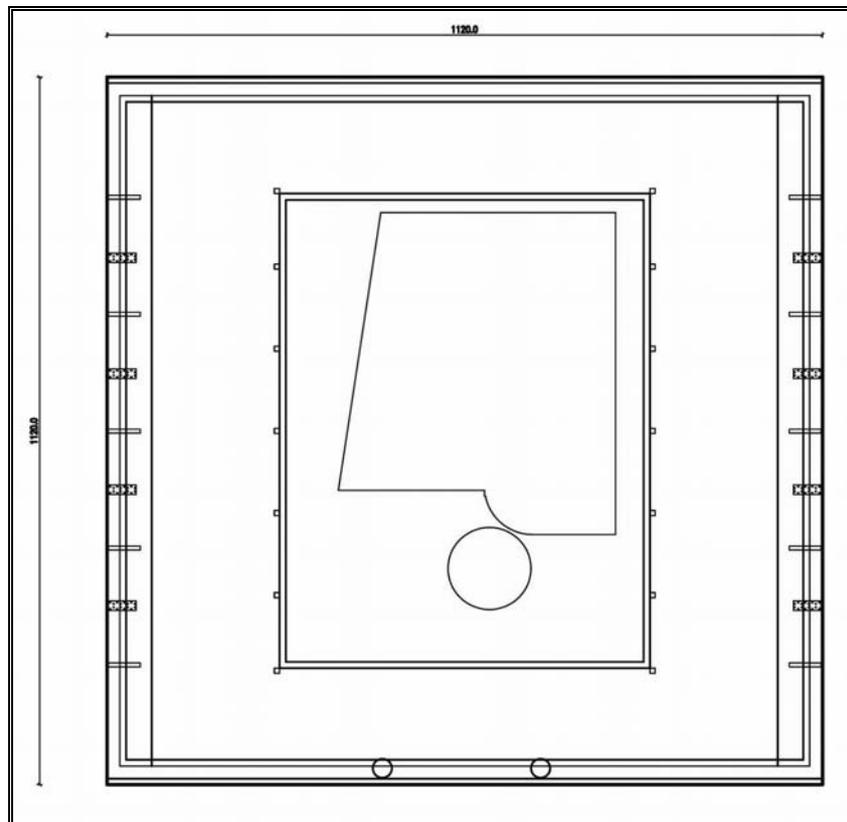


Pianta piano terreno





Pianta piano primo



Pianta piano sottotetto



4.5 Costruzione

La costruzione di una struttura a pannelli di legno multistrato avviene con estrema velocità e semplicità, **nel nostro caso sono stati sufficienti 4 giorni**; sulla base in c.a. vengono applicate staffe in acciaio in numero adeguato a sostenere i pannelli verticali. In questa fase avere un piano di posa sufficientemente liscio ed orizzontale comporta una maggiore velocità di messa in opera dei pannelli. Non sono necessarie opere provvisorie di sostegno rilevanti infatti dopo la posa del primo pannello quelli successivi sfruttano il comportamento scatolare della struttura per autosorreggersi.

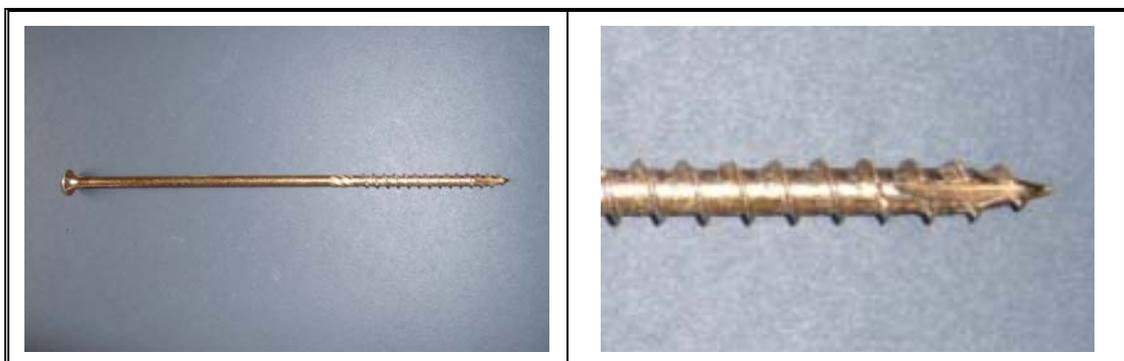
Nel nostro caso non avendo un piano regolare di posa si è resa necessaria la predisposizione di punti di appoggio con regoli in legno tali da garantire un'adeguata distribuzione del carico e la perfetta orizzontalità.



Esempi di staffe di collegamento dei pannelli verticali alla soletta in c.a..

Per la posa dei pannelli in cantiere erano presenti tre operai più un gruista, le operazioni di posa erano gestite da un capo mastro che ne gestiva il corretto posizionamento, un operaio addetto al fissaggio reciproco dei pannelli ed il terzo a piè d'opera addetto alle operazioni di tiro. Mentre i due operai terminavano di fissare l'ultimo pannello posato il successivo era già in movimento. La posa dei pannelli era regolata in base a una numerazione prestabilita che garantiva la giusta successione delle sovrapposizioni.

Per il collegamento reciproco dei pannelli verticali e dei solai alle murature sono state utilizzate viti autofilettanti di 20cm di lunghezza, questo tipo di viti non necessitano di preforo e possono essere applicate con un potente avvitatore a batteria.



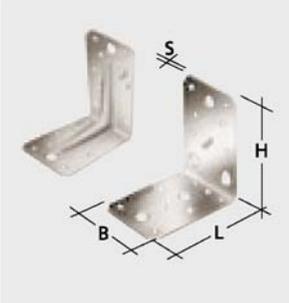
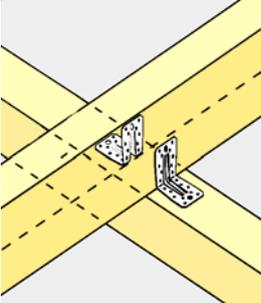
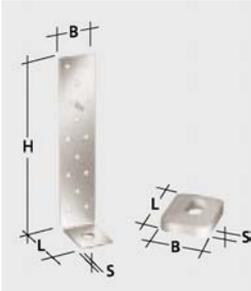
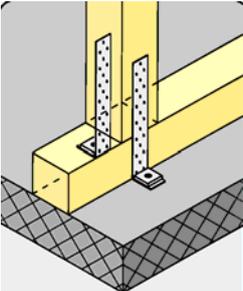
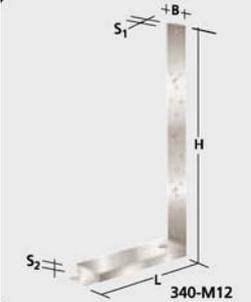
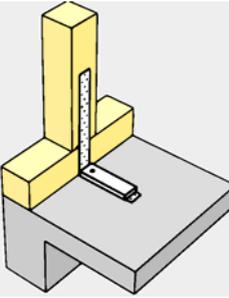
viti autofilettanti utilizzate per unire i pannelli.

Utensili utilizzati nel montaggio:

	<p><i>Sega circolare a mano da carpenteria</i></p>
	<p><i>Avvitatore a batterie</i></p>
	<p><i>Chiodatrice a stecca</i></p>
	<p><i>Tiratravi</i></p>
	<p><i>Martello da carpentiere/Mazza/Ascia</i></p>

strumenti utilizzati

Tipologie di connessione degli elementi strutturali in edifici realizzati con pannelli in lamellare di legno:

		<p><i>Angolari</i></p>
		<p><i>Staffe di Ancoraggio</i></p>
		<p><i>Staffe di Ancoraggio</i></p>
		<p><i>Viti per legno Autofilettanti</i></p>
		<p><i>Viti per legno Autofilettanti</i></p>

elementi di collegamento e fissaggio.

Fasi costruttive e particolari del progetto “La casa...Jazz”



Collegamenti con staffe e viti



Collegamenti con staffe e viti





Aspetto dei pannelli strutturali appena posati



Alcune fasi di costruzione



Alcune fasi di costruzione



Particolari accorgimenti strutturali



Alcuni dettagli della protezione esterna



Fasi costruttive



La struttura, con gli strumenti precedentemente esposti e con l'ausilio di sole viti autofilettanti, è stata realizzata come già accennato in quattro giorni; successivamente sono state eseguite tutte le operazioni di: rinforzo delle unioni con barre fissate con chiodi, di finitura interna ed esterna e di costruzione delle scale. Anche le scale sono state realizzate con struttura in legno utilizzando per le pedate il materiale di risulta ottenuto dai vani delle porte e finestre.



Come si presenta attualmente l'edificio al suo interno

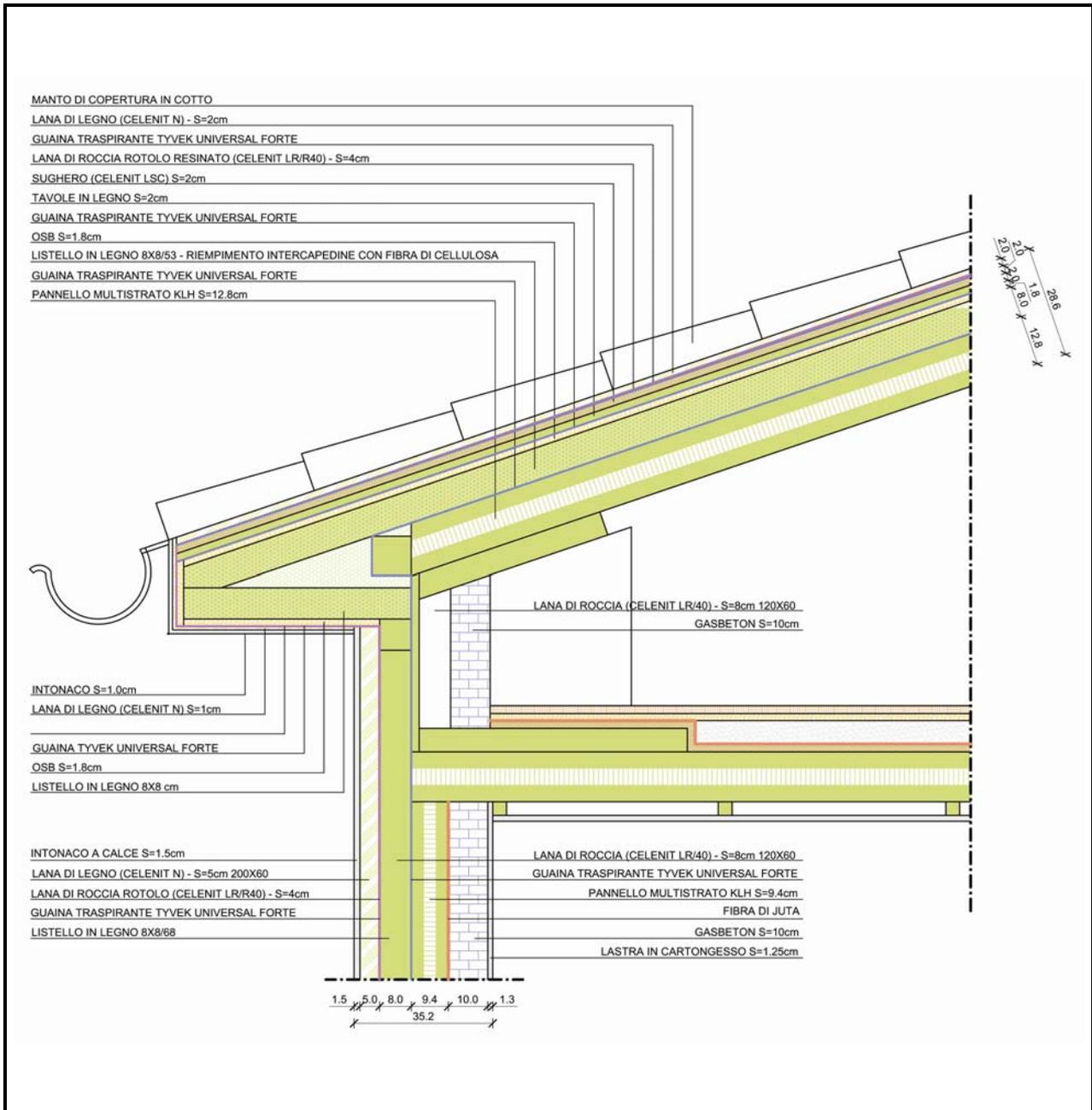
I lavori per la realizzazione delle finiture sono stati fortemente rallentati dalle avversità climatiche che hanno esposto la struttura a frequenti piogge e vento forte, il telo di protezione che era stato applicato a struttura ultimata è stato strappato dal vento e per più di una settimana le strutture hanno assorbito acqua piovana.

Si è reso necessario applicare su tutte le superfici esterne ed il prima possibile uno strato di guaina traspirante per favorire la completa evaporazione dell'acqua assorbita e la protezione nei confronti di possibili altre precipitazioni.



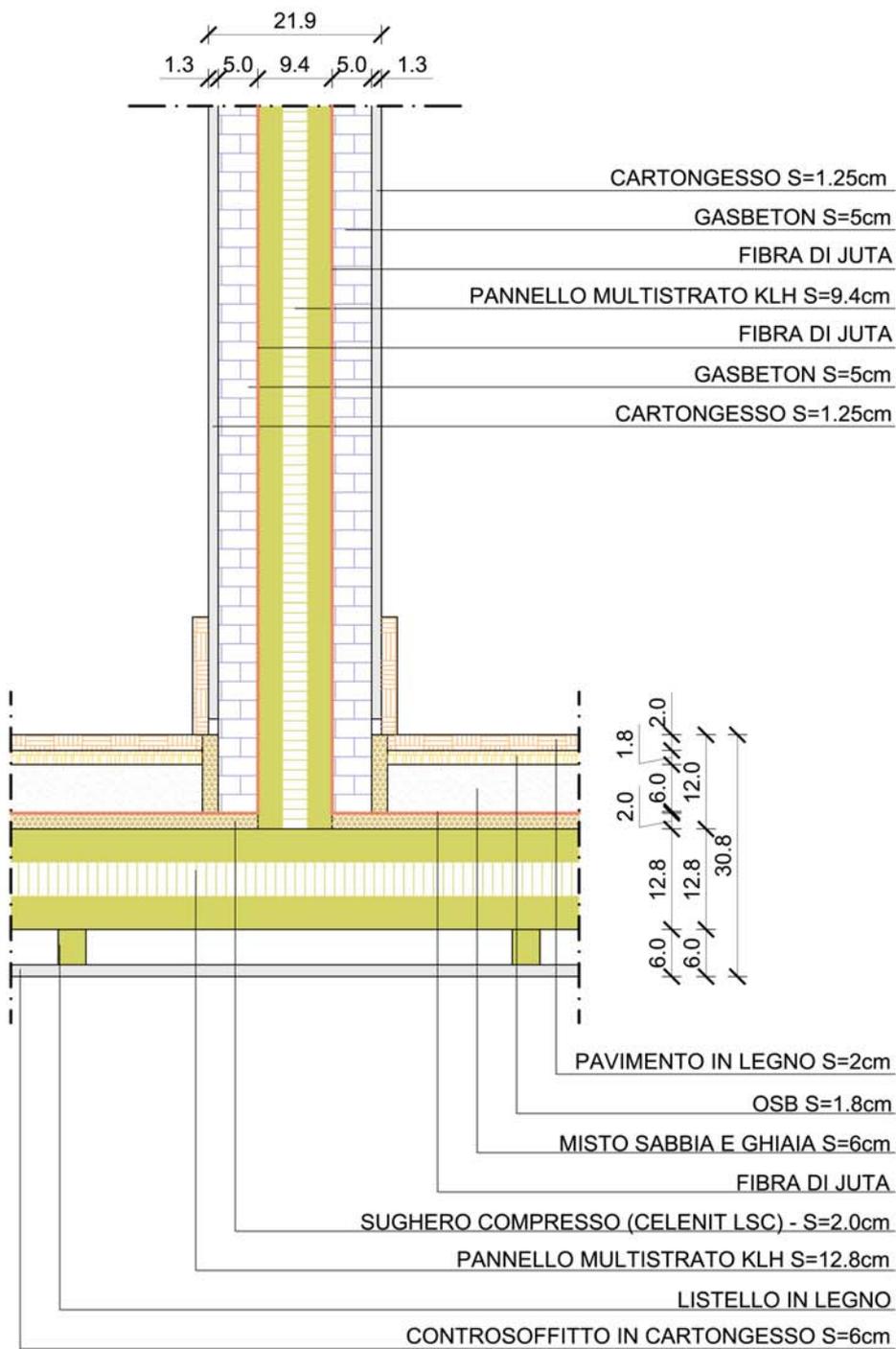
Vista dall'esterno dell'edificio

Finiture interne ed esterne

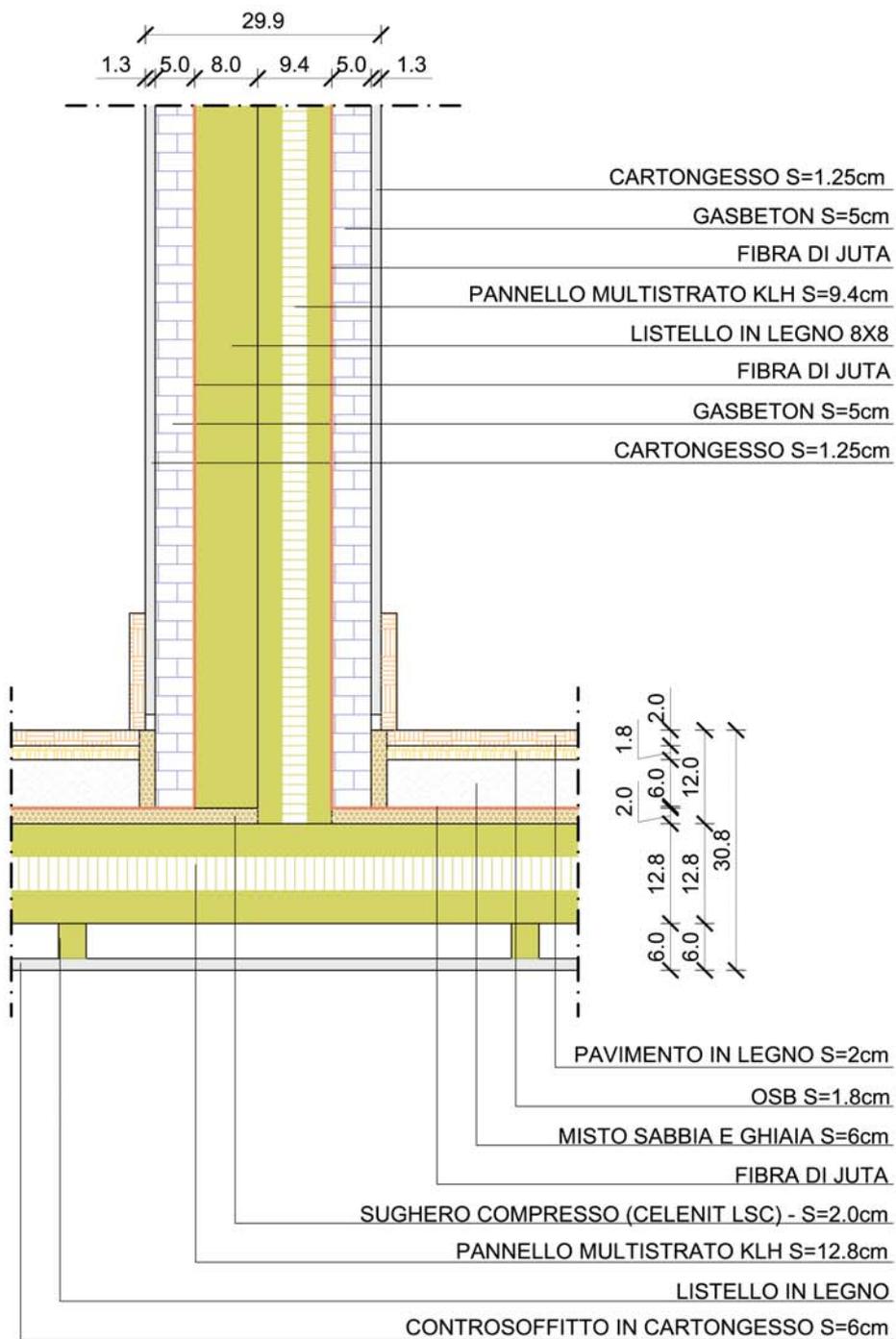


Particolare finiture del tetto



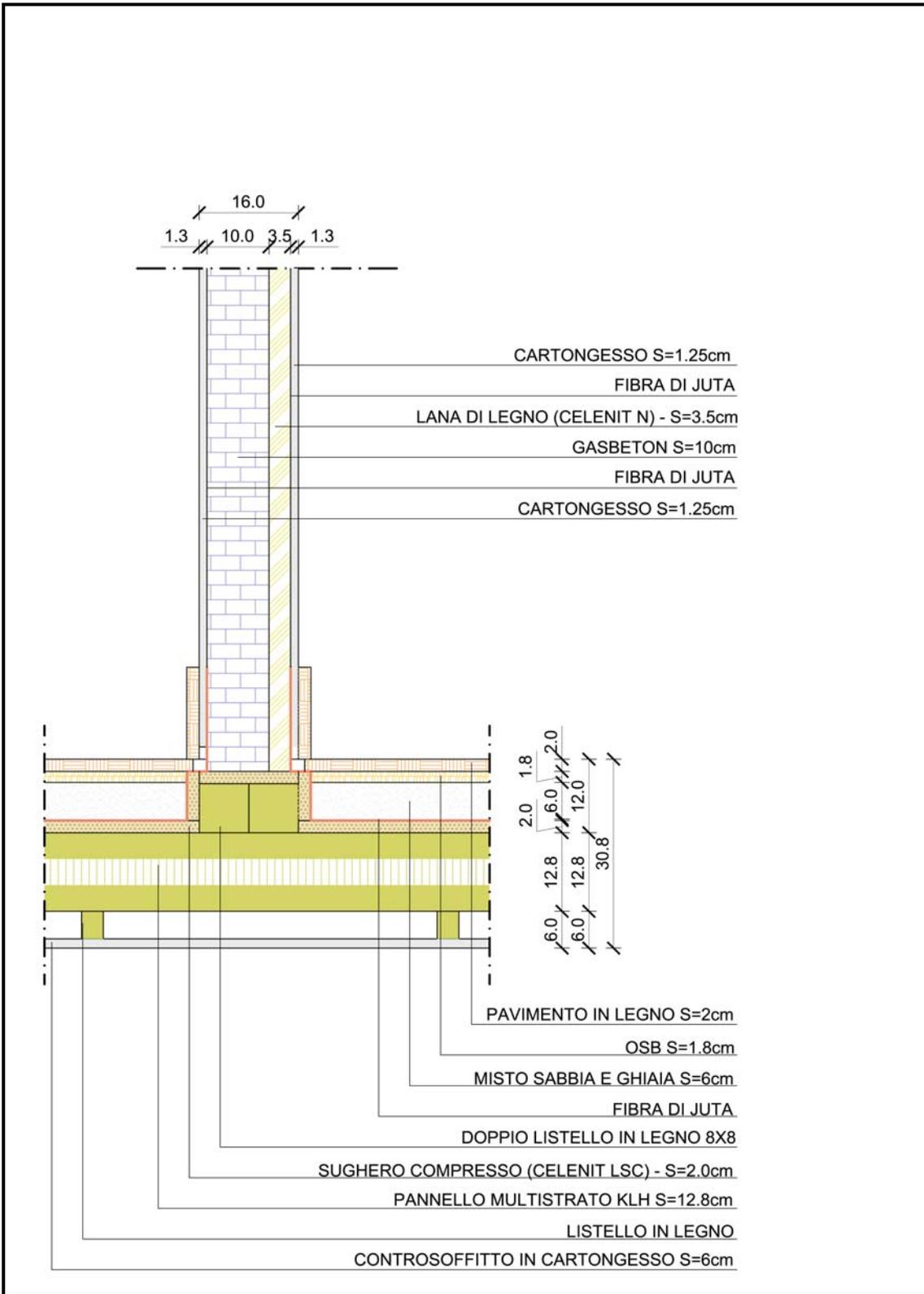


Pacchetto di finitura del nodo solaio primo piano – tramezzo interno

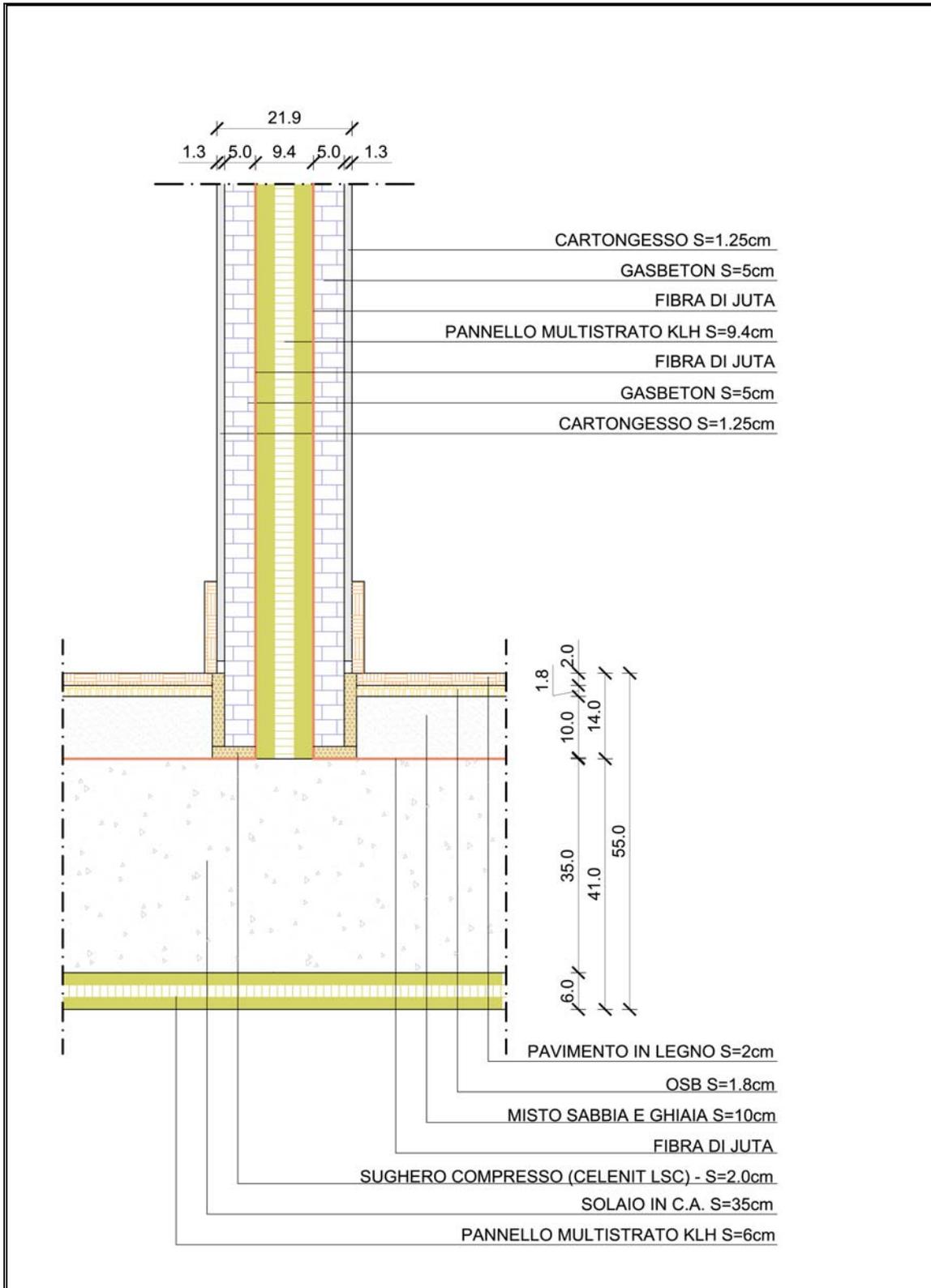


Pacchetto di finitura del nodo solaio primo piano – muro divisorio

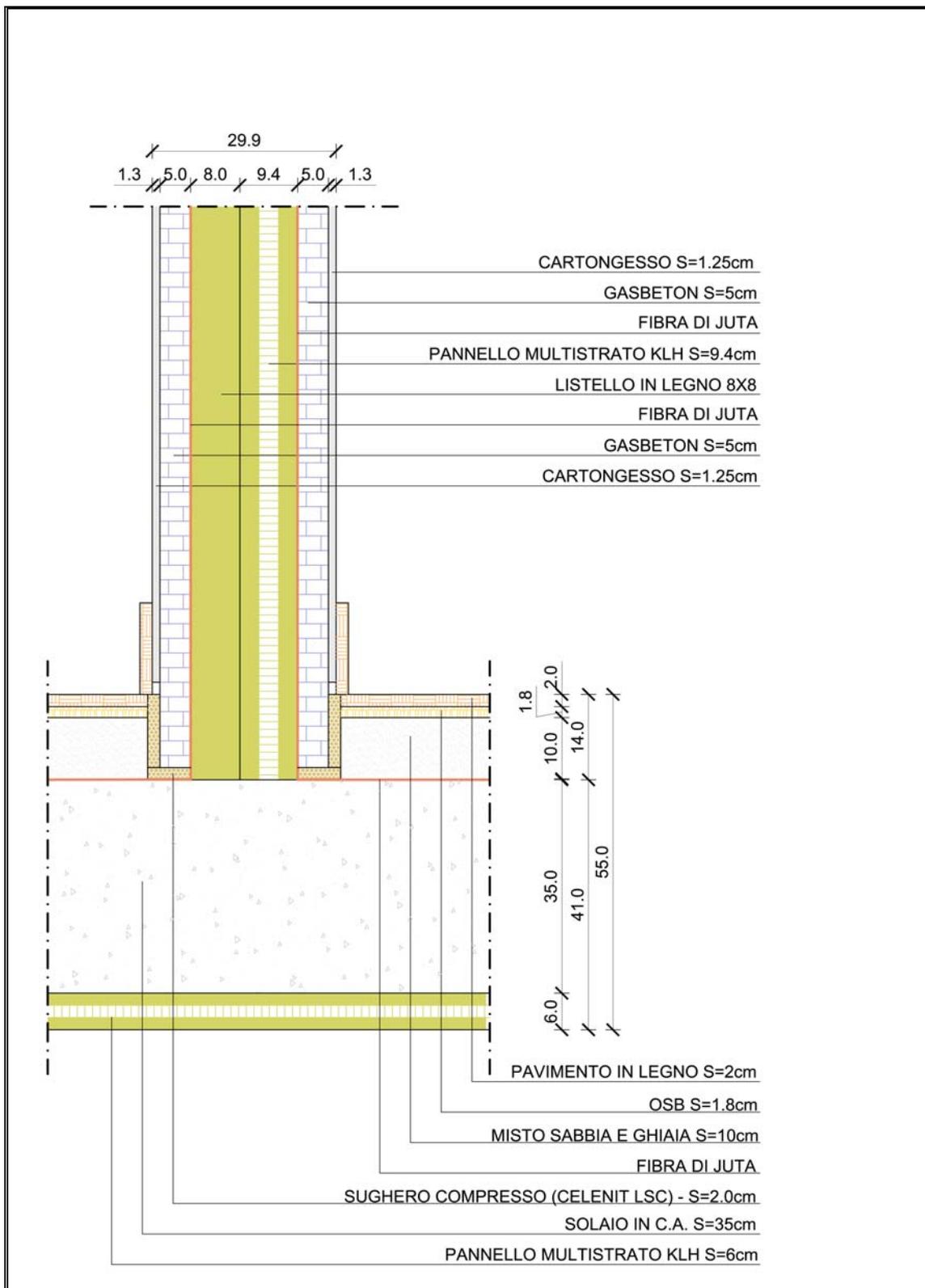




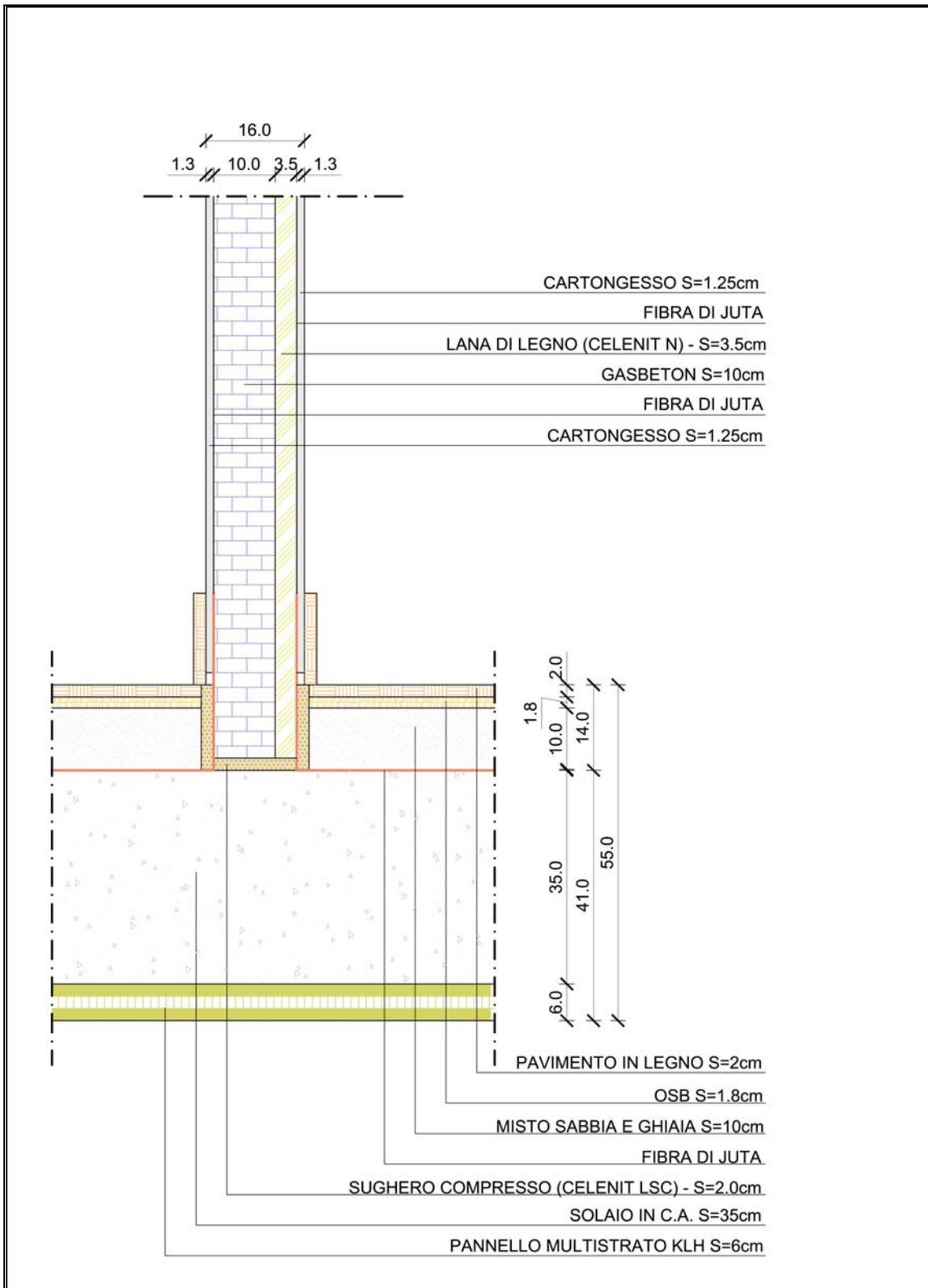
Pacchetto di finitura del nodo solaio primo piano – tramezzo non portante



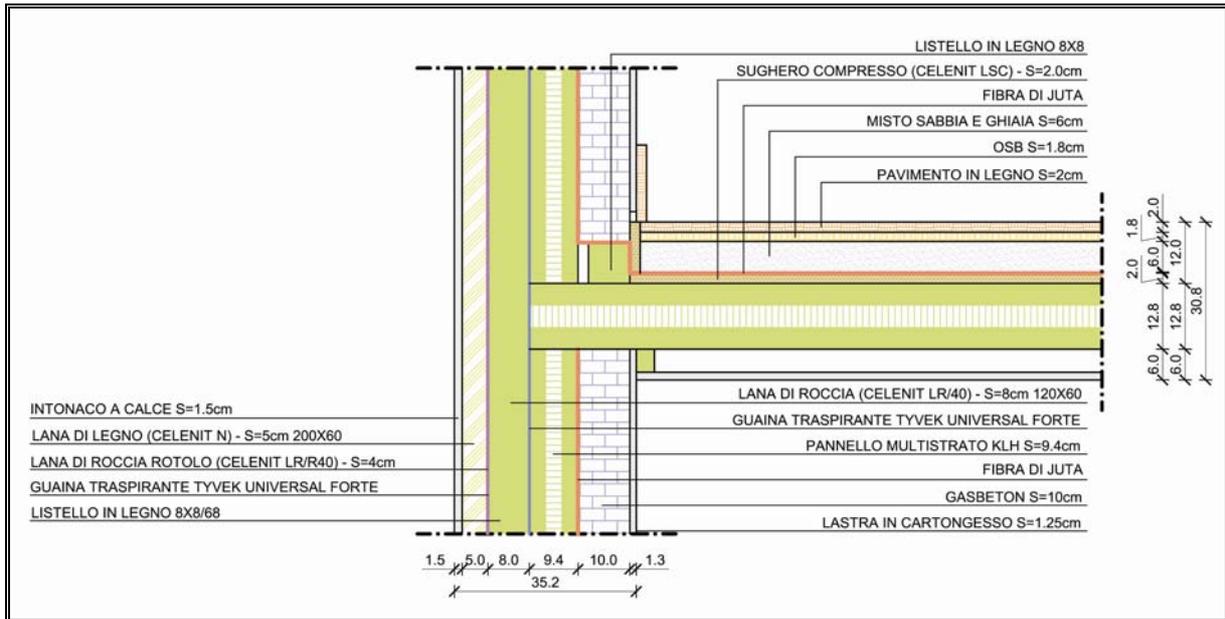
Pacchetto di finitura del nodo solaio piano terra – tramezzo interno



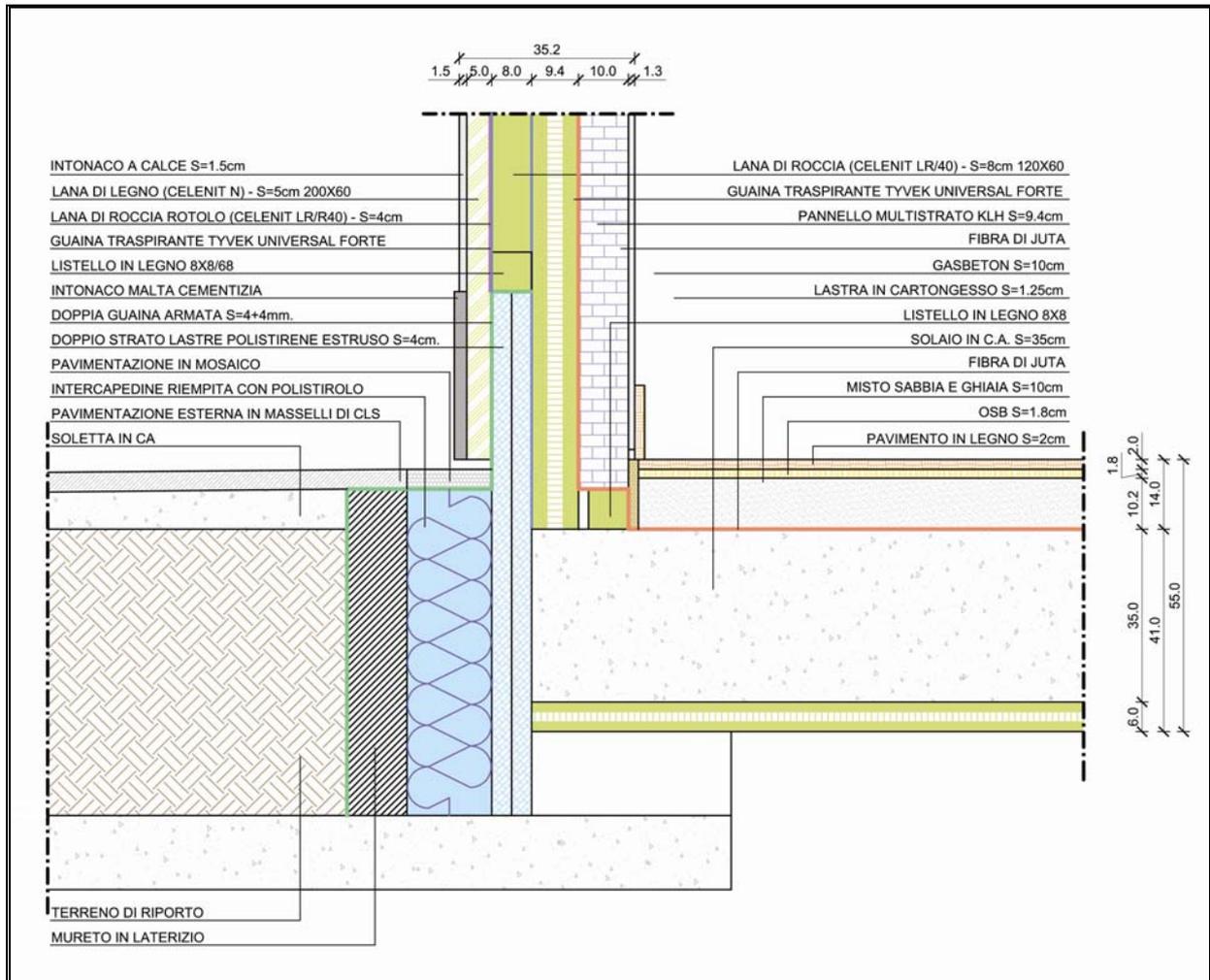
Pacchetto di finitura del nodo solaio piano terra – muro divisorio



Pacchetto di finitura del nodo solaio piano terra – tramezzo non portante

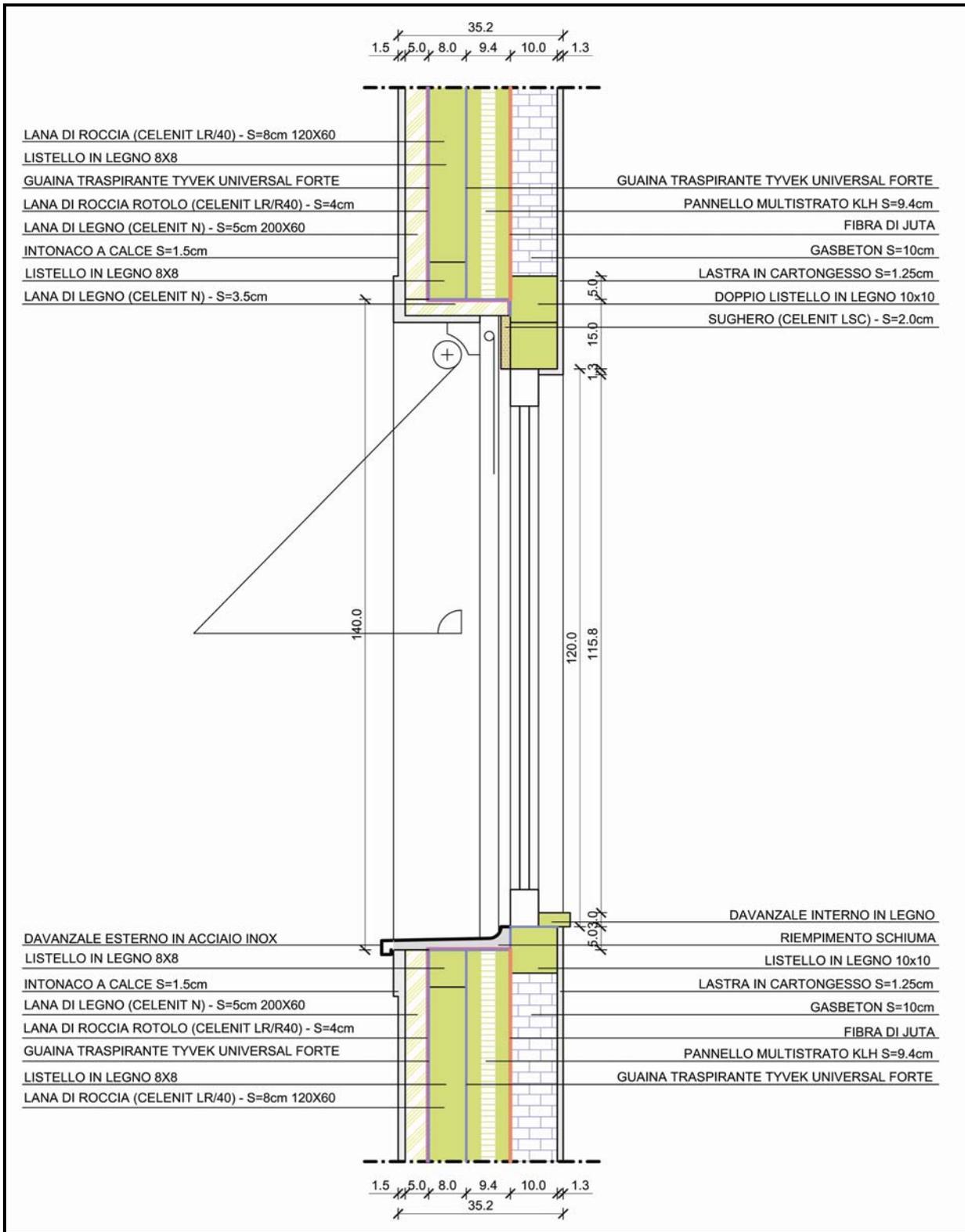


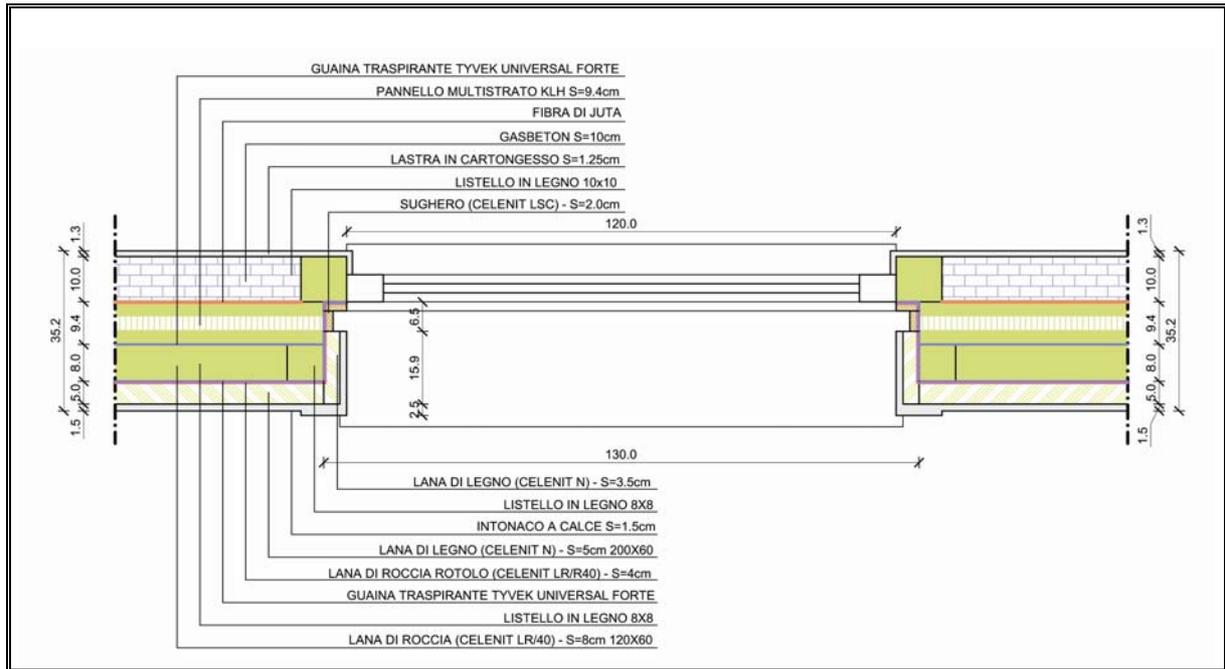
Pacchetto di finitura interpiano



Pacchetto di finitura piano terra - esterno







Pianta infisso esterno

A titolo informativo vengono riportate alcune immagini delle fasi realizzative dell'impiantistica e delle finiture in cantieri analoghi al nostro intervento.



Particolari di posa impianti.



Particolari di posa impianti e finiture.



Particolari di posa infissi.

4.6 Isolatori sismici e appoggi scorrevoli multidirezionali

Come già accennato le strutture in elevazione dell'edificio poggiano su una soletta di 35cm di c.a., che a sua volta poggia su 12 pilastri perimetrali e un pilastro centrale. In corrispondenza dei punti d'appoggio agli angoli sono stati inseriti 4 isolatori sismici mentre negli altri dei carrelli bidirezionali. Gli appoggi e gli isolatori sono stati forniti dalla ditta **FIP INDUSTRIALE s.p.a.**

Lo spessore elevato della soletta è giustificato dal fatto di avere massima libertà di distribuzione interna ai piani superiori ed al piano interrato una superficie libera molto ampia con un unico pilastro centrale.

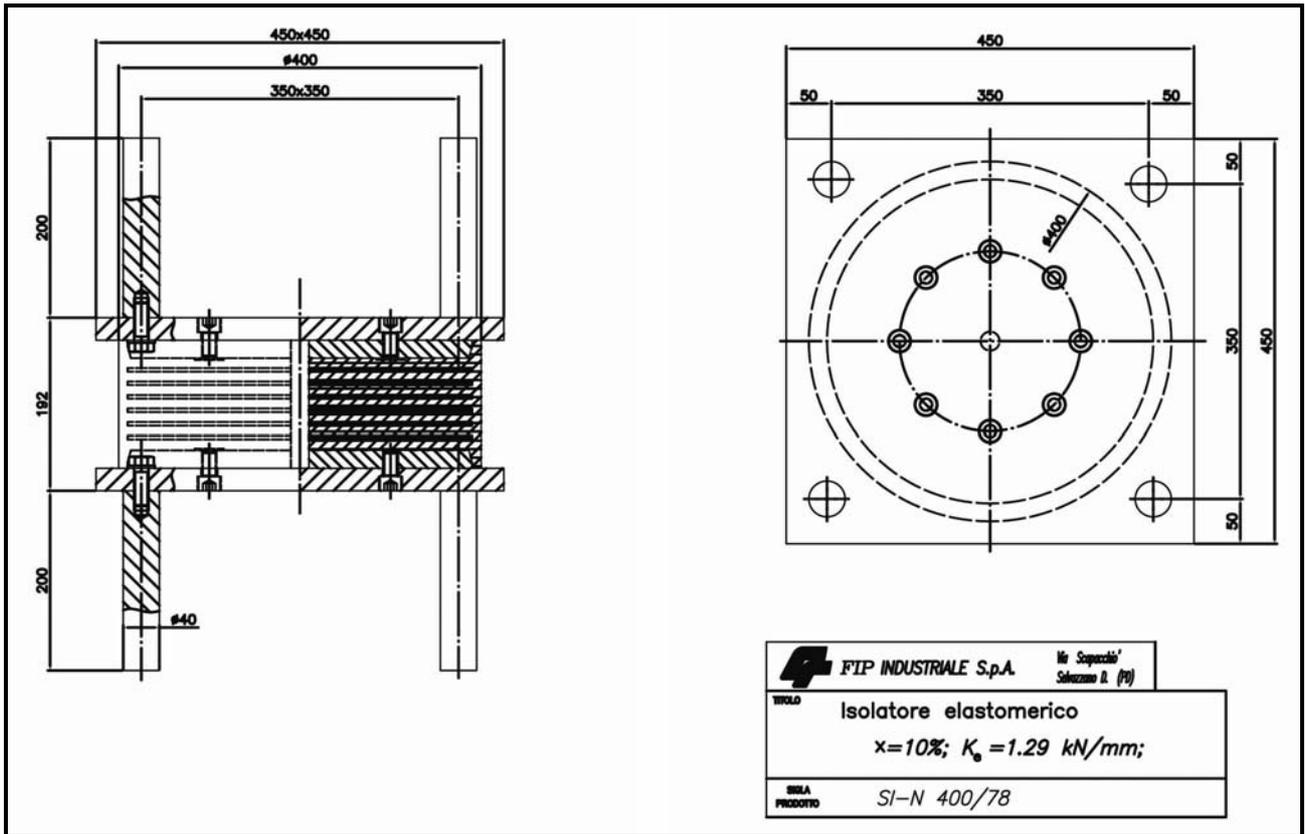
Gli isolatori sismici sono stati posizionati agli spigoli perché è in quei punti che si manifesteranno i maggiori spostamenti relativi tra le strutture di fondazione e di elevazione, essi rimarranno accessibili ed ispezionabili e nel caso si presenti la necessità potranno anche essere sostituiti.



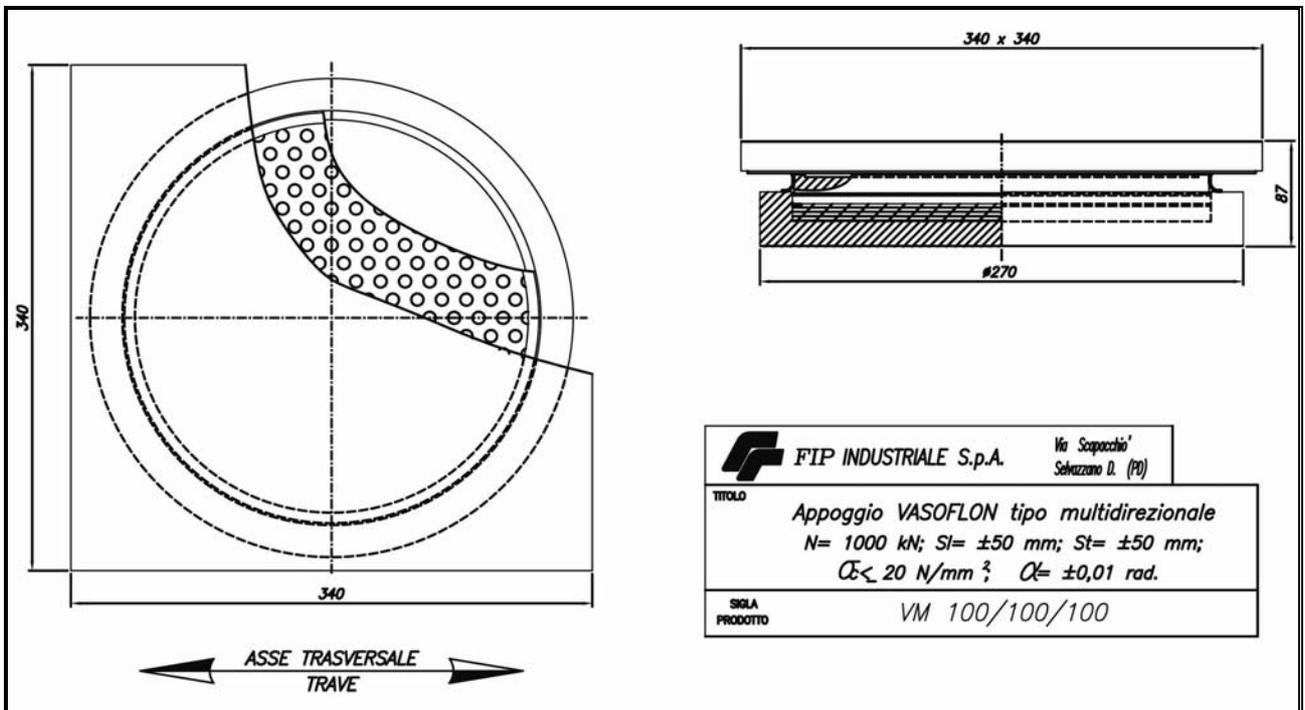
Alcune viste degli isolatori e degli appoggi prima del getto della soletta del solaio P.T..



Alcune viste degli isolatori e degli appoggi a struttura ultimata.

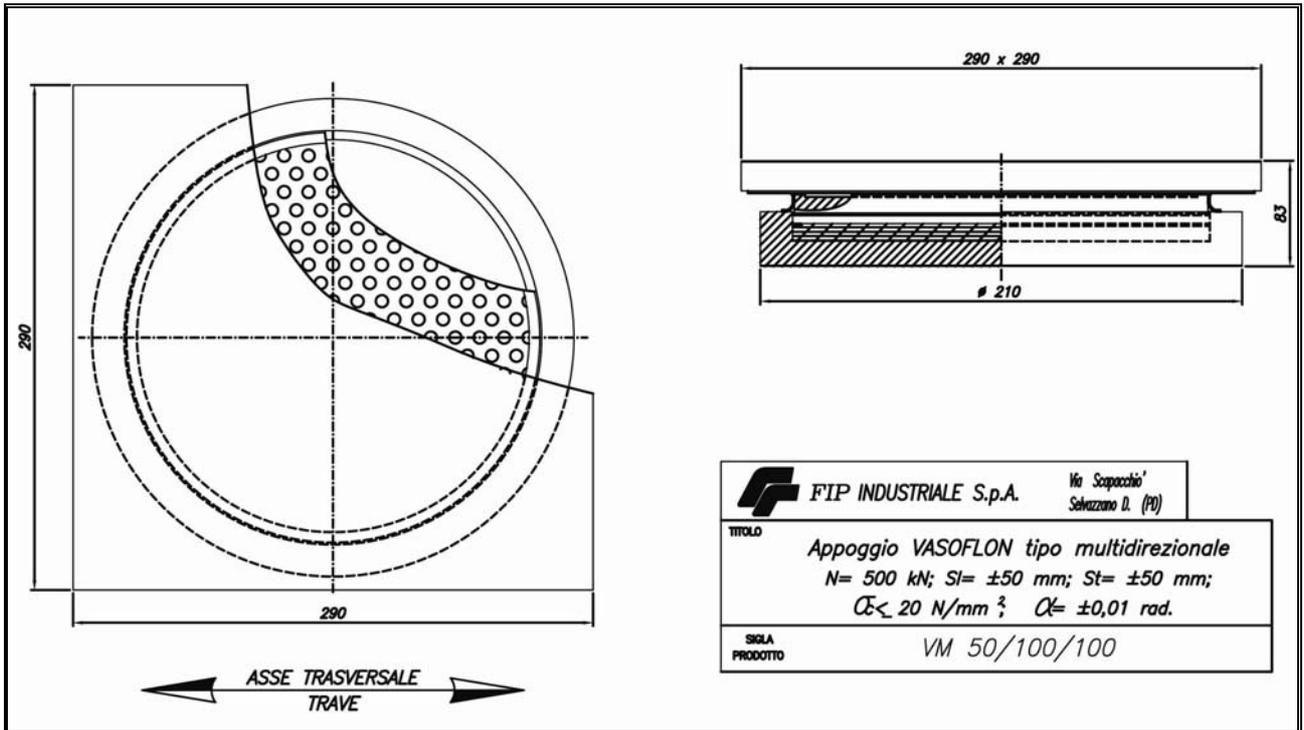


Isolatore elastomero



Appoggio Vasoflon multidirezionale da 100t





Appoggio Vasoflon multidirezionale da 50t

4.7 Progetto del bilancio energetico e degli impianti

“La casa...jazz” è situata nel comune di Scarperia, in provincia di Firenze, ad un'altezza sul livello del mare di 292 metri, e ricade, secondo la suddivisione del territorio nazionale del DPR n° 412 del 26 agosto 1993, nella zona climatica E, caratterizzata da un valore di gradi giorno compreso tra i 2100 e i 3000. In particolare per quanto riguarda il Comune di Scarperia si ha assegnato un valore di gradi giorno pari a 2212.

L'edificio, destinato a civile abitazione, è diviso in due appartamenti, entrambi su due piani.

La struttura risulta isolata, rispetto agli altri immobili nelle vicinanze, ed è posizionata secondo un orientamento Nord-Est \ Sud- Ovest. Grazie alla sua ubicazione risulta protetta, dall'orografia del territorio circostante, dall'azione diretta dei venti freddi provenienti dai quadranti settentrionali,.

L'immobile è caratterizzato da una forma cubica, priva di sporgenze o rientranze, balconi, terrazze e verande.

La superficie di dispersione dell'edificio è pari a 577,9 m², mentre il volume totale del fabbricato è pari a 952,9 m³; il coefficiente di compattezza dell'edificio risulta quindi di 0,6.

L'isolamento termico dell'edificio, già descritto in altre sezioni, è di tipo a cappotto continuo, scelta progettuale che consente di risolvere i problemi di ponti termici. Il tetto è di tipo ventilato.

L'edificio è inoltre posato su un solaio, sotto il quale un interrato dell'altezza utile di 2,20 m costituisce, ai fini energetici, un volume a temperatura quasi costante, sia in estate che in inverno.

Nell'interrato verranno ubicati anche parte delle impiantistiche e degli accumuli per i fabbisogni energetici dell'edificio.

All'esterno una serra solare, riparata sul versante nord-est, quindi esposta a sud-ovest, è destinata, nel periodo invernale e durante le ore diurne, al riscaldamento di aria.

Filosofia delle impiantistiche in progettazione

La forma dell'edificio, la sua esposizione, i materiali impiegati e le coibentazioni, sono stati scelti per consentire, con l'ausilio di opportune impiantistiche, un soddisfacimento delle richieste energetiche con il solo utilizzo di energie rinnovabili, e quindi il raggiungimento di un rapporto tra CO² prodotta e CO² evitata o assorbita prossimo ad 1.

Impianto elettrico ed apparecchiature elettriche

Gli elettrodomestici e le lampade per illuminazione utilizzate nell'edificio saranno del tipo a basso consumo energetico e quindi ad alta efficienza.

Sul tetto, nella falda con esposizione sud - ovest, verranno ubicati dei pannelli fotovoltaici, connessi in parallelo, mediante gruppo di conversione corrente continua/corrente alternata, alla rete elettrica nazionale, con contratto di scambio net-metering.

La superficie totale delle celle fotovoltaiche sarà tale da far fronte alla totale richiesta di energia elettrica annuale dei due appartamenti.

La distribuzione di energia elettrica all'interno degli appartamenti è prevista in bassa tensione.



Impianto idrico

E' previsto il recupero, il trattamento e l'accumulo dell'acqua piovana dalle coperture dell'edificio, per un successivo riutilizzo per l'alimentazione dello scarico dei WC e per l'irrigazione del verde esterno. L'acqua recuperata verrà preventivamente filtrata e quindi stoccata in un'apposita cisterna. La distribuzione dell'acqua piovana verso le utenze dell'edificio avverrà con tubazioni separate dall'impiantistica dell'acqua potabile.

Sempre con l'obiettivo di un uso razionale e senza sprechi della risorsa acqua, sono previsti scarichi dei WC del tipo a due pulsanti e erogatori a tutte le utenze dei due appartamenti del tipo con aeratore.

Impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria

In considerazione che il 40% dei combustibili fossili consumati dai paesi della comunità europea è destinato al riscaldamento degli edifici, massima cura è stata posta per il riscaldamento dei due appartamenti de "La casa...Jazz".

Nell'impiantistica termica dell'edificio è previsto un caminetto-caldaia alimentato a biomasse, materiale combustibile facilmente reperibile nel territorio comunale, vocato alla forestazione e alla utilizzazione dei prodotti del bosco e del sottobosco.

L'energia termica prodotta dalla caldaia viene utilizzata sia per la produzione di acqua calda sanitaria, accumulata in apposito bollitore, sia per il riscaldamento degli ambienti, utilizzando l'eccesso di energia prodotta per il riscaldamento di 2 cisterne di grande volume, coibentate ed ubicate nel locale interrato sottostante ai due immobili.

Per un utilizzo in parallelo alla caldaia a biomasse, verranno installati pannelli solari termici: l'energia prodotta verrà sfruttata per il riscaldamento del boiler per l'acqua calda sanitaria. Durante la stagione estiva la produzione di calore dei pannelli solari termici sarà esuberante per la produzione della sola acqua sanitaria così che l'energia termica in eccedenza sarà accumulata nelle cisterne coibentate ed utilizzata durante il periodo di riscaldamento.

In mancanza di energia termica prodotta dai pannelli solari termici e dalla caldaia alimentata a biomasse, entrerà in funzione una pompa di calore aria-acqua, alimentata elettricamente. L'aria di condensazione sarà prelevata, durante la stagione invernale, dalla serra solare attigua alla casa, nelle ore diurne, o dal locale interrato sottostante la casa, in quelle notturne.

L'energia elettrica necessaria all'azionamento della pompa di calore è prodotta, anche se in tempi diversi, dal fotovoltaico elettrico installato sulla falda del tetto.

L'immobile, composto da due appartamenti, ha così una produzione congiunta di energia elettrica, con pannelli fotovoltaici, e di energia termica, con pannelli solari termici e pompa di calore, ed una produzione disgiunta di energia termica, con la caldaia alimentata a biomasse. L'energia termica prodotta disgiuntamente sarà contabilizzata separatamente.

I consumi di ciascun appartamento verranno contabilizzati, di modo che si potranno quantizzare le pertinenze di ciascun appartamento come differenza tra quanto prelevato e quanto prodotto.

L'impianto di riscaldamento dei due appartamenti sarà realizzato con un soffitto radiante alimentato con acqua a bassa temperatura. L'alimentazione e la regolazione della temperatura tra i due appartamenti sarà indipendente.



Raffrescamento estivo

Per le caratteristiche costruttive dell'immobile, per i materiali usati e il luogo di ubicazione non è previsto un vero e proprio impianto di condizionamento, ma, essendo presente una pompa di calore, sarà comunque possibile, durante il periodo estivo, inviare nei pannelli radianti a soffitto acqua refrigerata a temperatura di circa 15°C con una azione di raffrescamento dell'ambiente. Il pavimento radiante potrà rendere circa 40 watt/m² in freddo.

La condensazione della pompa di calore avverrà con aria prelevata dal locale seminterrato dell'immobile durante il giorno, e quindi a temperature inferiori a quelle esterne, con un rendimento elevato. Durante la notte, se necessario un condizionamento, l'aria di condensazione sarà prelevata direttamente dall'esterno.

Il principale sistema di difesa da surriscaldamenti estivi è comunque garantito dall'inerzia termica dell'edificio che assicura una trasmissione dell'onda di calore con un ritardo tale che la stessa possa esser smaltita in ore notturne con temperature esterne miti.

Ricambio di aria esterna

E' stato previsto di far circolare, per moti convettivi forzati, aria esterna all'interno dei due appartamenti, prelevandola in inverno, durante le ore diurne, dalla serra solare e durante le ore notturne dal locale interrato sottostante l'immobile. In estate il prelievo sarà al contrario dall'interrato durante il giorno e dall'esterno durante la notte. Il volume di aria esterna che verrà fatta circolare nell'edificio sarà nella misura di circa 0,35-0,5 volumi/ora. L'aria in uscita, prima di essere espulsa dall'edificio, verrà convogliata nell'intercapedine del tetto ventilato contribuendo a ridurre ulteriormente le perdite di calore per conduzione .



4.8 Caratteristiche dei materiali utilizzati

4.8.1 Il pannello strutturale in legno lamellare a strati incrociati

Dopo un lungo lavoro di ricerca e di sviluppo, condotto in collaborazione con l'Università tecnica di Graz, ed una fase sperimentale durata un anno, nel 1999 è stata aperta, e poi di seguito ampliata, la sede di produzione a Katsch an der Mur. Oggi l'azienda conta numerosi collaboratori quotidianamente impegnati nella produzione del cosiddetto KLH (Kreuzlagenholz), "legno lamellare a strati incrociati".



Descrizione del prodotto

Il legno multistrato a strati incrociati (KLH viene realizzato con tavole di abete rosso sovrapposte e ruotate di 90° rispetto allo strato sottostante e poi incollate fra loro, sotto l'azione di forti pressioni, a formare elementi di grandi dimensioni. A seconda delle esigenze si possono avere pannelli a 3, 5, 7 o più strati fino ad uno spessore massimo di 60 cm.

Le tavole impiegate vengono sottoposte ad una severa selezione. Lo spessore delle tavole dipende dal formato e dalla struttura del pannello e varia tra 19 e 40 mm. A seconda dell'umidità di equilibrio prevista dopo la posa in opera si utilizzano tavole essiccate a macchina con un'umidità pari al 12% (+/-2%).

La struttura incrociata dei pannelli permette di ridurre a grandezze trascurabili i fenomeni di rigonfiamento e ritiro e ciò, a sua volta, aumenta notevolmente la resistenza statica e la stabilità delle forme.

Rispetto ad altre tecnologie per l'edilizia in legno, con i pannelli multistrato si aprono nuove possibilità di carico. I pesi, infatti, possono essere fatti poggiare non soltanto lungo un singolo asse direzionale, come nel caso di pilastri, travi, ecc., bensì possono essere distribuiti in tutte le direzioni. In questo senso si parla di una vera e propria funzione di pannello e di disco.

Nei processi standard, i pannelli KLH Massiv vengono realizzati in qualità non a vista e in qualità a vista industriale e sono, pertanto, da considerarsi un prodotto grezzo di lavorazione industriale, è possibile anche la produzione di pannelli con qualità a vista abitativa.

La realizzazione delle aperture nei pannelli avviene di solito in falegnameria o presso l'impresa edile.





pannelli di legno multistrato

Misure standard: 1) spessore 63 mm, 78mm, 94mm, 128mm, 146mm fino 256 mm
 2) larghezze 2.25m, 2.50m, 2.72m, 2.95m
 3) lunghezza da 3 m fino a 16.50m

Valori caratteristici di resistenza :

$E_{0,mean}$	=	1100 kN/cm ²
$E_{0,05}$	=	733 kN/cm ²
$f_{m,k}$	=	2.40 kN/cm ²
$f_{c,o,k}$	=	2.10 kN/cm

Creare e progettare con i pannelli KLH

I progettisti tendono sempre più ad inserire il legno là dove le sue caratteristiche offrono chiari vantaggi rispetto alle costruzioni in muratura.

Queste sono, ad esempio:

- rapporto molto favorevole tra peso proprio e resistenza
- possibilità di trasformazione
- possibilità di sostituzione di elementi costruttivi.

Gli elementi KLH Massiv sono abbinabili ed integrabili con tutti i comuni materiali da costruzione, anche con vetro, metallo, plastica, ecc.

Grazie al favorevole rapporto peso-prestazioni i pannelli KLH Massiv si adattano perfettamente anche al risanamento o all'innalzamento di edifici.

La costruzione di elementi costruttivi grezzi di grandi dimensioni ovvero la prefabbricazione di elementi per pareti in ambiente protetto dalle intemperie sono requisiti che stanno assumendo sempre più importanza anche nel contesto dell'edilizia in legno. I pannelli in legno offrono il vantaggio di poter essere trasportati sul luogo del cantiere in modo semplice, veloce ed economico.

Le loro dimensioni:

- lunghezza massima 16,50 m
- larghezza massima 2,95 m
- spessore massimo 0,60 m



Con il pannelli in legno multistrato è possibile ridurre i tempi di realizzazione: la costruzione di un grezzo sia ad uno che a più piani richiede soltanto pochi giorni.

Incollaggio

Per l'incollaggio dei singoli strati di tavole viene impiegato il collante PUR Purbond HB 110 della ditta Collana, un collante privo di solventi e formaldeidi. Tale collante risulta conforme alla norma DIN 68141 e risponde agli ulteriori criteri stabiliti dall'FMPA del Baden-Württemberg, Istituto Otto Graf di Stoccarda, per la produzione di elementi portanti in legno ed elementi costruttivi speciali per interni e per esterni, ai sensi delle norme DIN 1052 ed EN 301.

Il Collano Purbond HB 110 è una colla poliuretanica monocomponente liquida. Asciugandosi per influsso dell'umidità del materiale e dell'aria essa forma una pellicola viscoelastica, l'alta qualità della tenuta del collante viene raggiunta sottoponendo gli elementi ad una pressione di ca. 6 kg/cm².

La FMPA di Stoccarda (Istituto Otto Graf) ha confermato l'idoneità di questo collante per elementi portanti in legno da interno e da esterno (febb. 1997).

La colla viene distribuita omogeneamente sulla superficie attraverso un particolare sistema di incollaggio automatico. La parte di colla è pari a 0,2 kg/m² e giuntura.

Il Collano Purbond HB 110 indurisce a seguito di una reazione di poliaddizione per azione dell'umidità residua del legno. Nel corso di questa reazione si libera biossido di carbonio, un gas innocuo. Dopo poche ore il Collano Purbond HB 110 è completamente indurito. Si forma così una rete tridimensionale di composti poliuretanici e poliureici assolutamente stabili e non idrolitici.

A differenza delle colle fenolico-formaldeidiche, grazie alla loro struttura chimica le colle del tipo PUR, tra cui HB 110 da noi utilizzato, una volta indurite non liberano formaldeidi. Ciò è confermato da uno studio analitico condotto dall'EMPA di Zurigo (rapporto EMPA n° 148.648 del 6-7-93).

Siccome per l'incollaggio di elementi in legno non è necessario che i collanti siano schiumosi, si può fare a meno di gas propellenti per cui questa colla risulta priva di CFC.

Gli oggetti in legno incollati con prodotti PUR possono inoltre essere smaltiti senza problemi in un impianto a combustione controllata. In caso di combustione completa, infatti, non vengono emesse altre sostanze oltre a quelle che risulterebbero normalmente dalla combustione di legna non incollata.

Conduttività termica

I pannelli KLH Massiv possiedono la stessa capacità di conduzione del calore del legno massello di conifera. Data la grande massa del legno, tuttavia, nei pannelli KLH Massiv la capacità di coibentazione del legno si riflette anche nell'isolamento termico, per cui, nel calcolo del valore U(k) può essere considerato anche il pannello stesso.

Per quanto riguarda le caratteristiche termiche si considerano i seguenti valori:

- | | | |
|---|-----------|--------------|
| - Capacità di conduzione del calore
(come per il legno asciutto) | λ | 0.14 W/m K |
| - Capacità termica specifica | C | 1.61 kJ/kg K |
| - Aumento specifico della conducibilità del calore | 1.20 | %/% umidità |



Comfort abitativo

Il comfort abitativo dipende fondamentalmente dai seguenti fattori:

- temperatura interna
- umidità dell'aria
- temperatura delle superfici che circoscrivono l'ambiente (pareti, soffitto, pavimento, finestre, ecc.). È proprio nella stagione più fredda che la temperatura di tali superfici è fondamentale per sentirsi a proprio agio
- massa di ritenzione

Resistenza alla traspirazione del vapore

Per quanto riguarda i test relativi alla resistenza all'umidità dei pannelli KLH Massiv si può considerare un valore di resistenza alla traspirazione di u 30-40. Ciò permette di realizzare elementi per pareti a diffusione aperta.

Igroscopicità

Tra le tante caratteristiche positive il legno possiede anche la capacità di assorbire, di ritenere e di restituire l'umidità.

È così che le costruzioni in KLH Massiv hanno un effetto regolatore dell'umidità, in particolare qualora gli strati di assorbimento siano orientati verso l'interno del vano, mentre le superfici isolanti, ecc. sono fissate sul lato esterno.

Proprietà antincendio

Le proprietà antincendio degli elementi costruttivi si esprimono attraverso la resistenza alla combustione. Questa, a sua volta, si misura in minuti e rappresenta il tempo minimo che l'elemento costruttivo deve resistere all'azione del fuoco (resistenza al crollo, impermeabilità al fumo).

In base alla resistenza alla combustione si distinguono diverse classi antincendio.

La norma ONORM B 3800 parte 2^a riporta le seguenti classi:

Definizione tecnica	Resistenza alla combustione in ' "	Classe antincendio
Igniritardante	$30 < t < 60$	R30
Ad alta capacità igniritardante	$60 < t < 90$	R60
Igniresistente	$90 < t < 180$	R90
Altamente igniresistente	$180 \leq t$	R180

I requisiti antincendio sono fissati nelle normative edilizie di ciascuna regione e suddivisi a seconda del tipo e dell'uso dell'edificio ovvero del genere di costruzione.

La classificazione degli elementi costruttivi KLH per quanto riguarda le proprietà antincendio avviene sulla base di calcoli matematici (velocità di combustione).

Considerati i comuni carichi in edilizia, normalmente vengono impiegati pannelli a tre strati F 30 per le pareti e pannelli a 5 strati F 60 per i soffitti. L'impiego di elementi con una resistenza di F 90 e oltre va chiarito, come è prassi nell'edilizia in legno, con le autorità responsabili.

In base ad uno studio condotto dall'Istituto IBS per le tecnologie antincendio e le ricerche



in materia di sicurezza (studio BV-numero 3774/98) è risultato che un elemento per solai dello spessore di 120 mm raggiunge una protezione antincendio di F60 (ad alta capacità igniritardante) ed appartiene quindi alla classe di combustibilità 2.

Per calcoli più precisi va considerata una velocità di combustione pari a 0,76 mm/min (perizia IBS 8V-numero 3774/98).

Per poter rientrare nelle classi antincendio R30 ed R60 un elemento deve ottenere i seguenti risultati nei test di combustione.

Durante il test gli elementi portanti sottoposti al comune carico utile devono resistere all'azione del fuoco rispettivamente almeno 30 e 60 minuti senza crollare.

Di norma il test si esegue con un carico utile inferiore a quello ammissibile; gli elementi divisorii (p. es. le pareti esterne), sia portanti che non, devono impedire per la durata di 30 ovvero di 60 minuti il passaggio di fuoco, fumo e di altri prodotti gassosi della combustione.

Contemporaneamente gli eventuali prodotti di combustione dell'elemento stesso possono presentarsi soltanto in quantità minime sul lato non esposto al fuoco.

Sul lato non esposto al fuoco non devono liberarsi gas infiammabili che continuino a bruciare anche una volta rimossa la fonte dell'incendio.

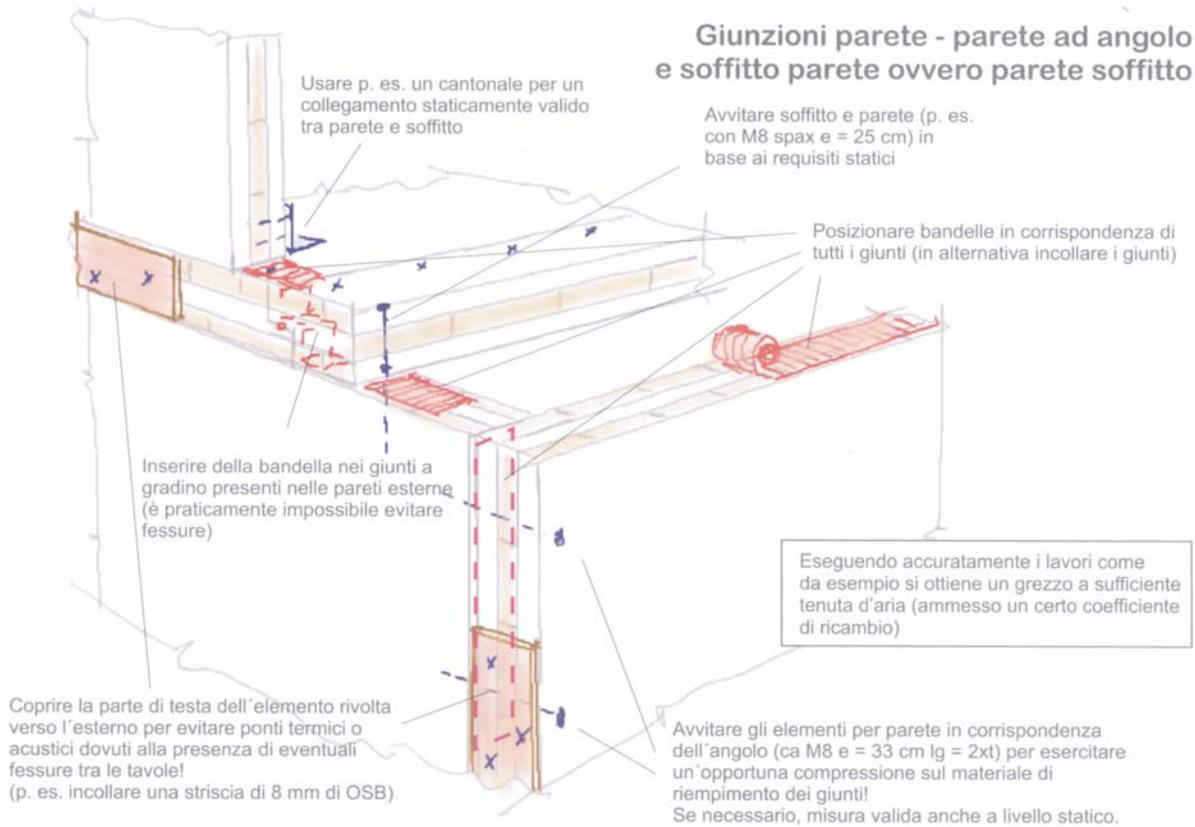
Su questo stesso lato la temperatura nella parte centrale del pannello non deve mai superare di 140° Celsius la temperatura che aveva all'inizio del test. In nessun punto la temperatura dovrà innalzarsi di oltre 180° Celsius al di sopra della temperatura iniziale.

Alla fine del test gli elementi devono essere ancora dello spessore di almeno 1 cm su tutta la superficie e resistere ai colpi in maniera da riuscire a preservare la funzione divisoria.

Esempi costruttivi

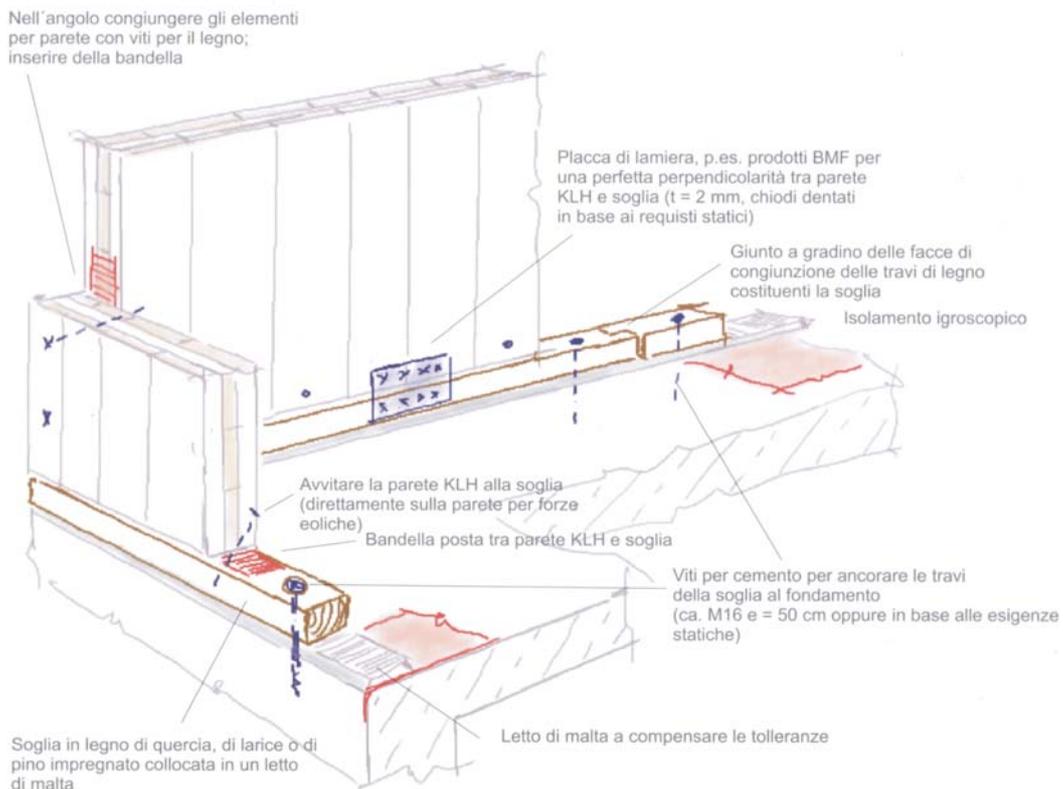


Giunzioni parete - parete ad angolo e soffitto parete ovvero parete soffitto



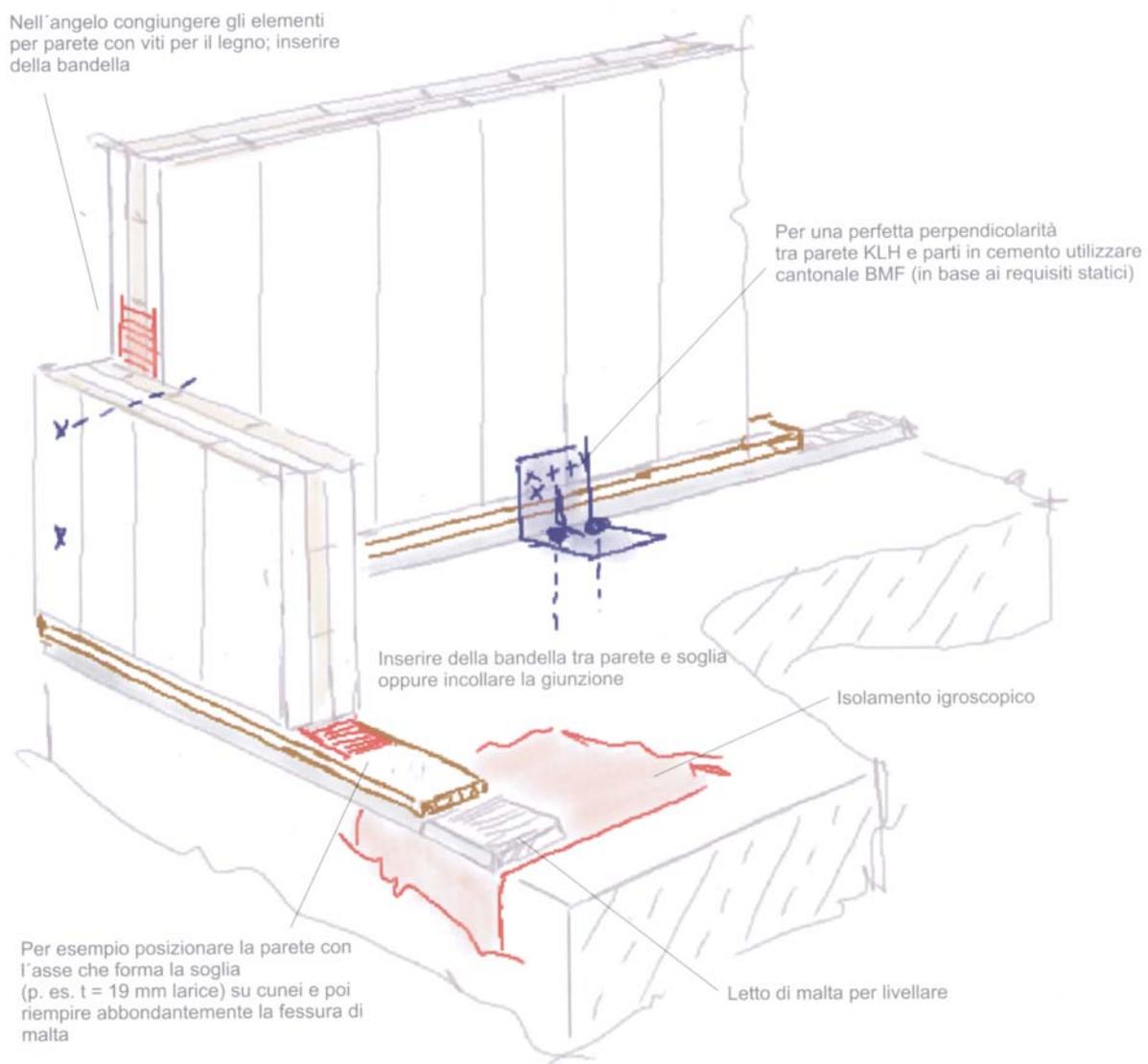
Giunti tra parete e soffitto in cemento/fondamento

Versione con soglia spessa



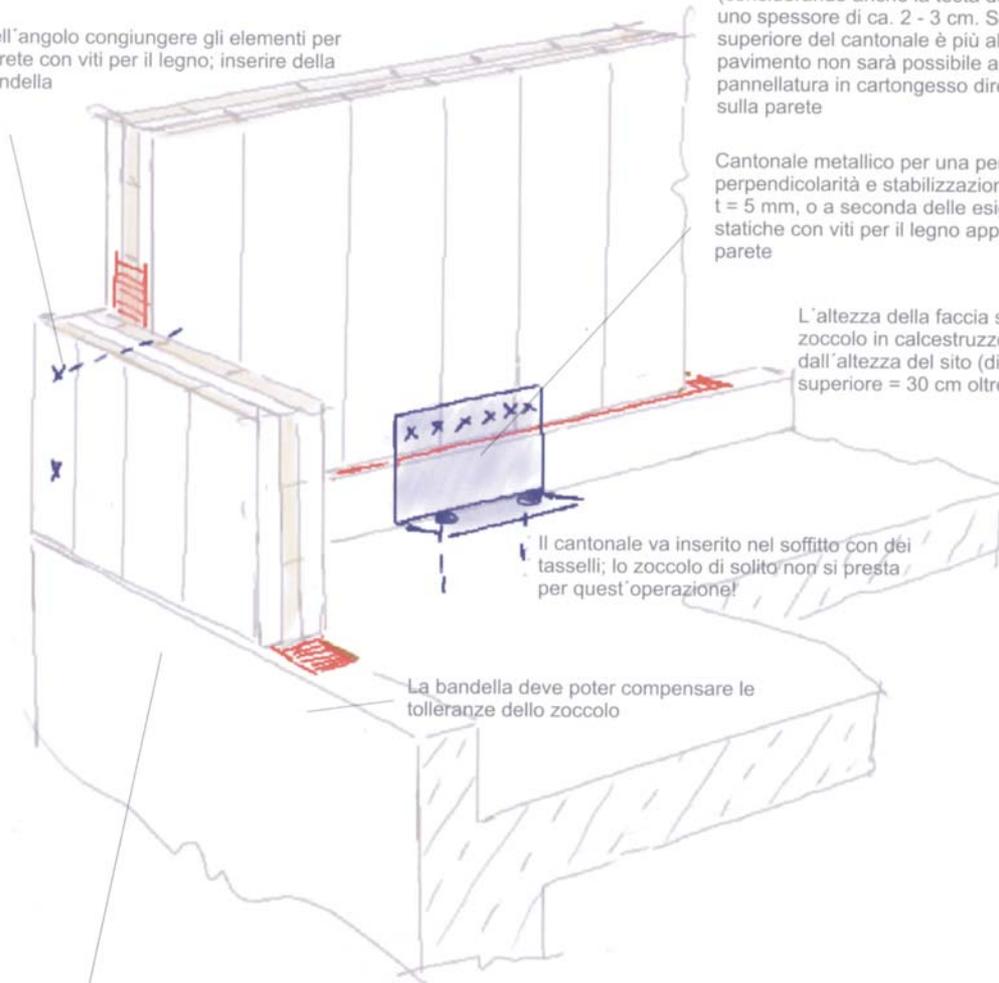
Giuntri tra parete e soffitto in cemento/fondamento

Versione con soglia sottile



Giunti tra parete e zoccolo in calcestruzzo

Nell'angolo congiungere gli elementi per parete con viti per il legno; inserire della bandella



Attenzione! Questa soluzione presenta (considerando anche la testa delle viti) uno spessore di ca. 2 - 3 cm. Se il margine superiore del cantonale è più alto del pavimento non sarà possibile applicare la pannellatura in cartongesso direttamente sulla parete

Cantonale metallico per una perfetta perpendicolarità e stabilizzazione, p. es. $t = 5$ mm, o a seconda delle esigenze statiche con viti per il legno applicate nella parete

L'altezza della faccia superiore dello zoccolo in calcestruzzo dipende dall'altezza del sito (di norma: faccia superiore = 30 cm oltre l'altezza del sito)

Il cantonale va inserito nel soffitto con dei tasselli; lo zoccolo di solito non si presta per quest'operazione!

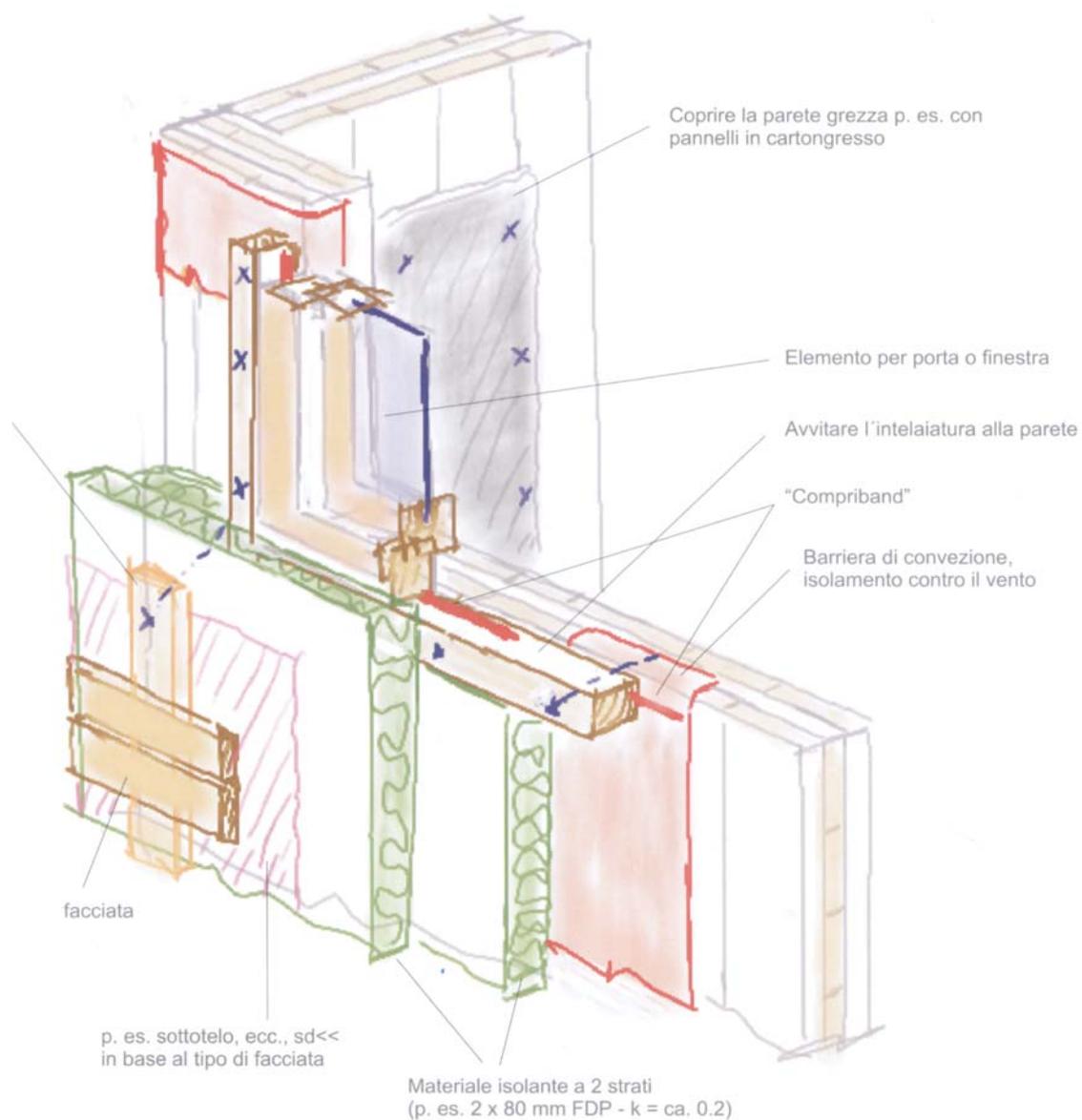
La bandella deve poter compensare le tolleranze dello zoccolo

Posizionare la parete in KLH sullo zoccolo in calcestruzzo



Giunti tra porte/finestre e pareti in KLH

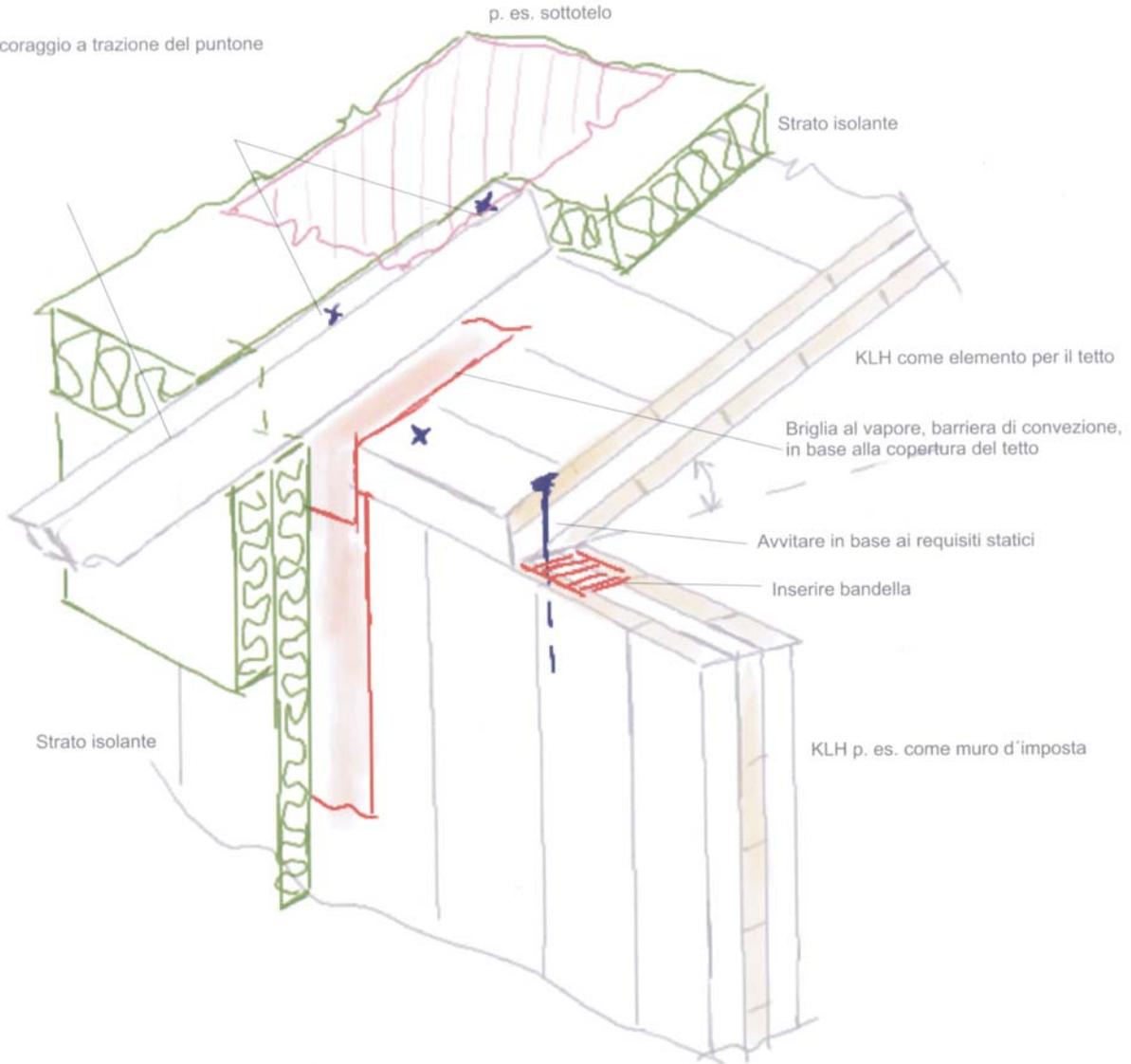
p. es. finestra inserita nello strato isolante



Giunti tra spiovente del tetto e parete

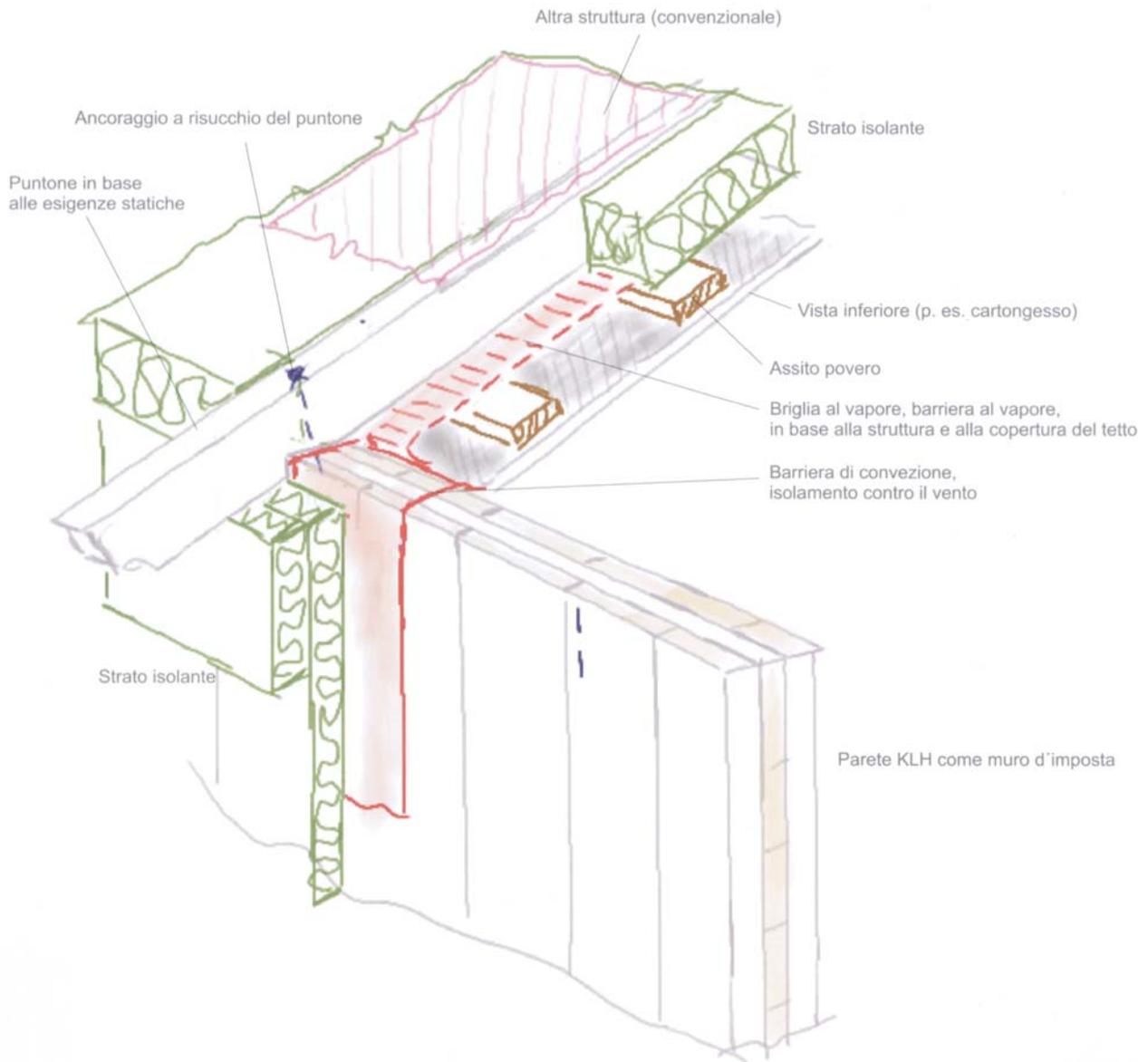
Testa del puntone per costruzione della pensilina

Ancoraggio a trazione del puntone



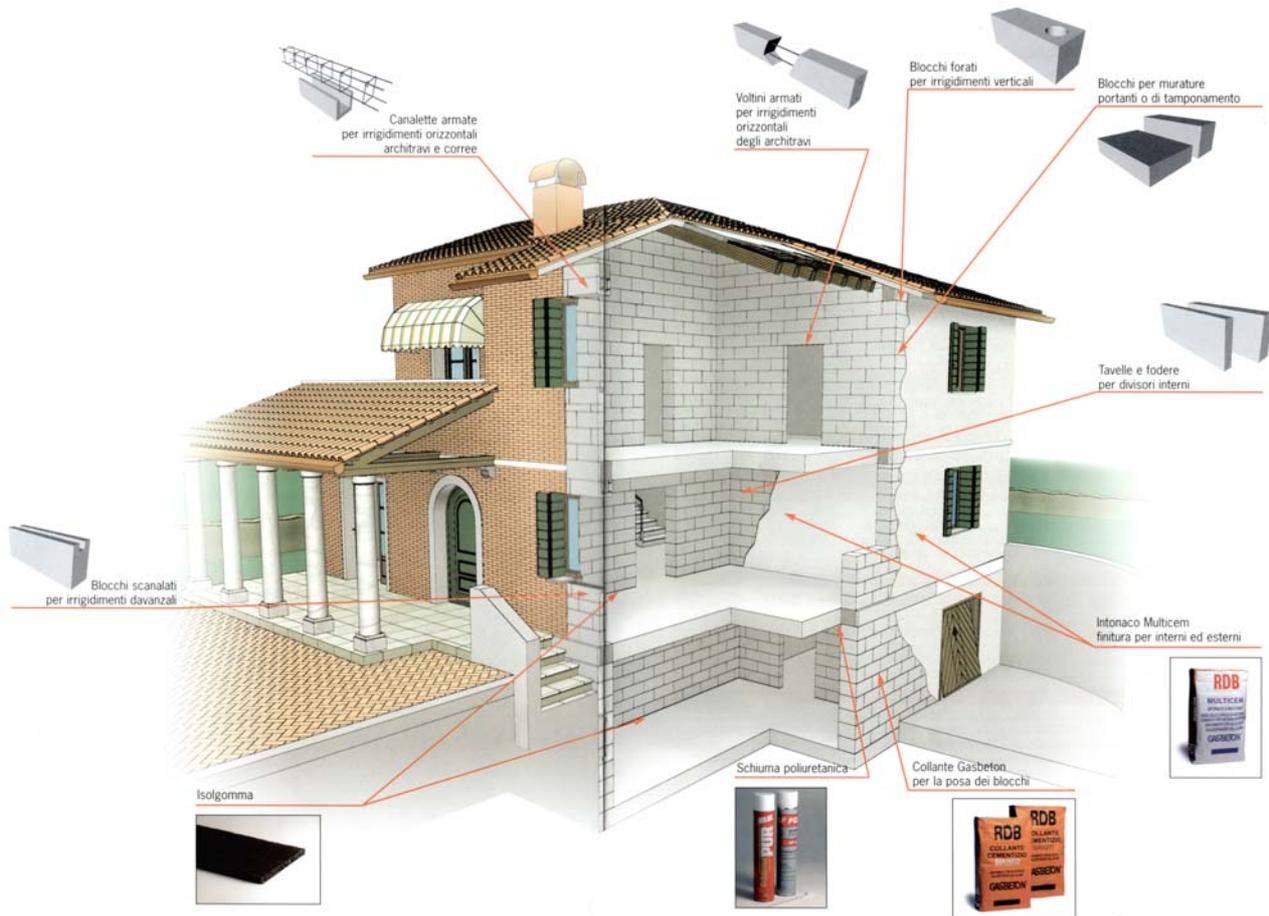
Giunti tra spiovente del tetto e parete

Capriata convenzionale



4.8.2 Materiali ecocompatibili più significativi

A) Calcestruzzo cellulare



Per l'isolamento termico, applicato alle superfici interne dei pannelli strutturali in legno, e per la realizzazione dei tramezzi è stato previsto l'uso del calcestruzzo cellulare.

Gasbeton è il calcestruzzo cellulare espanso, maturato in autoclave, ottenuto da una miscela di sabbia, cemento e calce: le eccellenti prestazioni di isolamento termico in opera e il ridotto impatto ambientale che deriva dalla produzione del materiale lo rendono la risposta ottimale per l'attuazione delle politiche comunitarie in tema di energia e ambiente. Gasbeton viene prodotto in blocchi e tavole di grande forma e di vario spessore, grazie alla leggerezza del materiale che consente elementi di dimensioni notevoli con pesi contenuti e di agevole manovrabilità nelle fasi di posa.

La struttura tipica del Gasbeton, costituito da una miriade di celle d'aria chiuse, conferisce al prodotto prestazioni termiche di livello superiore, con una conduttività termica certificata pari a:

$$\lambda = 0.096 \text{ WmK per Gasbeton a densità } 400 \text{ kg/m}^3$$

Proprio per questa caratteristica Gasbeton può essere utilizzato non solo come prodotto da costruzione ma anche come vero e proprio isolante termico.



Attrezzi per la posa in opera



descrizione

cazzuola dentata 5 - 40 cm
martello di gomma
pialla
frattazzo
foglio per frattazzo
sega widia
sega a nastro 220 V
nastro per sega
scanalatore manuale
scanalatore elettrico dotato di 1 fresa
fresa scanalatore elettrico

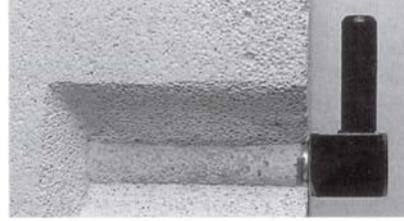
Per una messa in opera più agevole degli elementi del sistema di costruzione è a disposizione un'intera gamma di strumenti che garantiscono la massima precisione per tutti i lavori di sagomatura, posa e rifinitura.





Perforazione

Con l'impiego di un trapano di punte adeguate, fori o cavità per incassare prese e pannelli elettrici risultano di facile e rapida realizzazione.



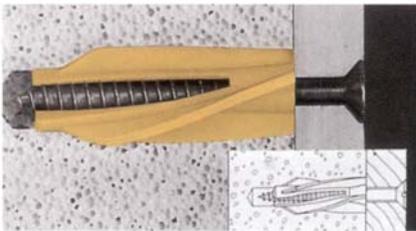
Sagomatura

E' possibile qualsiasi tipo di taglio, diritto, ad angolo, arrotondato, basta utilizzare strumenti adeguati (sega elettrica, sega alternativa)



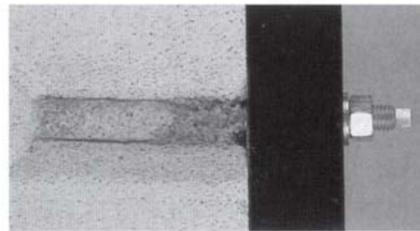
Scanalature

Per incassare le linee elettriche, la realizzazione delle scanalature viene effettuata con un semplice raschietto per brevi lunghezze, con scanalatrice elettrica per lunghezze maggiori.



Fissaggio

Il fissaggio di oggetti leggeri può essere eseguito come per le murature costituite da materiali tradizionali. Per il fissaggio di oggetti più pesanti, così come per il fissaggio dei controtelai in legno è possibile utilizzare appositi chiodi in acciaio zincato o chiodi elicoidali



Carichi più impegnativi possono essere fissati con tasselli in poliammide con ancoraggio ad espansione con ancoraggio di forma, con tasselli chimici con ancoraggio per adesione, o con tasselli chimici con sigillatura per iniezione di resina poliestere nella perforazione.

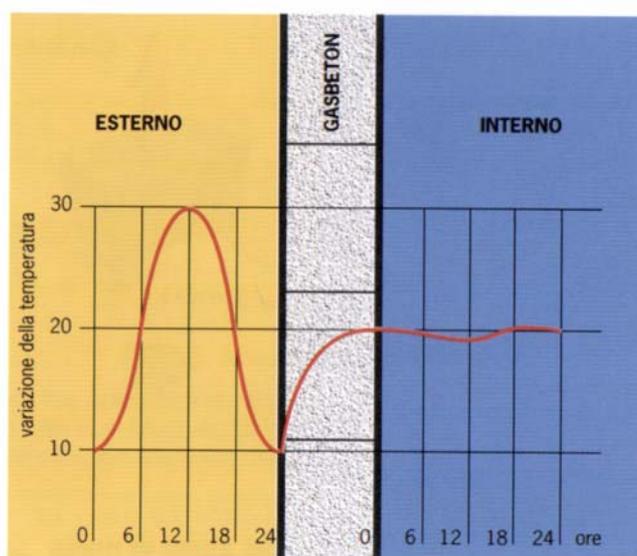
(Particolari tratti da brochure YTONG)



Inerzia termica

Il comfort termico è garantito per tutto l'anno grazie ad un'altra caratteristica del Gasbeton: l'inerzia termica. Una delle principali cause di malessere ambientale è dovuta alle frequenti variazioni di temperatura, alle quali il corpo umano deve continuamente adattarsi. All'interno delle abitazioni queste variazioni sono attenuate grazie all'inerzia termica della muratura in Gasbeton che consente lo smorzamento delle punte massime e minime di temperatura unito ad un notevole ritardo della loro percezione.

In estate il calore accumulato nelle ore più calde viene restituito, fortemente attenuato, alla fine della giornata quando è sufficiente una semplice ventilazione per rinfrescare gli ambienti; analogamente in inverno le temperature minime della notte sono contrastate dal calore ceduto dalla muratura.



L'inerzia termica di una parete è pertanto l'effetto combinato di due caratteristiche: capacità termica e conduttività termica.

La muratura in Gasbeton avendo una buona capacità di accumulo del calore ed un ottimo isolamento, rappresenta la migliore combinazione in grado di generare una permanente sensazione di benessere termico.

Resistenza al fuoco

Il Gasbeton è un materiale minerale incombustibile (classe di reazione al fuoco 0), non rilascia fumi tossici e offre una resistenza al fuoco REI eccezionale.

Una parete si definisce resistente al fuoco REI per un certo numero di minuti, quando risponde positivamente ad una specifica prova di laboratorio che consiste nell'esporre a fiamma libera una faccia della parete fino al raggiungimento della temperatura superficiale di 1100°C e verificando per l'intero periodo che la temperatura superficiale della faccia opposta non superi i 150°C in condizioni di tenuta statica ed in assenza di passaggio di fumo e fiamma.

Una parete di blocchi Gasbeton non intonacata è REI 120 per lo spessore 7.5 cm e REI 180 per lo spessore 10 cm.

L'impatto di un prodotto da costruzione sull'ambiente si misura a partire dal livello di sfruttamento delle materie prime: il Gasbeton non solo utilizza risorse che sono praticamente inesauribili in natura, ma ne utilizza un quantitativo minimo in rapporto al prodotto finito.

Per la produzione di Gasbeton si impiegano sabbia silicea (60%), calce (14 %), cemento Portland (23%), acqua ed una piccola quantità d'alluminio che ha la funzione di attivare il processo di lievitazione. I pori si formano in seguito alla reazione della calce viva e dell'acqua con l'alluminio che si trasforma in alluminato di calcio idrato. Questo composto non è tossico, infatti analoghi composti, con idrossidi di alluminio, vengono impiegati per scopi medici.

Anche se le materie prime sono le stesse il Gasbeton è un materiale completamente differente dal calcestruzzo.

Il prodotto finale è composto per circa il 30% in volume da materiali solidi, mentre per il restante 70% è costituito da "macroporosità", visibili ad occhio nudo, e "microporosità", visibili al microscopio: l'insieme di queste celle chiuse d'aria conferiscono al Gasbeton proprietà termiche eccezionali essendo l'aria il miglior isolante termico esistente in natura.

In sintesi:

- da 1 m³ di materie prime si ricavano più di 3 m³ di blocchi da muro Gasbeton
- da 1 ton di materie prime si ricavano 7,14 m² di muratura Gasbeton spessore 30 cm, contro i 4,16 m² di laterizio porizzato (massa vol. 800 kg/m³) e 1,85 m² di mattoni pieni.

Inoltre il Gasbeton:

- non contiene fibre pericolose, difficilmente solubili;
- non contiene sostanze tossiche che possono essere liberate in caso di incendio;
- non reagisce con prodotti chimici, detergenti e detersivi, impiegati per uso domestico;
- non risulta essere radioattivo.

Anche il processo di produzione del Gasbeton si distingue per sostenibilità e per un impegno verso la minimizzazione dell'impatto ambientale.

Il fabbisogno d'energia per la produzione del materiale è molto modesto grazie alle temperature non elevate (solo 200°C) sufficienti a garantire elevata stabilità e durabilità al prodotto e grazie all'insieme di interventi attuati negli impianti di produzione.

Lungo tutto il processo produttivo sono operati numerosi investimenti che consentono il recupero completo:

- delle acque di lavaggio delle casseforme
- degli sfridi di taglio sottoforma dei fanghi utilizzati per la produzione di nuovo Gasbeton
- degli scarti di produzione riciclati totalmente nel mulino di macinazione degli inerti
- del vapore utilizzato per il processo di maturazione in autoclave.

Tali interventi rendono il ciclo di lavorazione altamente sostenibile e a basso impatto ambientale.



B) Fibra di cellulosa

Per l'isolamento termico e acustico in copertura, interposto tra il pannello KLH e l'OSB e le guaine traspiranti, è stato previsto uno strato di 8,00 cm di fibra di cellulosa.

La fibra di cellulosa (carta) è una preziosa materia prima, e si adatta particolarmente bene come isolante termico per via della struttura dei suoi pori in grado di rinchiudere grandi quantità d'aria, riducendo le perdite di calore. Originalmente il legno ha una struttura a fibre parallele, la quale viene modificata durante la trasformazione in carta, le fibre si orientano in tutti i sensi realizzando così una porosità maggiore e di conseguenza un buon potere isolante.

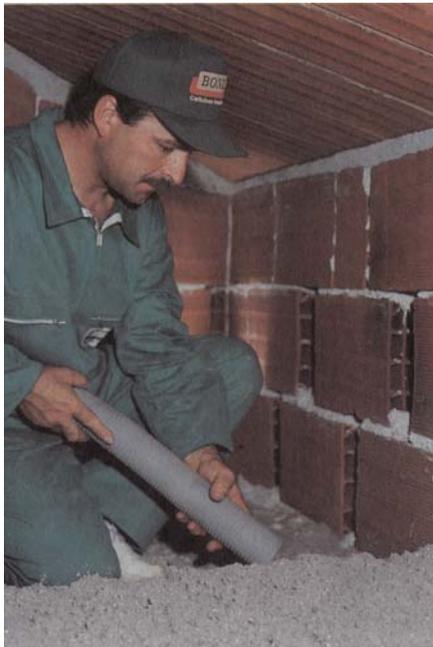
La fibra di cellulosa è traspirante ed igroscopica, in grado di assorbire umidità dall'ambiente e cederla poi successivamente; ha un buon comportamento fonoisolante e fonoassorbente; non contiene sostanze tossiche e non provoca reazioni a contatto con la pelle.

E' un materiale molto indicato dal punto di vista ecologico, poiché la materia prima è carta di giornale riciclata e il dispendio di energia per produrla è ridotto.

Informazioni tecnico-descrittive

I giornali vengono selezionati, sminuzzati e miscelati con un 15% di sali di boro, trattamento antiparassitario ed ignifugante; in seguito alla miscelazione si ottengono fiocchi, all'interno dei quali vengono intrappolate microscopiche celle d'aria, responsabili della resistenza al passaggio del calore. Questi possono essere elaborati sotto forma di granuli (diametro 4 mm) mediante formatura a pressione senza aggiunta di leganti. Vengono anche prodotti pannelli aggiungendo alla fibra di cellulosa un 5-10% di fibra sintetica di poliestere che funge da sostegno e rende il pannello elastico, compatto e facilmente lavorabile.

Per ottenere un efficace fonoassorbimento sono sufficienti uno o due centimetri.



La fibra di cellulosa in fiocchi viene applicata da personale specializzato mediante sistema ad insuffiaggio direttamente in cantiere, senza aggiunta di additivi e creando un Isolamento continuo, senza giunti e senza sfridi. Trova applicazione in intercapedini di

pareti in muratura e con struttura in legno di spessore non inferiore ai 10 cm o con isolamento insufficiente o deteriorato, in intercapedini di solai e coperture con struttura in legno, pareti divisorie interne, controsoffitti, sottotetti non praticabili.

La fibra di cellulosa in granuli viene utilizzata per l'isolamento termo-acustico di solai. Il getto a secco permette di compensare eventuali dislivelli ed inglobare canalizzazioni; la fibra di cellulosa in pannelli trova applicazione in intercapedini di strutture lignee, cappotti interni, cappotti esterni ventilati, coperture ventilate, pareti divisorie interne, controsoffitti, sottopavimenti e solai.

(Immagini e caratteristiche tecniche tratte da brochure delle ditte fornitrici BONDED e NATURCASA)

Osservazioni ambientali e precauzioni

La fibra di cellulosa è considerata un prodotto biocompatibile essendo atossico ed è ritenuto ecologico, in quanto proviene da materie naturali.

La fibra di cellulosa in fiocchi e in granuli è riutilizzabile e riciclabile; il riciclaggio dei pannelli è problematico poiché deve tenere in considerazione la presenza poliestere. Il trattamento con sali di boro non rende la fibra di cellulosa adatta per il compostaggio poiché si verificherebbero lisciviazioni nel terreno.

La cellulosa non dà reazioni al contatto con la pelle, nessuna concentrazione di sostanze nocive, capacità di assorbimento, regolazione di umidità, inodore, elettrostaticamente e elettricamente non reagente, privo di polveri fibrose tossiche.

Caratteristiche tecniche

	fiocchi	granuli	pannelli
Massa volumica [kg/m ³]	25-60	300-500	50-70
Conducibilità termica [W/mK]	0,037-0,040	0,069	0,040
Calore specifico [kJ/kgK]	1,9 – 2	1,9 – 2	1,9 - 2
Fattore di resist. alla diff. del vapore	1-2	1-2	1-2
Reazione al fuoco	Classe B2	Classe B2	Classe B2
Sviluppo fumi in caso di incendio	Non emette fumi opachi e gas tossici		
Tossicità	Non contiene sostanze tossiche		

- (1) non è cancerogena, non contiene amianto e formaldeide (prova secondo DIN 52368), non contiene metalli pesanti (prova secondo DIN 38414)
- (2) i coefficienti di assorbimento del suono relativi alla fibra di cellulosa in fiocchi applicata a spruzzo sono riportate nella Tabella 1
- (3) l'unità di misura dipende dalle modalità e dalle procedure di prova effettuata
- (4) il materiale è igroscopico: la percentuale di umidità assorbita nei periodi di alta concentrazione viene poi rilasciata senza che il materiale rimanga danneggiato

Tabella 1 - coefficiente di assorbimento dei suono relativi alla fibra di cellulosa in fiocchi applicata a spruzzo.

Spessore [mm]	Frequenze [Hz]					
	125	250	500	1000	2000	4000
12,7	0,06	0,19	0,57	0,86	0,95	0,97
25,4	0,20	0,45	0,83	0,99	0,99	0,98
38,1	0,38	0,57	0,94	1,00	0,97	0,95



Durabilità

Resistenza agli agenti biologici: il materiale è inattaccabile da muffe, insetti e roditori.

Stabilità all'invecchiamento: illimitata.

Studi del Dipartimento di Ingegneria Chimica dell'Università delle Tecnologie del Tennessee (Stati Uniti) hanno evidenziato che con il passare degli anni non si verifica separazione e sublimazione dell'acido borico e, anzi, la resistenza al fuoco ha un miglioramento progressivo nel tempo (prove eseguite su edifici con materiale applicato da molti anni).

C) Lana di legno

Per l'isolamento termico e acustico, applicata alle superfici esterne dell'intero edificio compresa la copertura, è stato previsto l'utilizzo della lana di legno con spessori variabili da 1,00 a 5,00 cm, avrà inoltre funzione di supporto per gli intonaci e manto di copertura.

Le fibre di legno, macinate e sfibrate mediante opportuni trattamenti meccanici, vengono impregnate con magnesite (ossido di magnesio) estratta da cave, o cemento Portland per realizzarne la mineralizzazione che apporta alle fibre una notevole coesione e compattezza strutturale.

I pannelli hanno una elevata capacità termica; sono traspiranti ed igroscopici, hanno un ottimo comportamento fonoisolante; garantiscono elevata protezione al fuoco. Non contengono sostanze nocive per la salute, non sviluppano gas tossici in caso di incendio.

I pannelli di fibra di legno mineralizzata vengono utilizzati per l'isolamento termo-acustico e la protezione al fuoco di pareti perimetrali e divisorie, controsoffitti, coperture, sottopavimenti e solai. In particolare trovano applicazione nella correzione di ponti termici, nel risanamento di muri umidi, nell'isolamento di ambienti controterra, in cassature a perdere, in rivestimenti antirumore ed antincendio.

I pannelli sono robusti, facilmente trasportabili e maneggiabili; possono essere lavorati con attrezzi ed utensili usati per la lavorazione del legno.

Per aumentare la loro capacità termoisolante, alcuni prodotti vengono accoppiati ad uno strato di polistirene o lana minerale (pannelli multistrato) i quali pongono problemi ambientali sia per la loro produzione, per l'uso e per lo smaltimento.

Informazioni tecnico – descrittive

Mescolando le fibre lunghe di legno di abete (le sue fibre sono le più resistenti, le più duttili e permettono di ottenere un pannello leggero e robusto) e di leganti minerali principalmente cemento Portland (grigio o bianco), si producono dei pannelli termoisolanti.

Le fibre vengono sottoposte ad un trattamento mineralizzante che, pur mantenendo inalterate le proprietà meccaniche del legno, ne annullano i processi di deterioramento biologico, rende le fibre perfettamente inerti e annulla la resistenza al fuoco.

Le fibre vengono rivestite con cemento, legate assieme sotto pressione a formare una struttura stabile, resistente compatta e duratura.

Gli interstizi fra le fibre sono responsabili dell'assorbimento acustico e dell'ottimo ancoraggio a tutte le malte.

Il legno impiegato riguarda la parte terminale del tronco, quindi non utilizzabile per gli impieghi normali di falegnameria. Vengono inoltre utilizzati diradi di bosco, tronchi abbattuti dal vento, scarti di segheria. Il legname viene tagliato, macinato e sfibrato mediante opportuni trattamenti meccanici; le fibre ottenute, lunghe e resistenti, in misura del 65%, vengono miscelate con leganti minerali, principalmente cemento Portland (35%) e con acqua.

L'impasto viene posto in stampi per 24-48 ore per formare i singoli pannelli, che, sformati



ed essiccati in appositi forni, sono pronti dopo 30 giorni di maturazione.

I pannelli inoltre hanno un comportamento neutro nei riguardi degli elementi della costruzione con i quali sono a contatto. In particolare con il CIs., nell'impiego come cassero a perdere, viene migliorata la resistenza a compressione ed il modulo elastico. Se intonacati non danno luogo a macchie ed efflorescenze, non hanno azione corrosiva nè su tubazioni nè su altre parti metalliche, così pure sui materiali plastici.

Sono insensibili all'acqua e al gelo, il cemento privo di magnesite conferisce al pannello resistenza all'acqua e l'adesione intima alla fibra ne impedisce il distacco in caso di gelo.

Non hanno quindi nè rigonfiamenti nè sgretolamenti in presenza di umidità in eccesso e la cedono quando si stabiliscono in condizioni normali, senza subire deformazioni.

I pannelli in fibre di legno mineralizzate con cemento Portland trovano impiego in:

- Rivestimento (correzione ponti termici) per cordoli, per l'architrave, per pilastri, in fase successiva per nicchie radiatori e davanzale, pavimento e isolamento di solai su cantinati, porticati, evita infatti fenomeni di condensa, mantiene caldo il pavimento sovrastante e fresco l'ambiente cantina
- Come cassero a perdere nel getto in opera del solaio o dei solai prefabbricati tipo predalles. In questo impiego I pannelli possono essere lasciati a vista è il soffitto sarà pronto dopo il disarmo. I pannelli non intonacati esercitano completamente la loro funzione di isolanti acustici per rumori prodotti nel locale, mantengono la loro funzione di protezione al fuoco, permettono di risparmiare il costo dell'intonaco offrendo nello stesso tempo un gradevole effetto estetico.
- Isolamento delle pareti nei locali cantinati riscaldati. Risulta vantaggioso l'isolamento con pannelli impiegati come cassero a perdere applicati sulla superficie interna ed esterna. I pannelli esterni vanno trattati con malte idrofugate e rivestiti con membrane impermeabilizzanti. Il fissaggio alle pareti può essere effettuato con tasselli ad espansione.
- Per isolare i pavimenti contro terra, i pannelli si annegano nel getto del pavimento oppure nelle costruzioni esistenti, vengono disposti a giunti sfalsati e trattati direttamente con la malta di allettamento della pavimentazione.
- Isolamento delle falde del tetto, per le coperture di legno, i pannelli vengono disposti sopra le travi formando un tavolato che sostituisce il tavolato in legno o le tavelle. Questa soluzione presenta molti vantaggi: non è più costosa, è molto più isolante, costituisce una barriera al fuoco, è traspirante contribuendo a smaltire l'umidità. I pannelli vengono lasciati a vista intonacati o rivestiti con cartongesso, se la finitura è a perline i pannelli vengono disposti sul piano perlinato ottenendo uno strato isolante continuo senza ponti termici. La resistenza dei pannelli permette di applicare gli arcarecci del manto di copertura direttamente sugli stessi. Negli edifici esistenti i pannelli vengono disposti al disotto delle travi; nello spazio tra le travi può essere inserito un isolante aggiuntivo. Per le coperture in laterocemento i pannelli vengono applicati all'estradosso del solaio di copertura durante il getto di completamento e successivamente, fissati con malte, con bitume, con tasselli. Si dispone dunque una membrana impermeabile all'acqua ma permeabile al vapore e sopra il manto di copertura.
- Nei tetti ventilati sopra i pannelli si dispongono o le orditure di sostegno del manto o gli elementi sottotegola come lastre ondulate, elementi in polistirene, ecc.
- Isolamento acustico tra i piani, isolamento delle tramezze, il contatto rigido tra pareti divisorie e solaio crea un ponte acustico con trasmissione dei rumori ai piani inferiori e gli ambienti adiacenti. Queste trasmissioni vengono interrotte erigendo le tramezze su



strisce di pannelli delle spessore di 20 mm in grado di sostenere il peso della tramezza senza dar luogo ai cedimenti data la robustezza e la resistenza alla compressione dei medesimi. Costruendo le tramezze sopra uno strato continuo di pannelli si isola nello stesso tempo dai rumori aerei e da quelli da calpestio.

- Risanamento dei muri umidi, i pannelli sono il materiale più idoneo per la loro traspiranza ed immarciscibilità per la soluzione di questo problema. L'intervento è in relazione all'entità del fenomeno. Umidità lieve: rivestimento della parete con pannelli fissati con tasselli. Muri molto umidi: fissare i pannelli ad una listellatura in legno trattato o meglio a profili metallici zincati. Si consiglia di praticare fori di ventilazione dell'intercapedine. L'intonaco applicato sui pannelli deve essere molto traspirante.

Osservazioni ambientali e precauzioni

Non si ha nessun inquinamento né in fase di produzione, né nell'impiego, né nell'eventuale riciclaggio e smaltimento dei residui che possono essere reimpiegati o riciclati. Il prodotto non contiene metalli nocivi, non sviluppa gas tossici, non è radioattivo, non è combustibile (in caso di incendio non dà luogo a gocciolamento, non sviluppa fumi o gas tossici, non propaga la fiamma, è classificato di Classe 1) il rivestimento del pannello con intonaco o con lastre di cartongesso aumenta la resistenza al fuoco.

I pannelli possono essere riutilizzati come inerte per calcestruzzo attraverso la loro frantumazione. L'irreversibilità della mineralizzazione e l'incombustibilità del materiale rendono impossibile il suo utilizzo per il recupero di energia da combustione e difficile la sua riciclabilità.

Il consumo di energia nella produzione si aggira intorno ai 30 - 50 kWh/m³.

CELENIT N

Pannello costituito da lana di legno di abete, mineralizzata legata con cemento Portland ad alta resistenza.



Caratteristiche tecniche

Massa volumica	kg/m ³	360-600
Conducibilità termica	W/mK	0,060
Calore specifico	kJ/kgK	2,1
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore	---	5-7
Resistenza a compressione	kg/m ²	2 10 ⁴ – 9 10 ⁴
Reazione al fuoco	---	Classe 1
Sviluppo fumi tossici in caso di incendio	---	assente
Tossicità	---	assente
Isolamento rumore aereo	dB	37 – 55
Attenuazione rumore da calpestio	dB	22 (s=25 mm)
Assorbimento acustico	---	fino a 0,87 (tra 125 e 4000 Hz)
Assorbimento d'acqua per diffusione	l/m ²	2-3,5

D) Sughero compresso

CELENIT LSC

Per l'isolamento termico e acustico dei solai in legno di piano e in copertura è stato previsto l'utilizzo del sughero compresso.

Pannello isolante composto da granulato di sughero naturale compresso, è un prodotto naturale, inodore, inattaccabile dagli insetti e dai roditori, imputrescibile che mantiene inalterate nel tempo le sue caratteristiche.



CARATTERISTICHE TECNICHE

Classe di reazione al fuoco	Classe 2
Resistenza alla diffusione del vapore	$\mu = 9$
Conducibilità termica	$\lambda = 0,044$ W/mK
Densità	$\rho = 170$ kg/m ³
Calore specifico	1,5 kJ/kg/K
Resistenza alla compressione a schiacciamento del 10%	0,25 N/mm ²



E) Lana di roccia

Per l'isolamento termico delle superfici esterne delle pareti e in copertura è stato previsto l'utilizzo di lana di roccia di spessore 4,00 e 8,00 cm.

La lana di roccia venne scoperta sulle isole Hawaii agli inizi del secolo; deve la sua origine al processo di risolidificazione, sotto forma di fibre, della lava fusa, lanciata nell'aria durante le attività eruttive. E' quindi un prodotto completamente naturale che combina la forza della roccia con le caratteristiche di isolamento termico tipiche della lana.

La lana minerale o lana di roccia è ottenuta dalla fusione e dalla filatura di rocce naturali: il Diabase e la Dolomite. La materia prima deve possedere caratteristiche fisico-chimiche ben determinante per poter essere impiegata allo scopo. Gli elementi principali per la sua scelta sono: la temperatura di fusione, l'omogeneità di composizione chimica e la composizione chimica percentuale della stessa, che deve essere contenuta entro limiti ben precisi.

Da queste caratteristiche dipende la possibilità di ottenere dal forno un bagno omogeneo, della trasparenza e viscosità voluta e che si lasci fibrare a caldo con una certa facilità

Oltre ad essere un materiale prettamente naturale ed avere una capacità di isolamento termico elevata, è anche, grazie alla sua struttura a celle aperte, un ottimo materiale fonoassorbente. Più precisamente è l'unico materiale che riesce a coniugare in sé quattro doti fondamentali: protezione al Fuoco, incombustibilità, isolamento termico, fonoassorbimento.

Presenta eccellente stabilità dimensionale, elevate proprietà idrorepellenti, è chimicamente inerte, conserva inalterate nel tempo le sue proprietà e non consente lo sviluppo di microrganismi e muffe.

La lana di roccia Celenit LR commercializzata da Celenit viene prodotta conformemente alla norma europea EN 13162.

La lana di roccia Celenit LR è stata sottoposta alle prove di persistenza biologica conformemente alla nota Q della direttiva 97/69/CE e risulta biosolubile e non cancerogena.

Protezione al fuoco

La lana di roccia è un materiale prettamente inorganico che fonde a temperature superiori ai 1000 °C. Non contribuisce pertanto né allo sviluppo ed alla propagazione dell'incendio, né all'emissione di gas tossici.

Resistenza termica

La presenza di un'infinità di celle nella struttura della lana di roccia, consente al prodotto di essere di ostacolo al passaggio del caldo e del freddo, e quindi di sviluppare una forte azione isolante

Assorbimento acustico

La struttura a celle aperte della lana di roccia favorisce l'assorbimento delle onde acustiche e permette di attenuare l'intensità e la propagazione del rumore.

Stabilità all'umidità

La lana di roccia, per la sua particolare struttura, non assorbe né acqua né umidità, mantenendo pertanto inalterate le caratteristiche nel tempo.



Proprietà batteriologiche e tossicità

La lana di roccia è chimicamente neutra. Non contiene alcun prodotto aggressivo o corrosivo; non fornisce supporto alla crescita di microrganismi, quali funghi, muffe e batteri. La natura prettamente inorganica dei prodotti in lana di roccia, fornisce in caso di incendio, garanzie di sicurezza ai fini dell'emissione di fumi e gas tossici.

CELENIT LR/40

Pannello leggero in lana di roccia con resina termoindurente, impiegata per isolamento in intercapedine di pareti perimetrali e divisorie; isolamento di tetti; isolamento di sistemi costruttivi a secco; controsoffitti.



Classe di reazione al fuoco	Euroclasse A1
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo	$\mu = 1$
Conducibilità termica	$\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$
Densità	$\rho = 40 \text{ kg/m}^3$
Calore specifico	$c = 0,84 \text{ kJ/kgK}$

CELENIT LR/R40

Rotolo resinato in lana di roccia, impiegato per isolamento in intercapedine di pareti perimetrali e divisorie; isolamento di tetti; isolamento a pavimento di sottotetti non abitabili;



isolamento di sistemi costruttivi a secco; isolamento di tubazioni o condotte di ventilazione; isolamento di canne fumarie.



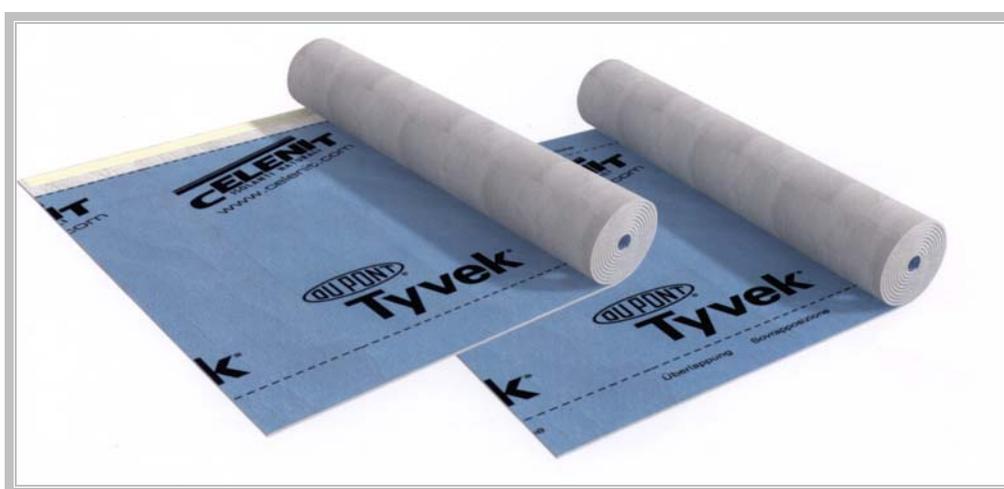
Classe di reazione al fuoco	Euroclasse A1
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo	$\mu = 1$
Conducibilità termica	$\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$
Densità	$\rho = 40 \text{ kg/m}^3$
Calore specifico	$c = 0,84 \text{ kJ/kgK}$

F) Guaine traspiranti

Per l'impermeabilizzazione delle superfici esterne e per garantire una corretta traspirazione delle superfici lignee è stato previsto l'utilizzo di guaine traspiranti. L'utilizzo di dette guaine ha garantito la protezione degli elementi strutturali dagli agenti atmosferici ad opera non ancora ultimata.

CELENIT - GUAINA TYVEK UNIVERSAL PRIMO

Guaina traspirante, resistente ad una colonna d'acqua di un metro e mezzo, antiscivolo e antistrappo, composta da un materassino di fibre libere di polietilene (HDPE) compresse tra di loro. Il rivestimento superficiale è composto da un tessuto-non tessuto avente l'unico scopo di migliorarne la pedonabilità.



CARATTERISTICHE TECNICHE

Peso	125 gr/m ²
Larghezza rotolo	1,5 m
Lunghezza rotolo	50 m
Peso rotolo	10 kg c.a.
m ² per rotolo	75 m ²
Diffusione del vapore acqueo (EN ISO 12572)	sd c.a.0,02 m
Permeabilità al vapore acqueo (ASTM E 398)	c.a. 1400 gr/m ² /24h
Colonna dell'acqua (EN 20811)	>1.500 mm
Classe di reazione al fuoco (EN 13501-1)	E
Allungamento e rottura (EN 12311-1)	15% c.a.
Resistenza e rottura MD (EN 12311-1)	250 (N/5 cm)
Resistenza e rottura CD (EN 12311-1)	220 (N/5 cm)
Resistenza allo strappo da chiodo (EN 12310-1)	c.a. 140 N
Stabilità ai raggi UVA	4 mesi
Durata	garantita quanto la durata del tetto
Stabilità termica	da -40 C fino a +100 C



CELENIT - GUAINA TYVEK UNIVERSAL FORTE

Guaina traspirante, resistente ad una colonna d'acqua di un metro e mezzo, antiscivolo e antistrappo particolarmente resistente, composta da un materassino di fibre libere di polietilene (HDPE) compresse tra di loro. Il rivestimento superficiale è composto da fibre di polipropilene che rendono il Tyvek più corposo e elastico. Impiegabile su tetti in c.a., in legno, protezione nel consolidamento con gettata in calcestruzzo di solai lignei, previa sigillatura dei sormonti.



CARATTERISTICHE TECNICHE

Peso	150 gr/m ²
Larghezza rotolo	1,5 m
Lunghezza rotolo	50 m
Peso rotolo	12 kg c.a.
m ² per rotolo	75 m ²
Diffusione del vapore acqueo (EN ISO 12572)	sd c.a.0,02 m
Permeabilità al vapore acqueo (ASTM E 398)	c.a. 1600 gr/m ² /24h
Colonna dell'acqua (EN 20811)	>1.500 mm
Classe di reazione al fuoco (EN 13501-1)	E
Allungamento e rottura (EN 12311-1)	20% c.a.
Resistenza e rottura MD (EN 12311-1)	+465 (N/5 cm)
Resistenza e rottura CD (EN 12311-1)	+440 (N/5 cm)
Resistenza allo strappo da chiodo (EN 12310-1)	c.a. 320 N
Stabilità ai raggi UVA	4 mesi
Durata	garantita quanto la durata del tetto
Stabilità termica	da -40 C fino a +100 C



G) Parquet naturale posato su sabbia

I pavimenti di tutti i piani in elevazione sono stati previsti in parquet, posati su uno strato di sabbia di 6,00 cm di spessore a piano primo e sottotetto e 10,00 cm a piano terra. Lo strato di sabbia contribuisce con la sua massa ad aumentare il potere fonoassorbente del solaio e l'inerzia termica dell'intero edificio.

Sulla soletta in calcestruzzo del piano terra e sui solai in legno viene stesa la sabbia asciutta.

Sul sottopavimento in fibra dura di legno (OSB) è fissato il parquet in legno massello maschiato. In un secondo tempo è realizzata la levigatura del parquet e il trattamento con un'impregnazione in profondità con oli vegetali naturali e una finitura di protezione a tre riprese con un'emulsione di cere naturali.

I vantaggi di questo tipo di posa sono molteplici:

- compatibile in bioedilizia;
- l'utilizzo di materiali naturali è garanzia di salubrità, traspirazione, riciclabilità;
- trattamenti con oli, resine e cere al 100% naturali;
- tutti i materiali sono esenti da petrolchimici;
- assoluta garanzia di stabilità nel tempo;
- notevoli qualità termo-acustiche;
- riduzione dei tempi d'installazione (non si fanno sottofondi in cemento);
- morbidezza al camminamento;
- risolve ed annulla tutti gli inconvenienti del sottofondo cementizio (umidità, spessori ridotti, miscelazione sabbia/cemento non idonea ecc.);

