



# Cenni di cambiamento

## dal bosco al progetto

### Sommario

- 2  Cenni di cambiamento
  - 8  Sostenibilità e risorse rinnovabili
  - 14  Coltivare il bosco | abitare il bosco
  - 21  Scarti o prodotti secondari?
  - 24  La filiera del legno
  - 33  Cross Laminated Timber
  - 40  Tradizione e innovazione
  - 49  Architetture
- 
- 54 Autore

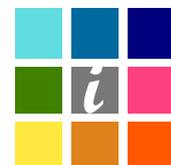
Ringraziamenti:

Si ringrazia lo Studio Rossi Prodi Associati per le immagini utilizzate nel capitolo "Cenni di cambiamento".

Si ringrazia Service Legno srl per la foto a pagine 41.

EDIZIONE APRILE 2012

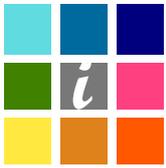




## Cenni di cambiamento: primato italiano, storia europea

Il progetto di Social Housing di via Cenni a Milano è il più importante complesso residenziale in Europa realizzato con strutture portanti in CLT (*Cross Laminated Timber*)





Milano, Italia. Anno 2012.

Sembra incredibile che in questo momento storico, difficile per il nostro paese e per l'Europa intera, in Italia sia possibile ottenere dei nuovi primati positivi.

Con la crisi dei settori produttivi, con la crisi dell'edilizia, con la crisi dei consumi, crisi anche abitativa e sociale a rischio di tracimare nell'allarme collettivo (laddove non abbia già dato luogo a momenti drammatici che toccano le tante individualità che qualcuno non vuole vedere come corpo unico della società), dimentichiamo che crisi rimanda nel suo significato etimologico essenzialmente alla scelta ed al cambiamento.

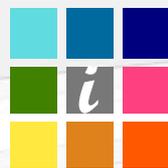
Ecco che in un momento come questo è possibile scegliere.

Ed è possibile cambiare.

"Cenni di cambiamento" è il nome dato all'intervento di Social Housing promosso da Polaris Investment Italia SGR Spa in collaborazione con Fondazione Housing Sociale (FHS), nell'ambito del Fondo Immobiliare di Lombardia promosso da Fondazione Cariplo e da Regione Lombardia che sta realizzando 124 appartamenti per rispondere ad un concreto bisogno abitativo, che non si riduce ad un totale di metri quadrati ma che affronta, per risolverle, esigenze più profonde, interrelate alle dinamiche sociali e ad un guadagno (finalmente!) senso dell'abitare consapevole.

In queste pagine alcuni rendering realizzati dallo studio Rossi Prodi Associati, vincitore del concorso internazionale per l'area di via Cenni. Sono stati 256 i partecipanti al concorso per le aree di via Cenni e Figino a Milano.





Basterebbe questo, a fronte di tanti esempi di cieca speculazione edilizia, a fare dell'intervento di via Cenni un caso esemplare positivo.

Ma c'è anche il progetto, una volta tanto risultato di un concorso internazionale che ha selezionato la proposta dello studio Rossi Prodi Associati. Quanti interventi scelgono questa procedura in Italia?

Però la ragione per cui si parla del progetto di via Cenni, la ragione che fa finire la notizia sui giornali è di carattere squisitamente tecnologico, altra novità per un paese, il nostro, che si interessa della tecnologia spicciola di consumo, dai cellulari agli Ipad, ma che ignora totalmente tranne gli addetti ai lavori) quale sia l'essenza di ciò che qualcuno ha chiamato "la terza pelle", l'involucro delle nostre case.

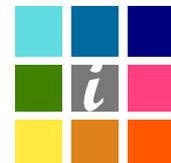
In via Cenni a Milano si sta realizzando il più grande progetto residenziale in Europa, per dimensioni, con un sistema di strutture portanti in legno. Quattro torri da nove piani!

Parliamone...

È un discorso che andrebbe condotto a più voci (per non essere un soliloquio sterile ed autoreferenziale).

Questo e-book vuole essere una delle voci del coro che si somma a quelle degli altri attori, a cominciare dal progettista architettonico (il Prof. Arch. Fabrizio Rossi Prodi) e quello strutturale (Prof. Ing. Andrea Bernasconi), passando dai costruttori (Caron Spa e Service Legno srl) e da tutti i tecnici e specialisti, fino alle maestranze che concretizzeranno l'opera.

Il complesso di via Cenni è costituito da 4 torri da nove piani cui si sommano altri due corpi di fabbrica a due piani. Tutta la struttura portante (ad esclusione del piano interrato) è realizzata con pannelli CLT (Cross Laminated timber), compresi i vani scala ed ascensori.



Questo e-book è il contributo di chi precede la realizzazione in cantiere facendo parte integrante del processo, perché produce e distribuisce quella tecnologia (ancora misconosciuta) che costituisce il primato e l'unicità dell'intervento di via Cenni.

Anche questa è una novità: dare voce alla produzione, per il giusto riconoscimento di chi le cose le fa materialmente, in tempi in cui si scambia troppo spesso l'economia con la finanza ed il lavoro è trattato come problema da gestire e non più come pilastro del vivere sociale.

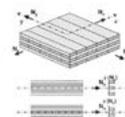
Se si vuole è anche una novità (uno dei tanti cenni di cambiamento di cui è disseminato questo racconto) il fatto che i produttori e distributori (Stora Enso e MAK Holz) abbiano voglia di raccontarsi, divulgare la propria esperienza, rendere leggibile ed intellegibile il proprio fare.

Dicevamo Milano, Italia. Ma questo progetto parla d'Europa. L'Europa accumulata dalla crisi ma anche l'Europa che riesce a darsi sponda ma non con la politica e le Banche Centrali, ma tra fabbriche, aziende, professionisti, investitori, quella parte sana che fa il sistema produttivo. Questo progetto verrà realizzato a Milano, da costruttori trevigiani, su progetto di un fiorentino calcolato da un ticinese, reso esecutivo da un altoatesino con materiali prodotti in Austria da una multinazionale Finlandese.

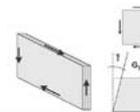
Nell'immagine in basso una visualizzazione dello schema strutturale realizzato dall'Ing. Andrea Bernasconi. Pareti e solai sono costituiti da pannelli in legno costituiti da tavole incrociate ed incollate. Al momento del progetto era ancora in vigore una norma che obbligava ad ottenere il nulla osta da parte del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici per gli edifici oltre i quattro piani entro e fuori terra. Tale norma è stata superata dal cosiddetto "Decreto Salva Italia" del 6 dicembre 2011.

Non è forse questa l'Europa?

**SOLETTE - ELEMENTI ORIZZONTALI** per gli elementi orizzontali sono stati imposti pannelli di grandi dimensioni, di regola con larghezza non superiore a 2,50 metri, in modo da assicurare la regolarità della struttura e una rigidità ottimale dell'insieme della struttura dell'edificio. Inoltre ciò consente un agevole trasporto e montaggio sistematico di elementi di grande larghezza. Le rigidità dell'elemento sono state definite nel rispetto della stratigrafia della sezione XLAM e prendendone in considerazione le caratteristiche ortotrope che ne derivano.

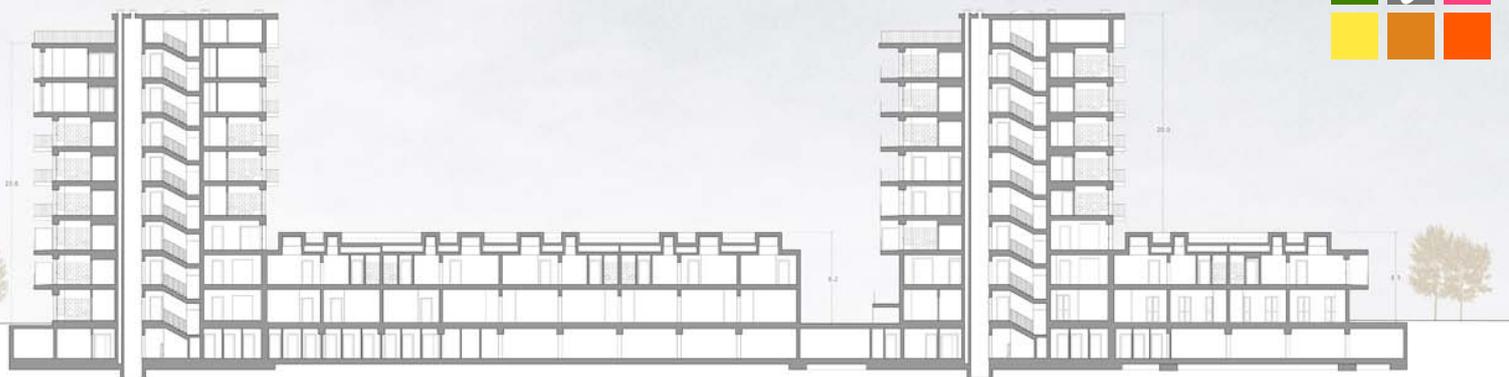


**PARETI-ELEMENTI VERTICALI:** le pareti verticali sono gli elementi essenziali di questa struttura. La loro modellazione è stata eseguita in modo da simulare il comportamento meccanico della discesa dei carichi verticali e della controventatura dell'edificio. Le caratteristiche di questi elementi sono quelle dei pannelli XLAM usati come lastra verticale, con particolare riferimento alla rigidità assiale nella direzione verticale e alla rigidità a taglio dell'elemento di lastra.



Tutte le pareti sono realizzate con gli strati esterni orientati nella direzione verticale. Per i collegamenti fra i singoli elementi di parete sono stati applicati i medesimi criteri descritti per le solette, tenendo conto anche in questo caso della deformabilità dei collegamenti nell'analisi strutturale.

**COLLEGAMENTI PARETE-SOLETTA-PARETE:** È stata ammessa una cerniera flessionale lungo l'asse del collegamento, in quanto l'effetto di incastro in questo caso è molto ridotto e i mezzi di collegamento scelti impongono questa scelta. La deformabilità nei collegamenti fra i singoli elementi XLAM è stata considerata con particolare attenzione nel calcolo - benché non visibile nello schema a lato - in quanto essenziale ai fini dell'analisi strutturale dell'edificio e del corretto dimensionamento.



Si scavalcano le frontiere e forse dovrebbero scavalcarsi anche i più invalicabili limiti tra i competitor nei diversi settori visto che un caso esemplare, ben riuscito, darà fiato e gambe a tutto il comparto, non solo quello specifico delle costruzioni in legno. Europa quindi, Europa che cambia perché cambiano le strutture sociali. Ma per chi cambia? Grazie a chi?

L'intervento di via Cenni si rivolge principalmente ad un'utenza giovane: nuovi nuclei familiari e single in uscita dal nucleo familiare d'origine. Le nuove forme abitative seguono (devono seguire!) l'evolversi delle aggregazioni familiari che non hanno più risposta nelle proverbiali "tre camere e cucina" ereditate dal nostro boom, quando i figli erano due o tre ma dividevano la stessa stanza. Adesso i figli sono spesso singoli (ma forse avrebbero "diritto" alla stanza più grande con tutto l'universo di apparati tecnologici di cui si circondano), oppure i figli sono di più, ma si ritrovano fratelli dal formarsi di coppie passate per un'altra esperienza. Poi c'è l'universo dei single, i solitari, giovani o anziani, le coabitazioni amicali.

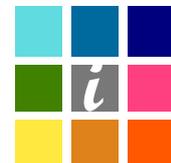
Tutte queste forme inedite (o già "edite" ma che hanno imparato a pretendere risposte al termine di una ricerca estenuante) sono un presente in continua evoluzione.

Un progetto "futuribile" non è tale perché sproloquia di domotica e High Tech rubata dalle suggestioni cinematografiche. Progettare per il futuro vuol dire costruire edifici che rispondano alle esigenze di chi abiterà nei prossimi quarant'anni, vuol dire non sprecare le risorse di una generazione già troppo depredata nel materiale e nell'immateriale.

Insegnando presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara si capisce una cosa: per sapere come sarà il mondo tra trent'anni bisogna guardare, osservare, ascoltare o almeno intuire chi oggi ha vent'anni. È lì che andrà il mondo.

MAK Holz e Stora Enso lo hanno capito. È sul belvedere affacciato su questa generazione che si sono incrociate le storie di MAK Holz e Stora Enso, dell'Università, di tanti studenti e docenti e quella personale e professionale di chi scrive. Tutto cominciò con una mostra, poi un viaggio nel

Sezione del progetto di via Cenni. L'intera operazione è stata battezzata "Cenni di cambiamento". Il gioco di parole sottolinea l'alto valore innovativo dell'intero progetto: dal punto di vista della forma dell'intervento (Social Housing), dalla concezione del progetto architettonico, dal punto di vista delle tecnologie costruttive impiegate.

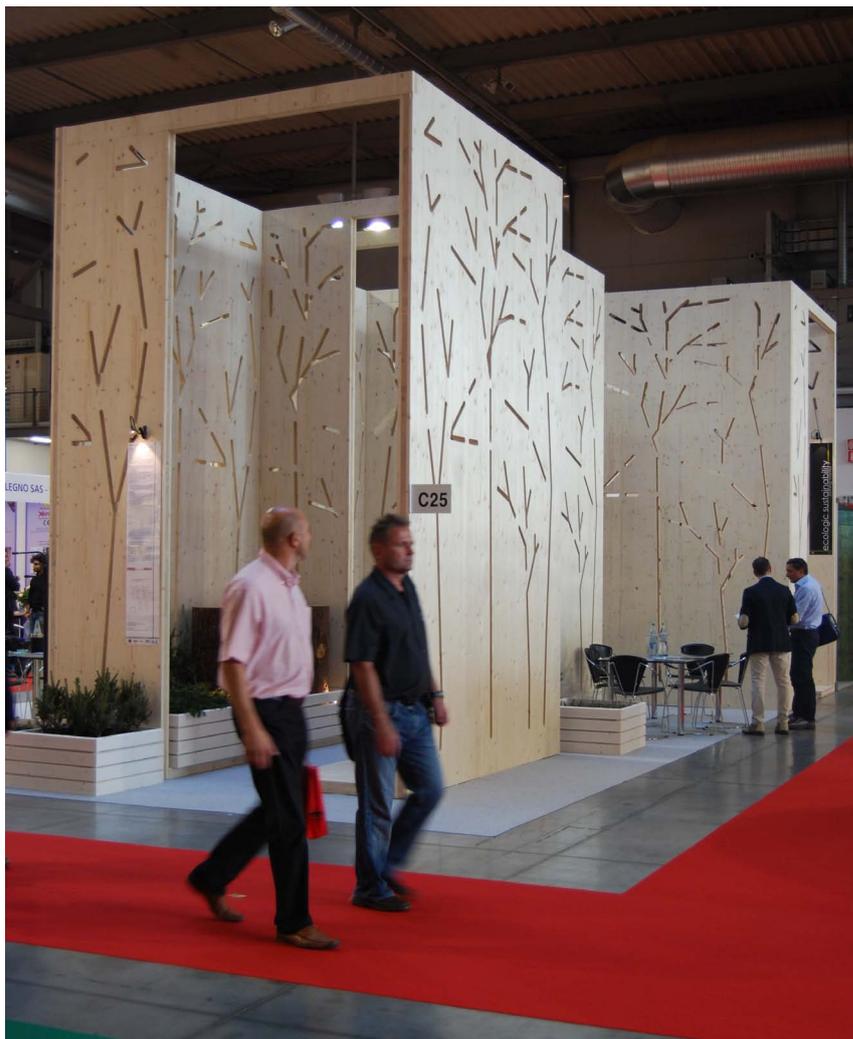


bosco, poi un'altra mostra ed a seguire un premio di architettura per gli studenti ed ancora una mostra a chiudere il cerchio di dodici mesi intensi, di un rapporto fiorito con la primavera del 2011.

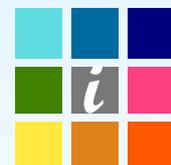
Questo contributo è indirizzato anche a quegli studenti, una narrazione che sia anche un arricchimento di conoscenza senza la quale nulla è possibile scegliere e discernere. Così come a scegliere e a discernere dovranno essere i futuri abitanti di via Cenni, cui va raccontato in modo semplice e chiaro di cosa è fatta la propria casa.

Quanto si propone non è un libro ma un e-book non per caso. Vuole essere un'opera aperta, implementabile, da arricchire col crescere del cantiere di via Cenni e con i contributi di chi vorrà condividere la propria esperienza. Si comincia con una versione in pdf per poi mettere a punto ulteriori versioni epub e specifiche per Ipad e Tablet.

Le pagine di questo e-book sono in special modo dedicate a tutte le maestranze, i tecnici, gli operai, i dirigenti ed i responsabili della MAK Holz e di Stora Enso, quell'insieme di persone che con il proprio lavoro quotidiano stanno rendendo possibile il realizzarsi di uno dei possibili *cenni di cambiamento*.



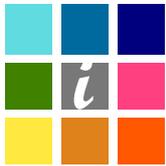
Lo stand MAK Holz - Stora Enso al MADE Expo di Milano nell'ottobre del 2011. Il progetto dello stand e la mostra "Abitare il bosco" sono state una delle prime occasioni di collaborazione tra MAK Holz e Stora Enso ed il Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara.



# Sostenibilità e risorse rinnovabili

Dall'Austria un esempio di risorse rinnovabili  
e realmente *rinnovate*





Quando si parla di sostenibilità ambientale il tema dell'impiego di risorse rinnovabili diventa centrale. Il legno è decisamente il principale tra i materiali rinnovabili.

La domanda è: le materie rinnovabili sono davvero rinnovate?

Si tratta solo di un principio potenziale o davvero si provvede al ripristino delle risorse impiegate?

Il dubbio è più che legittimo, non solo quale domanda tecnica o scientifica che possa interessare gli addetti ai lavori ma che tocca la sensibilità dei "consumatori": gli utenti finali che andranno ad abitare un edificio realizzato con largo impiego di legno.

Uno dei dubbi, che può trasformarsi in un paradosso, è che costruire una casa con legno strutturale metta a repentaglio il patrimonio forestale: uso tanto legno, taglio tanti alberi, danneggiamento la natura.

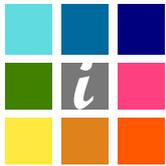
Nel caso dell'intervento di via Cenni sono stati stimati circa 6100 metri cubi di pannelli in CLT. Questi valori da primato possono suonare preoccupanti per chi non conosce la filiera del legno ed ancora non sa che la gestione delle foreste in Austria (dove verranno prodotti i pannelli dalla Stora Enso, nello stabilimento di Bad St Leonhard) è tale per cui è proprio l'industria del legno a garantire il costante accrescimento di un patrimonio forestale stimato in circa un miliardo di metri cubi di tronchi.

Non si parla di natura, ma di cultura.

Le foreste primarie in Europa sono pochissime, dislocate nella parte nord e nord orientale del continente e verso il sud est (tra la Transilvania ed il Caucaso) se ne trovano alcuni frammenti.

Per impieghi strutturali in edilizia si impiegano essenzialmente conifere (abete rosso, abete bianco, larice). Si tratta di legni morbidi, facilmente lavorabili ma con una grande resistenza meccanica. A parità di essenze il clima gioca un ruolo determinante nelle "prestazioni" del legname da costruzione. I fattori che entrano in gioco nella possibilità dello sfruttamento sostenibile delle risorse forestali sono molteplici: l'orografia per l'accessibilità dei siti certamente ha avvantaggiato alcune regioni d'Europa nello sviluppare l'industria del legno.





Il resto delle foreste è in varia misura antropizzato. Nel nostro appennino le pendici sono state rimboschite in tempi relativamente recenti per riempire i vuoti lasciati da un'agricoltura che aveva precedentemente disboscato per guadagnare spazi in un'orografia particolarmente complicata.

Il tema dello del consumo del territorio e dello sfruttamento delle risorse ha una storia millenaria e coincide con la storia dell'umanità.

Deve essere chiaro che parlare di difesa della natura incontaminata alle nostre latitudini forse ha poco senso. Più senso parlare di ecosistemi (che comprendo tutto, dalle risorse all'economia, dalla produzione ad i consumi). Verso l'equilibrio degli ecosistemi deve essere indirizzata la sensibilità di tutti, progettisti, costruttori, utenti consumatori.

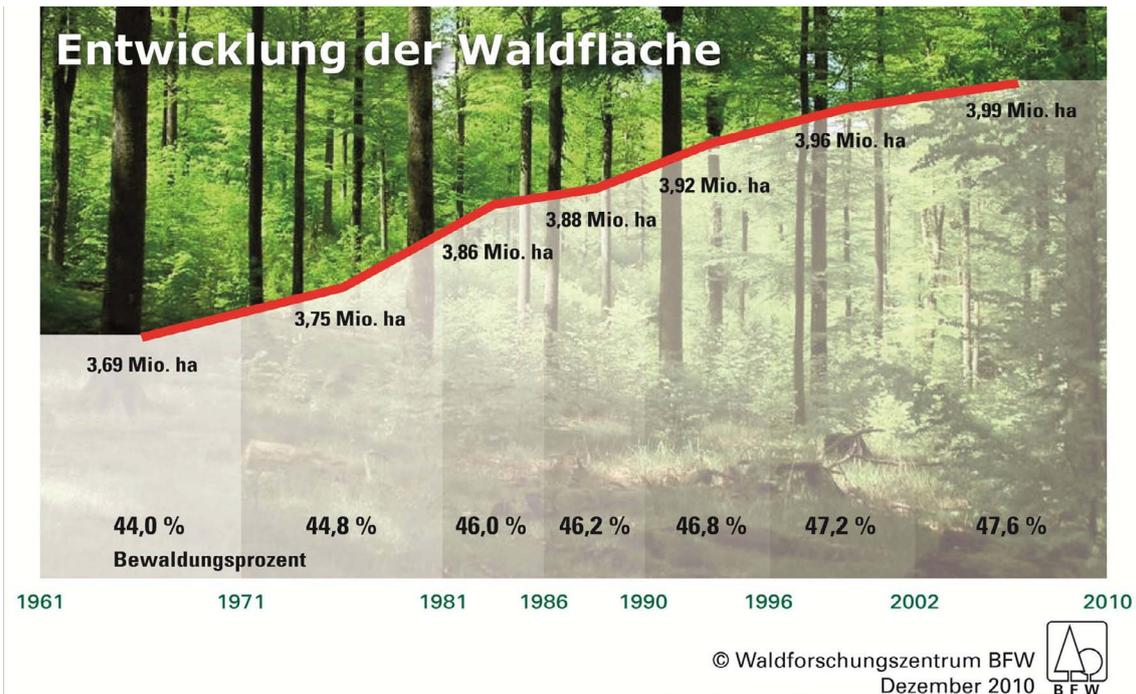
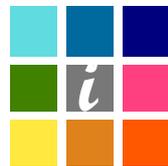
Dobbiamo chiederci: perchè teniamo tanto alle foreste?

Una ragione condivisa da tutti è nella funzione di assorbimento della CO<sub>2</sub> svolta dagli alberi. Altre motivazioni (conservazione degli habitat di alcune specie animali, funzione di contenimento delle pendici contro i rischi di alluvioni o frane, fino ad una sensibilità toccata dal tema delle identità dei territori) sono più dibattute, soprattutto laddove siano in contrasto con altri interessi.

In un sistema come quello austriaco la ragione economica sostiene le altre ragioni: un polmone verde tutt'altro che intonso perchè costantemente rinnovato e sensibilmente in crescita. Questi i risultati dello "sfruttamento" in cui i benefici ambientali, soprattutto nei termini di assorbimento della CO<sub>2</sub> dall'atmosfera, sono tangibili.

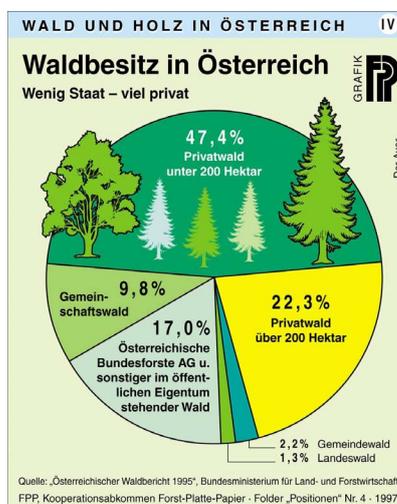
*Le foglie sono le macchine perfette per l'assorbimento di Anidride Carbonica dall'atmosfera attraverso la fotosintesi clorofilliana. Questa è una delle ragioni per cui la presenza delle foreste è essenziale al benessere degli organismi viventi. Un sistema economico in grado di preservare ed addirittura accrescere le foreste svolge quindi una funzione essenziale per tale obiettivo.*

*"Sono allo studio metodi artificiali di cattura e sequestro del carbonio col fine di catturare, trasportare e stoccare la CO<sub>2</sub> per contrastare l'innalzamento della concentrazione di questo gas serra in atmosfera, tecniche appartenenti alla cosiddetta geingegneria. (Carbon Capture & Sequestration - CCS)" [wikipedia]*

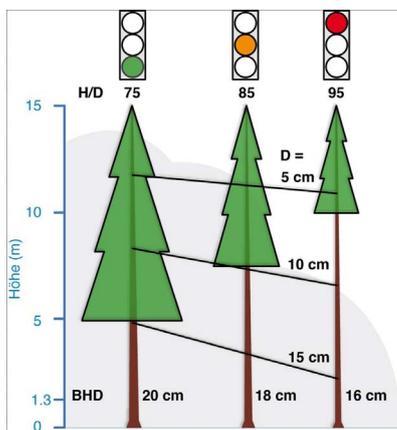


In Italia esiste certamente una cultura ecologica importante ed efficace, tale da mettere in luce alcuni paradossi delle politiche volte alla sostenibilità ambientale (si pensi al consumo di territorio per la realizzazione di campi fotovoltaici, laddove esiste una disponibilità sconfinata di coperture industriali che potrebbero essere destinate a questo scopo, o alle battaglie contro l'eolico). Non esiste però una cultura forestale così come in Austria laddove per cultura si intenda il guardare alle foreste come una risorsa "anche" economica (e quindi iscritta "anche" a tal titolo nell'ecosistema). Le ragioni sono storiche: nei moti del '48 del XIX secolo i contadini austriaci pretesero ed ottennero il possesso dei boschi. Ad oggi le foreste austriache sono possedute per la stragrande maggioranza da privati che provvedono allo sfruttamento e che, in modo lungimirante, le preservano dall'impoverimento.

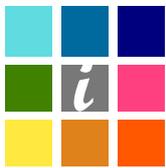
In alto: estensione delle foreste in Austria dal 1961 al 2010.



A sinistra: ripartizione dei regimi proprietari in Austria: circa il 70 % delle foreste è posseduto dai privati.



Una delle ragioni per cui occorre impegnarsi nella gestione del bosco sta nel fatto che un bosco curato permette agli alberi di crescere più robusti. Nello schema è messo in evidenza il punto di rottura per carico da neve (5 cm) evidenziando i rischi della stabilità della pianta.

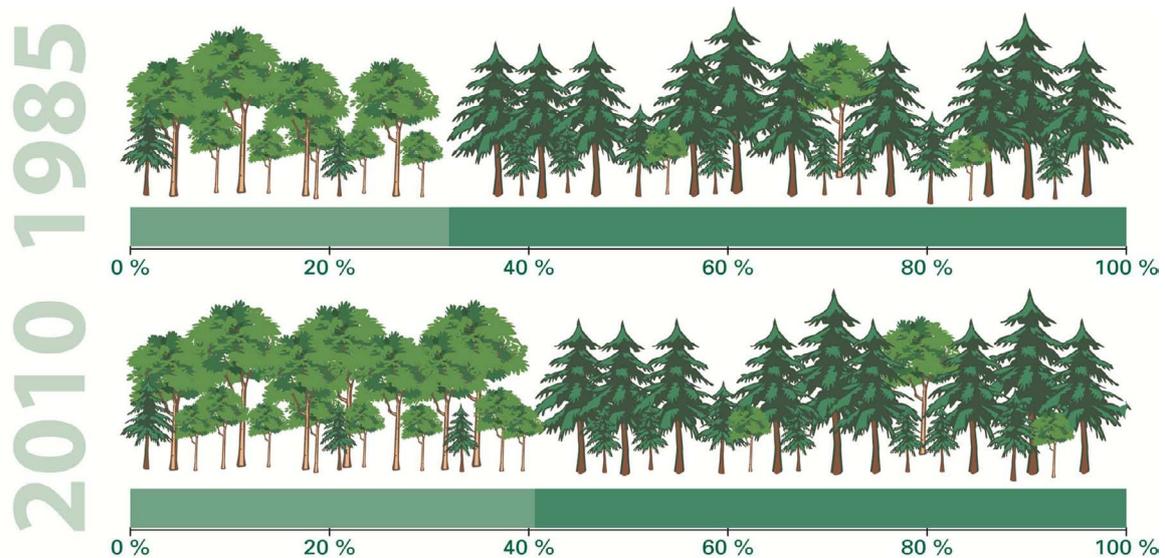


In Italia la situazione è completamente rovesciata. Alla base delle ragioni storiche c'è l'orografia complicata del nostro territorio, difficile da gestire. Riconvertire la pianura abbandonata dall'agricoltura non avrebbe senso rispetto allo sfruttamento finalizzato agli impieghi in edilizia: gli alberi cresciuti a bassa quota non sono adatti allo scopo. In Austria (ma anche in altre regioni dell'Europa centro-settentrionale) la situazione è differente: condizioni orografiche, altitudine, fattori climatici hanno generato un mix grazie al quale è maturata una cultura secolare di sfruttamento temperato dal senso della conservazione delle risorse. Sfruttare un bosco è comunque faticoso e costoso. Questo fa del legno una risorsa davvero preziosa che deve essere impiegata con attenzione.

Inutile far finta che non vi siano anche contraddizioni. L'industria del legname da costruzione sfrutta essenzialmente le conifere (soprattutto abete rosso, abete bianco, larice). Ciò conduce quasi inevitabilmente alle monoculture, sempre rischiose in virtù dell'impovertimento dei terreni. In Austria sono proprio coloro i quali lavorano nell'industria del legno a porsi questo problema e ad impegnarsi per cercare di risolverlo.

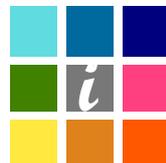
*In agricoltura i cicli stagionali ed annuali consentono un'alternanza di coltivazioni che permette di far riposare i terreni e di consentirne il recupero dei minerali assorbiti da una coltivazione mentre se ne coltiva un'altra. I boschi hanno invece tempi lunghi che si misurano in decenni.*

*Il problema della monocultura è ben noto a tutti gli operatori del settore. Per questa ragione sono state adottate attente politiche forestali che, come si evince dallo schema a centro pagina, hanno portato già notevoli risultati.*



© Waldforschungszentrum BFW  
Dezember 2010 

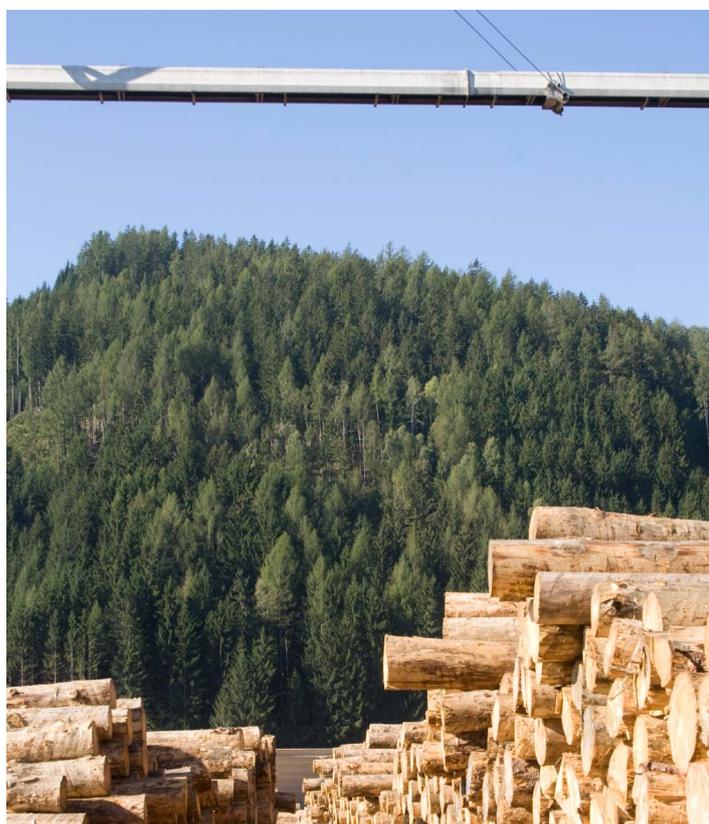
Oltre alle politiche forestali (che stanno già dando dei risultati), una soluzione potrà forse essere trovata in uno scarto tecnologico, nella valorizzazione per impieghi anche edilizi di altre essenze, con sistemi tecnologici misti, inventando nuovi macchinari capaci di lavorare legni duri con tronchi non sempre regolari. C'è un'etica ed un approccio in questo punto di vista suggerito dai più illuminati tra gli industriali del legno: l'etica di porsi il problema (la monocultura) ed il metodo di ricercare nella fattibilità della produzione e dei sistemi tecnologici per impieghi sensati rispondenti ad una logica industriale. Un esempio di come l'industria non deve difendersi dalla "natura", ma deve trovare la chiave giusta per interpretarne i valori.

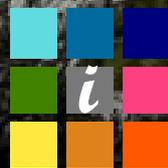


Nelle pagine che seguono si propone il testo a commento del video "Abitare il bosco" realizzato nell'ambito di una ricerca sviluppata dal Consorzio Ferrara Ricerche per conto di Stile 21 con il coinvolgimento del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara. Si ripropongono questi contenuti perché si ritiene che possano aprire una finestra, di conoscenza e consapevolezza, per tutti coloro i quali siano interessati a conoscere la storia dei materiali che andranno a costituire la propria casa. A proposito degli alimentari si parla di tracciabilità, un'attenzione in più rispetto alla certificazione. Al di là delle certificazioni, il sapere che il legno utilizzato per costruire la propria casa proviene da zone d'Europa in cui esiste la cultura del bosco, che più delle norme rassicura circa il reale rinnovamento delle risorse, pensiamo possa essere un contributo importante per chi decida di abitare una casa con struttura in legno e quindi, in certa misura, decida di abitare il bosco.

In alto: uno degli obiettivi della divulgazione circa le politiche forestali è la sicurezza degli operatori. La scuola Forestale di Ossiach è proprio impegnata su questo fronte per preparare i contadini proprietari, che spesso non hanno una preparazione specifica, a saper gestire il bosco e ad operare in sicurezza.

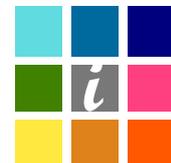
A destra: questa vista sintetizza l'industria del legno: sullo sfondo la foresta, in basso il piazzale trinci, in alto il condotto che trasporta gli scarti di lavorazione nella centrale a biomasse per la produzione dell'energia necessaria tanto allo stabilimento quanto alla vicina comunità di Bad St Leonhard.





## Coltivare il bosco | abitare il bosco

Bisogna partire dal bosco per capire ed  
*apprezzare tutto ciò che viene dopo.*



Tutto il legno è uguale?

Una foresta vale un'altra?

Davvero bastano le certificazioni a garantirci che non si stia contribuendo alla deforestazione selvaggia?

Ma per quale strano principio tagliare un albero contribuisce a salvaguardare l'ambiente?

Per rispondere a queste domande e ad altre che probabilmente non ci sarebbero mai venute in mente siamo andati in una delle regioni europee con più alta densità di bosco, nella regione austriaca della Carinzia.

I boschi attorno a Klagenfurt anche solo a guardarli da lontano ci fanno toccare con mano che in questa regione il 60% del territorio è costituito da foreste, seicentomila ettari di bosco

Qui in Austria abbiamo scoperto che da secoli i boschi sono coltivati, qualcosa di ben diverso dai pioppeti che vediamo lungo le nostre autostrade.

I progettisti sono abituati a leggere le schede tecniche con dati prestazionali per scegliere i materiali, a dare un valore alle varie certificazioni a riconoscere alcuni aspetti legati alla qualità.

Se si persegue la sostenibilità degli interventi edilizi non solo bisogna saper riconoscere la qualità ma ancor di più rendersi conto di cosa ci sia a monte del processo, per evitare gli sprechi, per saper valorizzare ogni componente.

È per questa ragione che i progettisti dovrebbero partire dal bosco.

Quando si è capito perché ci vogliono settant'anni ad una pianta prima che possa essere trasformata si impara a guardare al legno con maggior rispetto e più consapevolezza.

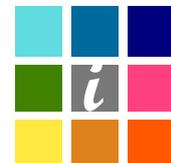
Un momento della visita in Carinzia di una delegazione di studenti, ricercatori e docenti del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara, ospitati da MAK Holz e Stora Enso.

Gli studenti di Ferrara sono stati i primi di una Facoltà di Architettura ad interessarsi alle origini della materia prima: il bosco (solitamente ad essere interessati sono gli studenti di Agraria e Scienze Forestali). Eppure, al di là delle caratteristiche dei materiali, è fondamentale conoscere tutto ciò che sta a monte del loro impiego e della loro produzione. Solo così è possibile attribuire un valore ai materiali senza fermarsi a conoscerne il prezzo.



Guarda on line il video "Abitare il bosco" sul canale youtube FAFTRAM





Cosa significa coltivare un bosco?

Il legno è una risorsa rinnovabile ma che ha i suoi tempi per rigenerarsi.

Preservare le foreste con un'accorta politica forestale vuole dire non solo rispettare l'ambiente ma anche conservare un patrimonio economico.

Una delle prime cose che si imparano nella visita nella Scuola Forestale di Ossiach è questa connessione tra la vita del bosco e la segheria.

È noto che gli anelli del tronco corrispondono ai suoi anni di vita. È meno noto il fatto che riusciamo a distinguere gli anelli e contare gli anni per effetto dei cicli stagionali che, alle nostre latitudini, danno un'escursione termica notevole nell'arco dell'anno. Attorno all'equatore la costanza delle temperature rende indistinguibili gli anelli.

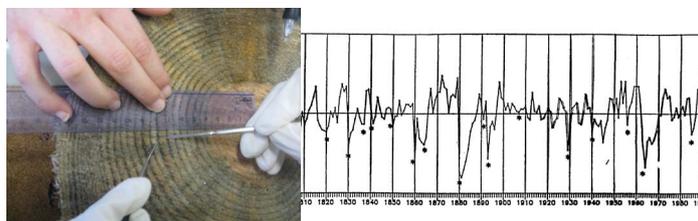
La sezione di un tronco è una carta del tempo, non solo perché possiamo contare gli anni di vita ma perché possiamo anche capire, dallo spessore degli anelli, qualcosa circa il clima delle stagioni trascorse.

Più il clima è freddo e più l'albero cresce lentamente e più stretti sono i suoi anelli. Questo dato non è indifferente: lo spessore degli anelli corrisponde alla densità delle fibre. Più le fibre sono strette ed il legno compatto e più il legno sarà resistente alle sollecitazioni meccaniche. Entrano in gioco il clima, la latitudine e l'altitudine del bosco. A parità di altri fattori ad una maggiore altitudine corrisponde un clima più rigido d'inverno.



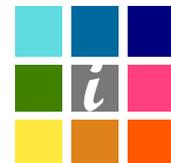
*Nell'immagine di sinistra: la sezione di un tronco con anelli molto larghi. Tipico "legno da pianura". Con un clima temperato il tronco cresce più rapidamente, la sezione ha un diametro maggiore ma, sopra certi limiti, il legno non è più adatto agli impieghi strutturali. Nell'immagine di destra: la sezione di un tronco cresciuto in un clima molto freddo. Gli anelli sono molto stretti e il tronco è pluricentenario, cresciuto con molta lentezza. Naturalmente le differenze relative a clima ed altitudine sono significative a parità di essenza.*

*Misurando le variazioni nelle dimensioni degli anelli di un tronco è possibile scoprire l'andamento delle temperature nelle diverse annate: anelli più stretti corrispondono ad annate particolarmente fredde. La sezione di un tronco è quindi una doppia carta del tempo: il tempo che scorre ed il tempo atmosferico. Anche di questi aspetti si occupa la dendrologia.*



*Tronchi di alberi equatoriali: l'assenza di forti escursioni termiche rende indistinguibili i classici anelli del tronco.*





È dai climi più freddi dell'Europa Centro-Settentrionale che provengono i legnami più resistenti e più adatti a lavorazioni particolari come potrebbe essere il caso della realizzazione degli infissi.

Al contrario in Carinzia usano l'espressione "legno da pianura" per identificare legnami non adatti agli impieghi edilizi. Alle nostre latitudini è partire dai cinquecento seicento metri di quota che il legno si presta ad essere utilizzato per le costruzioni.

D'altronde la meccanizzazione nelle lavorazioni ha le sue regole. Nelle segherie della Carinzia la dimensione ideale del tronco e quella con un diametro medio attorno ai 30 centimetri. A circa 1000 metri di quota possono occorrere settanta o ottanta anni ad un abete rosso per raggiungere queste dimensioni, sempre a patto che il bosco sia curato.

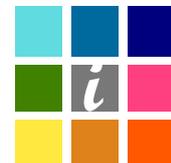
Curare un bosco significa intervenire essenzialmente in due modi: sfoltire le piante con tagli mirati e sfrondare il tronco dei rami più bassi, operazioni che avvengono una prima volta attorno ai 25 anni di età ed una seconda volta attorno ai cinquant'anni oltre agli interventi per abbattere piante malate.

Grazie a questi interventi le piante crescono più robuste e più alte. La massa che cresce ogni anno in un bosco coltivato è maggiore del 40% rispetto a ciò che avviene in un bosco lasciato a se stesso.

Il confronto è immediato. Il bosco naturale è una selva fitta di piante esili, alcune delle quali malate e destinate a perire ma che nel frattempo tolgono luce e nutrimento alle altre piante. Gli alberi deboli sono più soggetti all'attacco dei funghi e dei parassiti e la presenza di un albero malato mette a repentaglio l'intero bosco.

*In basso: la linea di confine tra la parte coltivata e quella non coltivata nel bosco sperimentale presso la scuola forestale ad Ossiach. In primo piano gli alberi numerati ed alcuni segnati perchè destinati al monitoraggio o al taglio selettivo. I tronchi e le chiome sono più robusti (contribuendo maggiormente all'assorbimento di CO2 dall'atmosfera. In secondo piano la parte di bosco selvatico: gli alberi sono più esili, più soggetti alle malattie. Si tenga conto che un albero malato può compromettere la salute di un'intero bosco.*





Il controllo costante del bosco permette di individuare le piante malate e quindi di provvedere a tagli mirati per consentire alle piante residue di avere un raggio libero di almeno otto metri.

In un bosco coltivato le piante hanno un diametro maggiore e sono più alte, i fusti sono più regolari. Oltre alla massa legnosa maggiore, dato che certamente interessa all'industria del legno, essendo più grandi le piante hanno una chioma più ampia e sono quindi più efficaci nell'assorbimento dell'anidride carbonica.

Ecco che la logica industriale sposa la sensibilità ambientale.

Persino il momento del taglio sottolinea il profondo rispetto dell'uomo per la natura nei boschi della scuola forestale di Ossiach.

Sembra di assistere ad un rito religioso mentre l'operatore stima la direzione in cui è più opportuno direzionare la caduta e comincia ad operare i tagli preparatori.

Tutte le operazioni compiute per controllare la caduta in sicurezza sono certamente enfatizzate a vantaggio degli osservatori ma è quasi impossibile non pensare ad un cerimoniale.

Mentre l'uomo misura l'angolo di caduta gli i presenti osservano la misura dell'uomo ai piedi di un gigante di cento anni di età.

Il momento della caduta avviene in un rispettoso silenzio.

L'unico fragore è il suono della foresta.

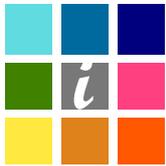
*Il taglio può avvenire in molti modi e può essere più o meno automatizzato.*

*Nel bosco sperimentale di Ossiach viene eseguito in modo molto tradizionale per mezzo di una motosega (alimentata con carburanti eco-compatibili) e grazie all'inserimento di cunei per riuscire a guidare l'albero nella sua caduta.*

*Le immagini fanno riferimento al taglio di un albero abbattuto perché malato: probabilmente "ferito" alla base da un mezzo di passaggio (il bosco sperimentale è liberamente accessibile) aveva finito per veder pregiudicata la propria salute e stabilità*

*(nell'immagine a sinistra se ne vede il "cuore" ridotto in poltiglia)*





È questa attenzione al bosco, visto da secoli dai contadini come una risorsa da conservare e non da sfruttare in modo indiscriminato, che consente all'Austria di conservare il suo patrimonio. Per quanto i numeri dello sfruttamento delle risorse siano impressionanti la gestione controllata delle foreste assicura un costante incremento del bosco. I diciannovemilioni di metri cubi di legno tagliati negli anni tra il 2000 ed il 2002 in Austria sono un'enormità, basti immaginare una torre di cento metri di diametro alta quasi due chilometri e mezzo. Eppure la quota di sfruttamento è pari ad appena due terzi dell'intero ammontare di crescita dell'intero patrimonio pari a trentunomilioni di metri cubi, una crescita calcolata su un patrimonio pari a più di un miliardo di metri cubi.

In termini finanziari è come se ogni anno il patrimonio aumentasse del tre per cento circa e di questi solo due punti percentuali venissero intaccati e l'uno per cento contribuisse ad accrescere il patrimonio.

Una gestione così oculata potrebbe essere presa ad esempio in molti altri settori...

Il problema è che questo modo di aver cura del patrimonio boschivo, così fortemente radicato nella tradizione austriaca e su cui le normative internazionali e le procedure di certificazione si sono facilmente innestate (laddove non siano direttamente scaturite da questa esperienza secolare) non è così diffuso.

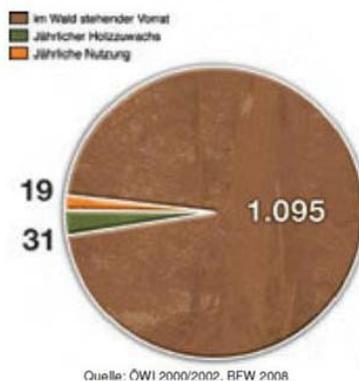
Le certificazioni forse non sono sempre sufficienti pensando che

## Holznutzung im Vergleich zum Holzzuwachs

Bundesland	Vorrat	Zuwachs	Nutzung
Steiermark	267.458	7.790	5.449
Niederösterreich	195.771	5.502	4.095
Kärnten	146.523	4.175	2.871
Oberösterreich	140.390	4.154	3.054
Tirol	98.625	2.112	1.323
Salzburg	85.083	2.064	1.471
Burgenland	28.531	977	944
Vorarlberg	23.368	440	286
Wien	2.550	52	35
<b>Gesamtösterreich</b>	<b>988.299</b>	<b>27.266</b>	<b>19.528</b>

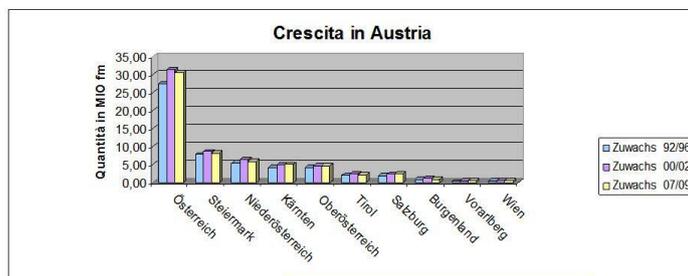
Angaben in 1.000 Festmeter (Quelle: Waldbericht 1996)

Holz in Österreich - Gesamtinventar, Zuwachs und Nutzung in Mio. Vorratsmeter



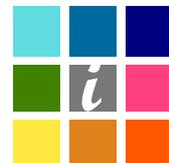
Il tasso di accrescimento del patrimonio forestale austriaco è in costante crescita. Nonostante l'intenso sfruttamento in valori assoluti, solo i due terzi dell'incremento di massa legnosa viene sfruttato dall'industria.

A livello europeo, in casi drammatici quali gli uragani, in grado in poche ore di devastare intere regioni, c'è la regola per cui si smette immediatamente il taglio. Nella regione colpita si concentrano le forze per cercare di recuperare i tronchi caduti, distinguendo tra quelli che non hanno subito danni tali da impedirne l'uso in edilizia a quelli che hanno subito uno snervamento tale da essere recuperati per sottoprodotti. Ad ogni modo è importante fare in fretta: un albero caduto è facile preda dei parassiti che possono propagarsi. altro problema è quello della conservazione: lo stoccaggio può avvenire in vasche di terra e addirittura d'acqua.



	Zuwachs - Crescita		
	1992/1996	2000/2002	2007/2009
Österreich	27,30	31,30	30,40
Steiermark	7,80	8,50	8,20
Niederösterreich	5,50	6,40	6,00
Kärnten	4,18	4,93	5,10
Oberösterreich	4,20	4,70	4,70
Tirol	2,10	2,50	2,20
Salzburg	2,00	2,40	2,50
Burgenland	0,98	1,19	0,96
Vorarlberg	0,40	0,50	0,60
Wien	0,52	0,57	0,64

Quelle: BFW



all'inizio della filiera c'è solo una autocertificazione dei contadini che vendono le partite di legname alle segherie ed alla fine della filiera gli organi di controllo e di certificazione.

Basta davvero la certificazione considerando i numeri in gioco? Parliamo di più di trenta milioni di metri cubi di legno di segati in Europa all'anno. Non sono cifre in grado di scatenare forti intenti speculativi e generare incontrollate tentazioni?

Laddove la cultura del bosco preesiste alle regole, perché in fondo risponde al buon senso ed al proprio interesse misurato sul medio e lungo periodo, le regole attecchiscono. È il caso dell'Austria. Forse è lecito chiedersi cosa accada altrove.

Il dato ancora più sorprendente è che il patrimonio boschivo in Carinzia è solo per il diciassette per cento pubblico e per il resto è proprietà privata. Lungimiranza e perseguimento se si vuole anche solo del proprio interesse hanno come conseguenza la conservazione di un patrimonio enorme di cui si avvantaggia l'intera comunità.

In Italia in cui i boschi sono per più dell'ottanta per cento patrimonio del demanio, delle regioni e del Vaticano, non esiste analoga cultura e nemmeno si vede il bosco come risorsa.

Una delle indicazioni più utili che si possano trarre dalla visita di questi boschi va ben oltre la produzione del legname da costruzione. È la visione trans generazionale, lo sguardo di chi sa attendere ottanta anni prima di tagliare un albero.

La lungimiranza, la pazienza e la cura.



*Le certificazioni e le verifiche da parte di enti indipendenti sono certamente una bella garanzia a tutela dell'ambiente. Ma è altrettanto importante accrescere la cultura del bosco e far riferimento a quelle regioni in cui tale cultura fa parte della tradizione.*



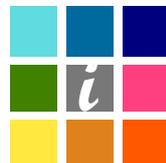
*In questa vista si vede una porzione di vivaio con una densità di 300.000 piante per ettaro. Le piante in vivaio rimangono fino a quattro anni di età per essere poi trapiantate nel bosco. Buona regola è di coltivare ad un'altitudine non troppo dissimile da quella di destinazione. In termini di utilità queste piante saranno produttive tra circa sessant'anni. Appare chiara non solo la lungimiranza di un sistema produttivo ma soprattutto la cura del territorio.*



## Scarti o prodotti secondari?

Alcune considerazioni su una filiera che ha fatto della valorizzazione degli "scarti" un principio di eco-sostenibilità.

## Scarti o prodotti secondari?



Laddove le condizioni del territorio e del clima lo hanno consentito si è sviluppata una forte industrializzazione nella lavorazione del legno. Nel bosco tutto è lentezza e paziente cura.

Nelle segherie austriache ed in quella di Bad St. Leonhard della Stora Enso impressionano i numeri e la velocità delle lavorazioni.

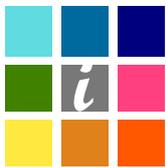
Pensare che l'intensa meccanizzazione conduca ad una sorta di alienazione per chi vi lavora sarebbe però un errore. Nei tanti passaggi di verifica condotti per definire gli assortimenti (per essenze, diametro, caratteristiche specifiche dei tronchi prima e delle tavole poi) a condurre il gioco è sempre l'uomo.

Ci è stato spiegato che, ad esempio, per la classificazione delle tavole (in base a parametri quali la densità dei nodi) esistono certamente degli scanner elettronici in grado di leggere e decifrare i dati. Il problema è che qualsiasi dispositivo per poter funzionare in modo adeguato ha bisogno di un range piuttosto costante. Nelle segherie del nord Europa questi dispositivi elettronici sono utilizzati proprio perchè la costanza del clima conduce ad ottenere una materia prima davvero molto omogenea. In Austria il legno non è così omogeneo e tutto ciò che proviene dal bosco può essere valutato solo dall'uomo, sulla base della propria esperienza.

Nella segheria che abbiamo visitato sono molti i giovani impiegati, affiancati da persone di maggiore esperienza che assicurano la trasmissione dei saperi necessari. Un aspetto questo che la dice lunga sulla lungimiranza di un settore industriale che ha una lunga tradizione ma uno slancio verso il futuro.

*Il piazzale tronchi nella segheria Stora Enso a Bad St. Leonhard. Lo stabilimento comprende anche una centrale a biomasse per la produzione dell'energia necessaria al ciclo di lavorazione che utilizza tutti gli scarti della lavorazione (cortece, cippato, segatura).*

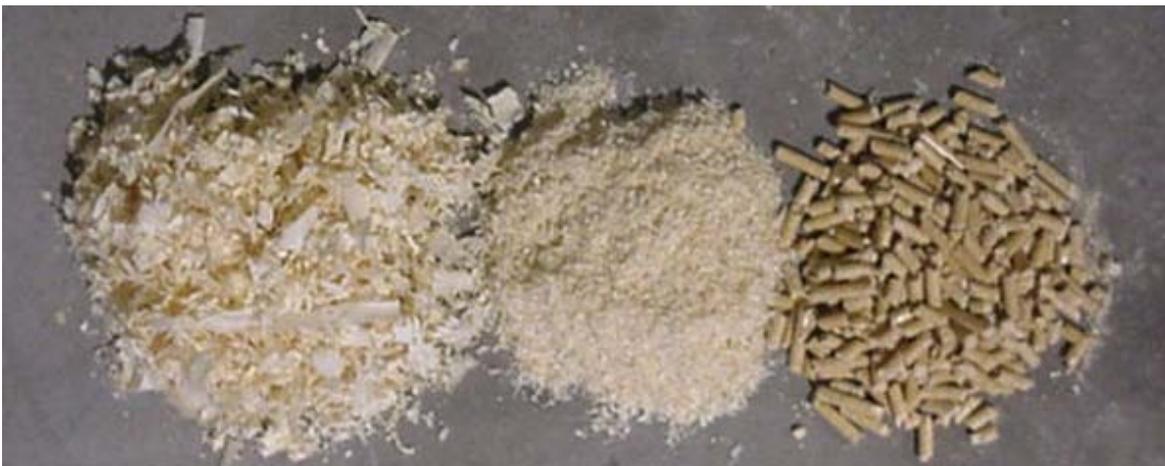




Un altro aspetto che colpisce, a proposito di sostenibilità dei processi, è la complessa filiera di produzione in cui niente del tronco viene sprecato. Probabilmente è improprio parlare di scarti: si dovrebbe dire dei sottoprodotti della filiera, prodotti secondari, impiegati tanto per la produzione di materiali compositi derivati quanto per la produzione di biomasse per la generazione di energia.

Questo aspetto è particolarmente importante perchè nella filiera del legno sembrano risolversi parecchie contraddizioni ravvisabili altrove. Se immaginassimo di piantare un bosco per la produzione di biomasse impiegheremmo tutta la materia prima per la produzione di energia, ma parte di questa materia prima sarebbe utilmente impiegabile anche altrove. Nella filiera del legno si parte al contrario: si punta alla produzione principale (i segati, quindi i tavolati) e tutto ciò che cade dalle lavorazioni (cortecce, cippati, segatura, ecc) trova una sua destinazione utile di impiego.

Le caratteristiche stesse del legno, a proposito di bilanci, fanno sì che in rapporto alla CO<sub>2</sub> il legno sia l'unico materiale da costruzione che termini il suo ciclo di vita in pareggio (al pari di tutte le altre sostanze vegetali): bruciando il legno restituirà all'atmosfera esattamente l'anidride carbonica che ha assorbito in tutto il suo ciclo di vita.



*Esistono dei capolavori di ottimizzazione nella filiera del legno: è il caso della MAK Holz che produce perline e pellet assieme. Il pellet viene realizzato con gli scarti di lavorazione delle tavole (dovuti alla piallatura ed alla creazione delle nervature o maschiature) ma attenzione: nella fabbrica MAK Holz di Haimburg vengono lavorate tavole che sono state già stagionate. In tal modo il livello di umidità contenuto nella segatura è già così basso da non richiedere un eccessivo impiego di energia per condurre ai livelli ottimali i livelli igrometrici. Chi produce pellet a partire da segatura proveniente dalla lavorazione del tronco deve invece impiegare dell'energia in più per produrre dei pellet che a loro volta genereranno energia termica. Un piccolo paradosso (davvero molto piccolo pensan-*

*do a quale sia il bilancio nella produzione di altre fonti energetiche: si è calcolato che per produrre una batteria, come una pila stilo, venga impiegato un equivalente di 40 pile equivalenti...). Partendo invece da un materiale omogeneo e già con un corretto valore di umidità, come nel caso di MAK Holz, non solo si ottiene un pellet con un potere calorifico eccezionale (ben 5,3 kWh/kg) ma il bilancio (considerando la qualità del materiale impiegato ed il ciclo di produzione) rende questo pellet il più conveniente nel rapporto qualità prezzo (secondo una ricerca di Altroconsumo) e con una qualità costante dei rendimenti.*

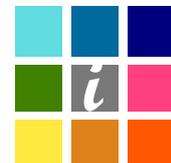
*Questo è un piccolo esempio di come chi opera nella filiera del legno sia sempre estremamente attento affinché nulla vada sprecato.*



# La filiera del legno

Dal tronco al semilavorato: tutti i passaggi di trasformazione nella segheria Stora Enso di Bad St. Leonhard





Se il mondo del bosco è fatto di lentezza, silenzio, paziente attesa è impressionante il confronto con ciò che avviene durante il ciclo della trasformazione del legno.

Nella segheria che abbiamo visitato a Bad St Leonard stupisce subito la vastità dei siti di stoccaggio.

Le dimensioni dei mezzi. La velocità della trasformazione dal tronco al prodotto finito.

La meccanizzazione da un lato ed il controllo di qualità affidato all'esperienza dell'uomo dall'altro.

Una verifica che avviene in vari momenti della filiera. Potremo contarli per renderci conto di tutte le lavorazioni e di tutte le selezioni che sono a monte del prodotto finito.

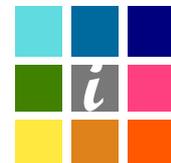
Nella segheria di Bad St Leonard arrivano i tronchi provenienti dal bosco e partono i semilavorati, le tavole, che potranno subire diversi destini: legno da carpenteria, produzione di legno lamellare, pannelli CLT, perlinati. Ma solo il 60% del tronco è destinato a questi usi. Il rimanente 40% residuo delle lavorazioni, le cortecce, il cippato, la segatura serve per produrre energia, bruciata nella centrale di teleriscaldamento che non solo soddisfa il fabbisogno energetico della fabbrica ma serve all'intera comunità. Il cippato può servire per realizzare i pannelli OSB.

La segatura viene utilizzata anche per ottenere i pellet per il riscaldamento domestico.

Del tronco nulla viene sprecato. Proviamo a seguire l'intero ciclo di trasformazione.



Guarda on line il video  
"La filiera del legno"  
sul canale youtube FAFTRAM



I tronchi arrivano in segheria dal bosco su autotreni o dalla ferrovia. È difficile immaginare un mezzo che riesca a far sembrare piccolo un autotreno...

Questi mezzi, con le loro enormi ganasce, raccolgono interi mazzi di tronchi come se fossero matite.

È da qui che parte la filiera di trasformazione.

Sappiamo già quale sia la filosofia che è a monte del taglio degli alberi, come vengano selezionati gli alberi destinati al taglio nei boschi austriaci.

Per essere immessi nel ciclo di trasformazione delle segherie austriache il diametro medio dei tronchi è di trentaquattro trentacinque centimetri. Già nel bosco i tronchi sono tagliati con una misura di poco superiore ai quattro metri.

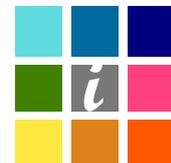
È bene ricordare questo dato! È da qui, sin dal taglio del tronco che avviene nel bosco che comincia la standardizzazione delle misure di tutti i prodotti e sottoprodotti dell'industria del legno.



*L'industrializzazione della filiera parte dal bosco: i tronchi vengono tagliati in sezioni lunghe circa 4 metri. Da questa misura discendono tutte le misure standard nel legno tenendo in considerazione anche la logistica, lo stoccaggio ed il trasporto.*



*All'arrivo in segheria i tronchi vengono prelevati "a mazzi" interi per essere immessi nel ciclo di produzione. Il primo passaggio sarà lo scortecciamento del tronco.*



La prima lavorazione che subisce il tronco è lo scortecciamento.

Già in questa fase avviene il primo smistamento dei tronchi che potranno entrare nel ciclo di trasformazione vero e proprio.

Dopo lo scortecciamento tramite un nastro trasportatore i tronchi passano immediatamente ad un secondo vaglio.

Da questa postazione un operatore controlla una doppia pulsantiera ed identifica l'essenza (come il larice, l'abete rosso, l'abete bianco, il pino..) e la qualità del tronco.

La selezione avviene a vista.

Due specchi consentono all'operatore di guardare il tronco anche dalla parte opposta per individuare anche possibili difetti nascosti.

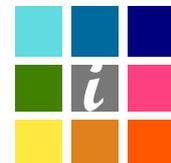
Per ciascun tronco viene definita l'essenza ed una classe d'appartenenza A, B, C.

Questo passaggio è molto delicato in termini commerciali: per questo ogni singolo tronco viene fotografato e registrato: la documentazione sarà a disposizione dei coltivatori che hanno fornito la partita di tronchi per poter verificare se la valutazione di qualità della segheria, da cui dipende il prezzo di acquisto del materiale, sia stata fatta in modo corretto.

Sulla base di questa valutazione i tronchi vengono smistati in contenitori esterni disposti su un binario lungo cinquecento metri e suddivisi per partite omogenee rispetto al tipo di legno, alla qualità ed al diametro, selezione quest'ultima che avviene in modo automatizzato.



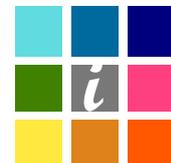
*I tronchi vengono subito scortecciati e smistati sulla linea di trasformazione. Dopo questa operazione un operatore effettua la prima classificazione (essenza, qualità) con un controllo a vista. Tramite una pulsantiera destina i tronchi verso i box di stoccaggio (in cui avverrà anche una selezione in base al diametro automatizzata), per essere accatastati nel piazzale tronchi.*



Questa prima fase ha richiesto pochi minuti.

Ai tronchi selezionati viene adesso concesso qualche giorno di requie. Nella segheria di Bad St Leonard si lavorano circa 2500 metri cubi di legno al giorno e nel piazzale di stoccaggio le giacenze sono mediamente di 35000 metri cubi di tronchi assortiti. Qui, all'esterno, i tronchi devono rimanere lo stretto indispensabile per essere immessi al più presto nel ciclo produttivo. Non più di una decina di giorni.





Quando è il loro momento i tronchi dal piazzale vengono trasferiti nella segheria.

Le partite a questo punto sono omogenee, sono già state assortite per qualità e diametro.

La selezione avverrà da adesso in poi sulla base di altri criteri.

Il primo passaggio serve per ottenere una sezione che si approssimi al rettangolo.

Una fresatura permette di ottenere delle tavole più piccole dai lati della sezione.

Queste tavole sono già smistate separatamente: la prossimità alla corteccia decreta già una tavola di seconda scelta per la presenza dei nodi.

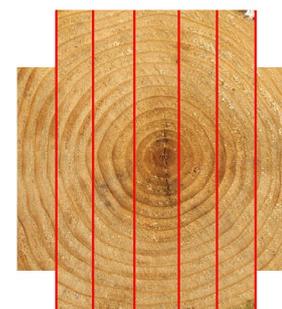
La sezione rettangolare a questo punto può essere segata dello spessore previsto dagli obiettivi di produzione.

La diversa densità delle fibre conduce a considerare la tavola centrale, quella del cuore del tronco, come una seconda scelta: nella produzione di elementi destinati ad usi strutturali (pannelli CLT e lamellare) ciò che conta è soprattutto l'omogeneità delle fibre della tavola.

Le tavole segate a questo punto possono essere stoccate e destinate all'essiccazione.

Le tavole vengono impilate in cataste alte diversi metri e distanziate da listelli per essere stoccate ed avviate alla fase di essiccazione.

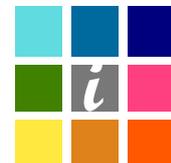
L'intera fase di trasformazione non ha richiesto che pochi minuti.



*Sopra: la riduzione in tavole della sezione del tronco.*

*In basso: i capannoni per l'essiccazione delle tavole. Il calore è generato dalla centrale a biomasse. Dei sensori misurano il tasso di umidità delle tavole.*





Rispetto alla massa legnosa tagliata nel bosco il sessanta per cento circa viene trasformato in segati, il quaranta per cento residuo, tra gli scarti del taglio, cortecce e segatura, seguirà un destino diverso ma, come si vedrà, non estraneo al resto delle lavorazioni.

Nulla comunque andrà sprecato. La fase di essiccazione avviene in enormi capannoni in cui tramite correnti di aria calda e grazie al controllo di sensori si riduce omogeneizza il livello di umidità delle tavole.

Le tavole destinate alla produzione di pannelli CLT o di lamellare devono avere un tasso di umidità compreso tra l'otto ed il dieci per cento massimo, prescrizione dovuta alle colle impiegate in questo genere di produzione.

Il legno destinato ad altri impieghi nell'edilizia può avere un tasso di umidità superiore, attorno al quindici per cento.

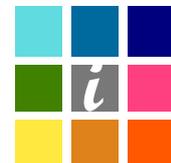
Se fino a qualche anno fa alla fase di essiccazione era destinata solo una quota parte dell'intera produzione adesso gestirla di-

rettamente in segheria è diventato addirittura conveniente. Grazie all'impianto di cogenerazione gli scarti delle lavorazioni producono energia gratuita, calore che se non fosse impiegato dovrebbe essere smaltito nell'atmosfera.

La produzione di energia nelle centrali di cogenerazione, bruciando legno, rilasciano nell'atmosfera una quantità di anidride carbonica pari a quella assorbita dalla pianta durante tutto il suo ciclo di vita. Il bilancio di CO2 da queste fonti è quindi pari a zero. Nelle segherie austriache, come qui a Bad St Leonard, tutta la produzione è sottoposta all'essiccazione controllata, assicurando una qualità omogenea dei prodotti.

Il tempo di essiccazione è variabile e dipende essenzialmente dallo spessore delle tavole, se possono occorrere due o tre giorni ad una tavola da 23 millimetri per essere portata gradualmente al livello igrometrico ideale, i tempi si possono allungare fino a cinque sei giorni per spessori maggiori.

*Il tasso di umidità prescritto per le tavole destinate ad impieghi strutturali è attorno al 15%. Dopo la fase di essiccazione tutte le tavole vengono singolarmente verificate: nel caso in cui una tavola riveli livelli di umidità superiori questa verrà riportata nei capannoni per subire nuovamente il trattamento di essiccazione.*



Terminato il periodo di essiccazione i segati devono passare un'ulteriore selezione prima di essere inviate alle destinazioni finali d'uso o di ulteriore lavorazione.

Le tavole già essiccate nella segheria di Bad St Leonard sono verificate una per una per controllare il tasso di umidità ma solo una percentuale bassissima non risponde ai requisiti necessari e quindi rinviata al ciclo di essiccazione.

Da questo momento in poi gli elementi che determineranno la qualità degli assortimenti riguarderanno il prodotto semilavorato, la presenza di nodi, la densità delle fibre, eventuali irregolarità.

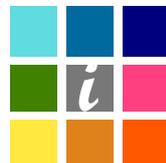
La procedura avviene a vista. Un operatore ribalta le tavole una per una e, a seconda della sua valutazione dispone le tavole in lunghezza sul nastro trasportatore. Un lettore ottico provvederà a smistare le singole tavole su percorsi differenti.

Da adesso in poi le tavole verranno nuovamente accatastate e potranno essere inviate a destinazione. Trasferite su gomma o su rotaia per imbarcarsi direttamente nei porti che le condurranno in tutta Europa, negli Stati Uniti, in Giappone, ovunque nel mondo.

Rimane alla responsabilità di chi riceverà la merce verificare ulteriormente il tasso di umidità all'arrivo che potrebbe aver subito delle variazioni durante il trasporto.



*Le tavole essiccate sono successivamente sottoposte ad un doppio controllo. Il primo è automatizzato e riguarda la verifica del tasso di umidità. Il secondo è di tipo qualitativo (presenza di nodi, loro distribuzione, difetti, ecc.). In questo caso la verifica avviene a vista. Un operatore rigira manualmente tutte le tavole e le dispone in modo più o meno sporgente sul nastro trasportatore. Un lettore ottico, sulla base della disposizione decisa dall'operatore, smisterà le tavole così classificate. Nella foto in alto, riconoscibile per il giubbotto giallo destinato agli ospiti, un uomo della MAK Holz (il Sig. Aldo, detto "Lupo") verifica personalmente la qualità delle tavole.*



*In una filiera in cui accanto all'innovazione tecnologica conta anche l'esperienza è molto importante che quest'ultima venga trasmessa tra le generazioni. Nella segheria di Bad St. Leonhard la presenza di tantissimi giovani è una testimonianza importante di questa lungimirante attenzione da parte della Stora Enso.*

Dicevamo all'inizio dei forti contrasti.

Gli anni che occorrono ad una pianta per crescere.

I minuti necessari per ottenere una tavola dal tronco.

La meccanizzazione e la verifica elettronica da un lato ed il ruolo dell'uomo quale attore del processo discernente la qualità.

Impressiona ancora una volta la quantità da un lato ed un processo che verifica la qualità di ogni singola tavola.

Contrasti che non diventano contraddizioni pensando all'equilibrio tra ragioni industriali e rispetto dell'ambiente con un ciclo produttivo che dal bosco alla segheria non spreca risorse ma sa valorizzarle.

Piacerebbe poter applicare ovunque modelli produttivi come questi.

Ma bisogna prima conoscere le condizioni al contorno per saperle riconoscere o creare.

Non basta avere un bosco vicino per innescare questo ciclo virtuoso.

Il bosco deve essere adatto, giusta l'altitudine, giusto il clima e la qualità del terreno.

Devono esserci le infrastrutture adeguate.

L'esempio austriaco della produzione del legname da costruzione ci dice che probabilmente non tutto il legno ha le stesse qualità, perché la qualità richiede impegno in ogni momento.

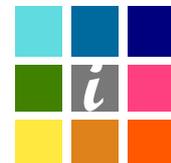
Suggerisce che anche in altri settori si potrebbe ottenere cicli produttivi altrettanto virtuosi, a patto di saper agire con equilibrio modulando il legittimo interesse di tutti, coltivatori, industriali, imprese, progettisti e committenti, su una visione che non misuri solo i benefici immediati.

Più di ogni altra cosa conta forse l'esperienza e la volontà e la capacità di saperla trasmettere. Nella segheria di Bad St Leonhard abbiamo incontrato moltissimi giovani. Siamo da questo incoraggiati a credere che questo patrimonio di conoscenza non andrà smarrito.



## Cross Laminated Timber

L'innovazione tecnologica applicata al più antico materiale da costruzione tra orgoglio (dei produttori) e pregiudizio (di qualcuno..)

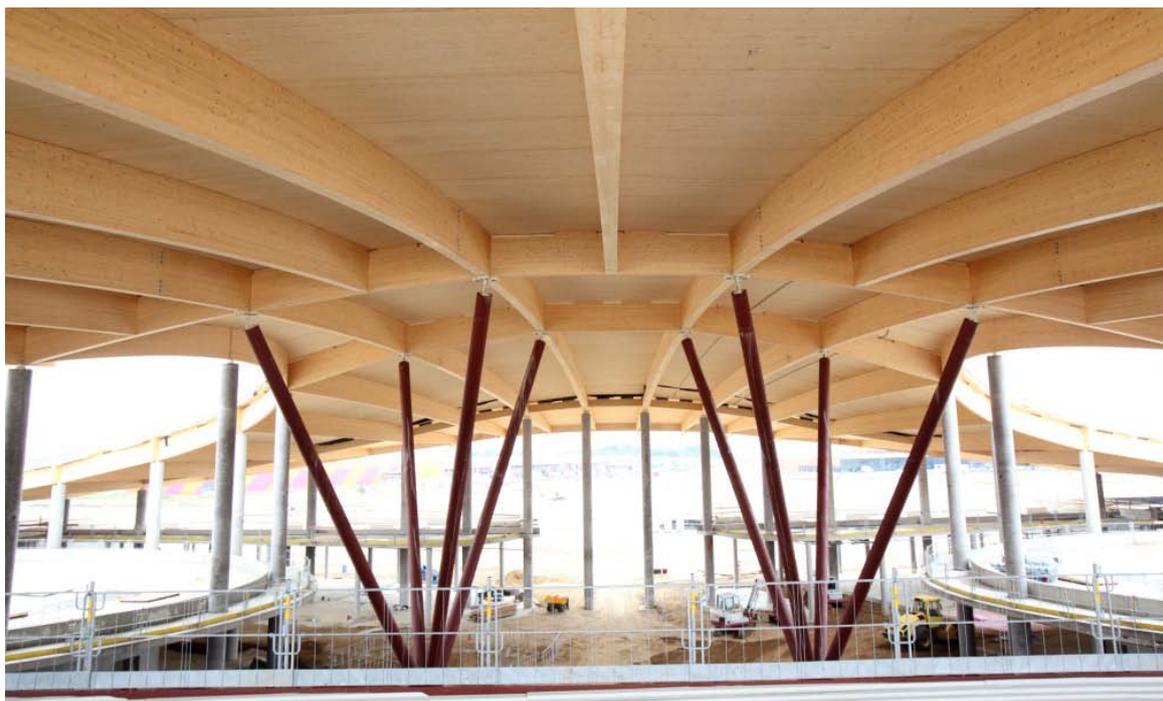


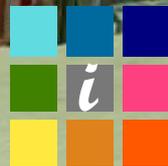
Il legno è certamente il più antico materiale che l'uomo abbia impiegato per costruirsi un riparo. La sua disponibilità e le sue caratteristiche ne hanno decretato un uso ininterrotto ed universale. Solo in tempi relativamente recenti, grazie all'attenzione ed alla diffusione dei concetti legati alla sostenibilità ambientale dei processi e della produzione, se ne sono studiati ed apprezzati anche altri valori in merito non solo agli equilibri ecosistemici ma anche in relazione al comfort ambientale percepibile negli edifici costruiti in legno.

Certo l'idea che utilizzare il legno in modo massivo depauperi le foreste è un concetto duro a morire ma bisogna saper distinguere tra sfruttamento indiscriminato e gestione forestale. Così come, nel calcolo delle energie grigie, bisogna saper discernere tra i legni che attraversano il globo dall'Amazzonia per trovare applicazioni di pregio alle nostre latitudini e legni che in una scala regionale rispettano perfettamente i valori della "filiera corta".

A partire dagli inizi del XX secolo non ci si è più accontentati di utilizzare il legno così come la natura ce lo consegnava o le colture (e le colture) erano in grado di produrlo. Così come a fare la fortuna dei sistemi a telaio (il platform frame) nel XIX secolo fu l'industrializzazione e la produzione dei chiodi in ferro dolce (essenziali nella carpenteria), agli albori del secolo scorso i progressi della chimica permisero la realizzazione di prodotti per incollare tra loro più tavole l'una sull'altra: si inventarono così le travi di legno lamellare, delle super travi potremmo dire che consentirono di svincolarsi da un lato dalla dimensione dei tronchi (per ottenere una certa sezione di legno massello è naturalmente necessario che tale sezione sia "inscritta" nella sezione del tronco) e dall'altro di superare delle luci di copertura piana inusitate, ottenendo per via tecnologica quel che da secoli la capriata aveva ingegnosamente risolto nelle coperture a falda.

*Il legno lamellare ha consentito di realizzare strutture con luci di copertura inimmaginabili prima. L'idea di assemblare più tavole tra loro per aumentare le dimensioni degli elementi lineari e puntuali (pilastrini e travi) è anche alla base della tecnologia CLT.*



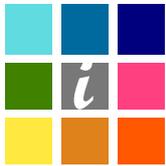


Negli anni '90 un'ulteriore svolta: si cominciò ad applicare alle strutture edilizie il principio dei legni stratificati e compensati. Qualsiasi *bricoleur* sa bene quali siano i vantaggi del legno compensato (così chiamato proprio perché gli strati incrociati si compensano vicendevolmente rispetto alla distribuzione delle tensioni e delle deformazioni). Ebbene lo stesso principio è stato adottato per realizzare dei pannelli strutturali di grandi dimensioni. Se nei grandi magazzini di distribuzione per il *fai da te* è possibile acquistare delle tavole di grande formato, ottenute incollando lateralmente delle tavole di dimensioni standard, perché non realizzare dei "macro compensati" ottenuti incollando l'uno sull'altro più pannelli? E perché non ottenere dei pannelli enormi (fino a 16 metri di lunghezza!) incollando prima le tavole di testa (in modo da ottenere una tavola lunga 16 metri), poi incollando queste lateralmente (non tutti i produttori lo fanno...) e poi sovrapponendo in più strati tutti i pannelli?

Così è cominciata la storia del CLT (*Cross Laminated Timber*) o XLAM (in cui la X non fa che riprendere il *Cross* della prima dicitura).

*I pannelli CLT possono essere considerati un'evoluzione in piano del concetto che è alla base del legno lamellare e molto simile al principio dei normali pannelli multistrato compensati utilizzati ad esempio nell'industria del mobile.*

# Cross Laminated Timber



## Quali applicazioni?

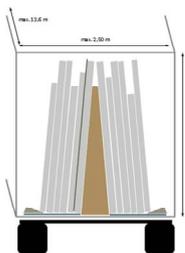
Pensate di poter realizzare per intero le facciate di un edificio e tutti i solai compreso il tetto. Costruire una casa sarebbe facile come costruire una casa di bambole.

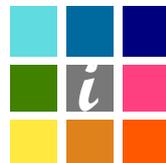
Ma qui ci si ferma: perchè oltre a costruirli i pannelli bisogna anche trasportarli. Ecco che torna la logica dell'ottimizzazione industriale: se il massimo che un TIR può caricare non deve superare i 16 metri tantoval non andare oltre... Certamente esistono i trasporti eccezionali ma.. attenzione ai costi, ai ponti, ai sottopassaggi ed alle rotonde lungo la strada...

Se poi il pianale di carico è largo 250 centimetri meglio fare dei pannelli da 245 (un po' di margine ci vuole..) e caricare molti pannelli in orizzontale. Se serve caricheremo i pannelli in verticale (ce ne andranno meno sul rimorchio, per ragioni di stabilità del carico) ma riusciremo ad utilizzare un solo pannello per costruire un edificio da un piano all'altro.

L'industria ha quindi fatto del suo meglio per creare un prodotto nuovo che utilizzasse un materiale antichissimo facendo tornare i conti dell'efficienza e della logistica.

*Nelle costruzioni in CLT sono determinanti i fattori logistici. I tempi rapidi di un cantiere sono assicurati da una corretta pianificazione di tutte le fasi, compresa la fase del trasporto e dell'arrivo in cantiere delle componenti. Il dimensionamento dei pannelli standard CLT della Stora Enso tiene conto dei limiti dimensionali di mezzi standard di trasporto merci, prevedendo due modalità: con carico orizzontale o verticale. L'ottimizzazione del progetto deve tenere conto anche di questi fattori.*





Permangono però alcuni pregiudizi che, in quanto tali (ovvero non suffragati da conoscenze dirette o da esperienza ma mutuati spesso da un buon senso privo di reali ragioni), ostacolano l'affermarsi di una delle più importanti novità nel settore edilizio rappresentato dalla tecnologia CLT.

Sul pregiudizio relativo alla deforestazione è già stato detto nei capitoli precedenti: occorre sorveglianza e verifica circa la provenienza da foreste certificate e la certezza che queste (al di là della certificazione) siano certamente gestite con giudizio (per cultura, tradizione, serietà). Sulla resistenza ai sismi esistono prove in laboratorio filmate, l'intera operazione condotta a L'Aquila e le dimostrazioni scientifiche. Una struttura flessibile si muove ma non crolla, non si spezza. Il legno è poi leggero, con una massa ridotta che riduce l'effetto del sisma: tutto il contrario di una vecchia lavatrice con la centrifuga in funzione che (data la pesante zavorra che la stabilizza) moltiplica le vibrazioni sul pavimento.

Altro pregiudizio riguarda l'umidità che fa degradare il legno e quindi pregiudica la sua durabilità nel tempo. A parte il fatto che Venezia è costruita su pali di legno, a parte i velieri storici, a parte la testimonianza muta dei tanti edifici plurisecolari costruiti in legno, basta sapere che il legno, nelle costruzioni contemporanee bisogna proteggerlo: né più né meno di un laterizio, i pannelli in legno sono protetti da guaine ed intonaci.



**Durata del legno** | Horyu-ji, Giappone, VIII secolo



**Durata del legno** | Borgund Stavekirke, Norvegia, XII secolo



*Certamente la tecnologia della produzione può dare il suo contributo. La Sora Enso è al momento l'unica a produrre pannelli in cui le tavole siano anche incollate lateralmente. Il pannello mostrato che costituisce il sandwich finale costituisce una protezione omogenea e continua che assicura prestazioni superiori nei casi di incendio come dimostrano prove sperimentali certificate. Considerare la resistenza al fuoco di un pannello CLT costituisce ad ogni modo una semplificazione della realtà.*

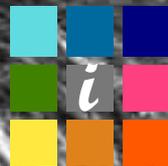
*Nella maggior parte dei casi va sempre considerata la componente architettonica nel suo insieme, costituita da più stratificazioni e contropareti. Nelle costruzioni a secco l'impiego di cartongesso e fibrogesso serve proprio a svolgere questa funzione protettiva, quali strati di scarificio. Notoriamente i punti deboli delle contropareti sono costituite dalle forimetriche che raccolgono le scatole degli impianti (interruttori, prese di corrente, ecc).*

*Da qui il fuoco può penetrare all'interno essendoci un varco aperto nella protezione. Ma anche in questo caso la combustione avverrà in una zona limitata che se andasse a colpire un elemento portante puntuale (il montante di una parete a telaio) metterebbe rapidamente in crisi il sistema, cosa che non avviene nel caso dei pannelli CLT.*

Altra grande paura è quella del fuoco. Il legno brucia. Nel nostro immaginario urbano non c'è forse nulla di così spaventoso dell'incendio di un edificio (forse dai tempi di Nerone, della distruzione di Chicago o dalle scene finali di Via col Vento). Tuttavia, chiunque abbia esperienza di barbecue sa bene che un ciocco di legno ci mette molto a prendere fuoco e soprattutto brucia molto ma molto lentamente. Per questo si deve alimentare con legnetti più piccoli, il fuoco. In realtà non è corretto dire che un pezzo di legno piccolo brucia più velocemente di uno grande: la velocità di combustione è la stessa ma un pezzo più piccolo ci metterà meno tempo a consumarsi completamente. La devastazione di Chicago nel 1871 si ebbe proprio perché quegli edifici erano

realizzati con sistema a telaio (tanti montanti e traversi di dimensioni ridotte). Il legno brucia con una velocità di 0,7 millimetri al minuto: dopo dieci minuti il fuoco avrà consumato 7 millimetri di legno da ogni lato, in un'ora più di 4 centimetri per parte saranno state carbonizzate. Il problema non è il fuoco in sé ma il fatto che il fuoco riduce la sezione portante di una trave, di un pannello o di un pilastro. Se un pilastro è dimensionato 20 x 20 dopo un'ora di fuoco la sezione si sarà ridotta a 12 x 12: il pilastro crollerà... Da qui il sovradimensionamento: se servono 20x20 centimetri dai calcoli, con una sezione di lato pari a 20+4,2+4,2 saprò che quel pilastro o trave per almeno 60 minuti farà il suo lavoro senza crollare (ed è per questo che si parla di REI 60).

*Prova di resistenza al fuoco sui pannelli CLT Sora Enso. Le prove hanno certificato valori REI 60 per gli spessori 100 a tre strati e 5 strati non rivestito, REI 90 sugli stessi spessori ma con l'aggiunta di una lastra di cartongesso, e REI 120 con l'interposizione tra il pannello ed il cartongesso di uno strato in lana minerale da 40 mm.*



Per i pannelli CLT il discorso è lo stesso ma, se si vuole, funziona anche meglio. Mentre le strutture lineari o puntuali (travi e pilastri) il fronte del fuoco aggredisce da tre o quattro lati (nel caso di pilastri isolati) accelerando la progressiva riduzione della sezione portante, nel caso dei pannelli CLT la superficie colpita è da un solo lato (in casi ordinari di incendio): si avrà tutto il tempo di mettere in salvo le persone e di intervenire a spegnere il fuoco.

Da molti punti di vista quindi la tecnologia a pannelli CLT ha dei livelli prestazionali in merito alla sicurezza che altri materiali non possono vantare, basti pensare che le alte temperature più facilmente fanno collassare le strutture metalliche o in calcestruzzo armato se non protette, riducendone la rigidità e la resistenza di colpo (collasso), laddove il legno è vero che brucia ma con tempi che possono essere calcolati in modo da salvaguardare la sicurezza delle persone.

Da qui l'orgoglio dei produttori, dei costruttori e dei progettisti che scelgono di utilizzare questa tecnologia e di chi decide di abitare una casa realizzata con questo sistema.

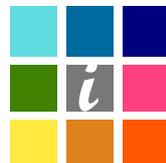
Per smontare i pregiudizi talvolta basta davvero molto poco: un pò di informazione ed un pò di trasparenza.

*Un'immagine del grande incendio di Chicago.  
"Il grande incendio di Chicago è stato un disastro nella città di Chicago in cui presero fuoco e furono distrutti circa 6 km2 della città. La città bruciò per 3 giorni, dall'8 ottobre al 10 ottobre 1871. L'incendio è storicamente considerata una delle più grandi catastrofi statunitensi del XIX secolo, e vi persero la vita centinaia di persone. [...] Il diffondersi del fuoco fu permesso dal massiccio uso del legno nella costruzione degli edifici, dal forte vento che soffiava verso nord-ovest, e la siccità che dominava in quei giorni. L'amministrazione cittadina ha compiuto a sua volta i propri errori, non reagendo con la dovuta velocità, con esiti fata". Fonte: Wikipedia*



# Tradizione e innovazione

Il processo di produzione dei pannelli CLT



Nel senso comune quando si parla di edifici in legno si fa riferimento a strutture temporanee o appartenenti ad una tradizione locale limitata in Italia ad alcune regioni settentrionali.

Nel nostro paese si riconosce tra i materiali il primato indiscusso al laterizio eppure la maggior parte dei solai e dei tetti dei nostri edifici storici è fatta di legno, edifici che sono lì a testimoniare una tradizione ed una durevolezza nel tempo che non può essere confutata. Nel campo delle strutture in fin dei conti conosciamo il cemento armato da relativamente poco tempo mentre il legno è da sempre stato impiegato per resistere agli sforzi anche in condizioni di particolare stress.

Da un lato il legno è sempre stato utilizzato approfittando delle sue caratteristiche naturali. Un albero è una struttura "progettata" per resistere ad un certo tipo di sollecitazione... Le stesse cui sono sottoposti gli alberi dei velieri... e le stesse cui è soggetta una trave...

Il limite delle strutture portanti è sempre stato dovuto alle dimensioni dei tronchi

Almeno finché, dopo qualche tentativo, all'inizio del ventesimo secolo, i progressi della chimica non hanno consentito di ottenere strutture portanti in legno di grandi dimensioni: incollando tra loro tavole di misure standard è possibile ottenere strutture in legno di qualsiasi grandezza senza sacrificare alberi centenari per ottenerle...

Tradizione ed innovazione sono congiunte per valorizzare l'uso di risorse rinnovabili e migliorare le prestazioni degli edifici.

Una dei più recenti progressi riguardanti l'uso del legno in ambito edilizio è la tecnologia CLT (cross laminated timber) o X-LAM

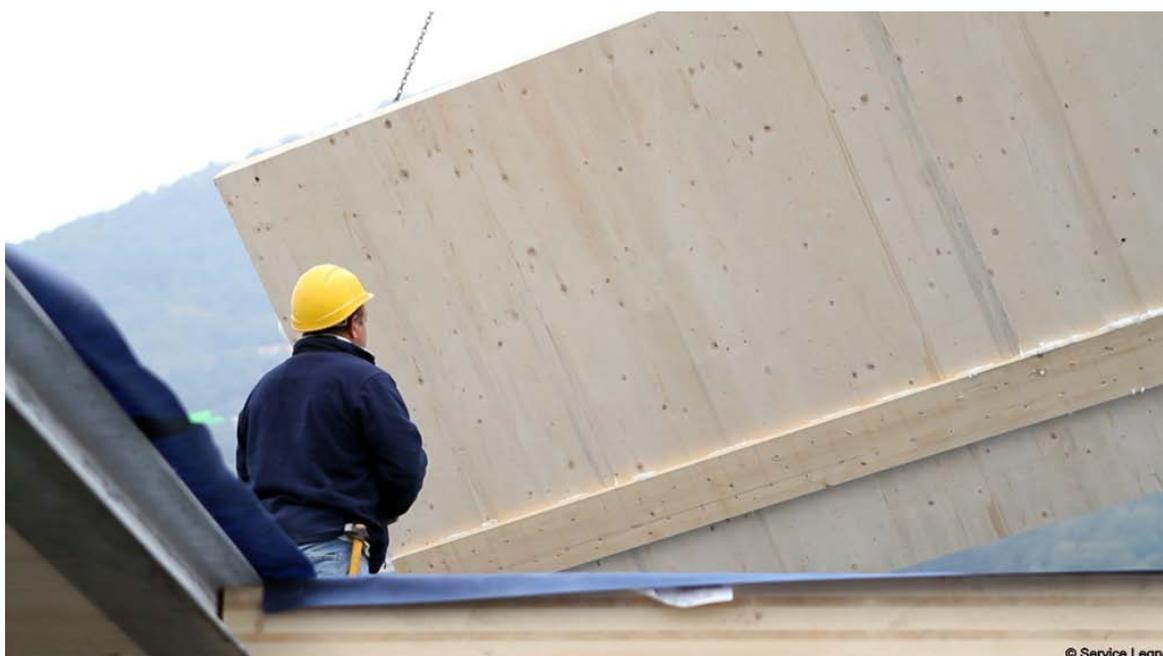
Il principio è molto vicino a quello delle strutture lamellari, ma in questo caso anziché realizzare strutture puntuali (travi e pilastri) si realizzano direttamente le pareti, i solai, le coperture.



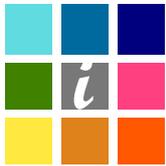
*Parlare di edifici in legno rimanda nel senso comune ad edifici temporanei o a case per le vacanze. In realtà l'innovazione tecnologica ha condotto ad ottenere edifici con elevatissime prestazioni e con un linguaggio architettonico contemporaneo.*



Guarda on line il video "Tradizione e innovazione" sul canale youtube FAFTRAM



© Service Legno



Rispetto alle strutture a telaio, con i pannelli portanti si ottiene un involucro edilizio con una massa maggiore, una densità alta del materiale che equivale ad una maggiore inerzia termica, importante laddove il problema principale in termini energetici non sia conservare il calore d'inverno all'interno delle abitazioni...

Oramai sul web è possibile scaricare innumerevoli filmati sul montaggio di case realizzate con questa tecnica per mostrare la rapidità di esecuzione: la riduzione dei tempi di cantiere è certamente un vantaggio, anche in termini di sicurezza, ed unita alla certezza dei costi fa sì che le strutture in legno siano preferite soprattutto nella realizzazione di opere pubbliche

Se i vantaggi in termini di tempi di realizzazione e di certezza dei costi sono noti, è meno noto, e forse meno documentato, l'intero processo produttivo e spesso si manca di sottolineare quanto tutti i vantaggi delle strutture in legno, per essere ottenuti, comportino una modifica dell'intero processo progettuale e, se si vuole, anche decisionale da parte del committente.

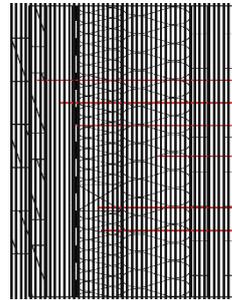
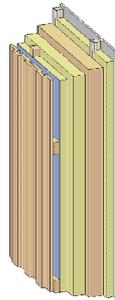
È importante per un progettista, ma anche per un committente, conoscere cosa ci sia a monte di un cantiere efficiente ed è per questo che occorre partire dalla produzione dei pannelli.

Per ottenere un pannello portante esistono varie tecniche. Quella che abbiamo potuto documentare fa riferimento al ciclo di produzione dello stabilimento Storaenso a Bad St Leonard.

dataholz.com

denominazione: awmhoi01a-00  
 stato: 10.09.2009  
 fonte: Holzforschung Austria  
 autore: HFA, SP

## Parete esterna - costruzione massiccia di legno, non retroventilato, con vano tecnico, rivestita



### Valutazione fisico-costruttiva ed ecologica

Protezione dal fuoco	F	60
	REI	60

Con verifica statica su appoggi di legno di sezione 65mm  
 Valutazione effettuata da IBS

Protezione termica	U[W/m <sup>2</sup> K]	0,19
	Comportamento alla diffusione	idoneo
	m <sub>wa,s</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	16,6

Calcolo effettuato da HFA

Protezione dal rumore	R <sub>w</sub> (C,C <sub>2</sub> )	51 (L)
	L <sub>1,w</sub> (C)	-

Valutazione effettuata da TU-GRAZ

Ecologia*	O13 <sub>con</sub>	1,1
-----------	--------------------	-----

Calcolo effettuato da IBO

### Dati dei materiali per la costruzione, composizione degli strati

(dall'esterno all'interno, dimensioni in mm)

Spessore	Materiale da costruzione	Protezione termica				Combust.	
		λ	μ min - max	ρ	c	ON	EN
A	20,0 Legno di larice Rivestimento della parete esterna	0,150	50	600	1.600	B2	D
B	30,0 Legno di abete listellatura (30/60)	0,130	50	500	1.600	B2	D
C	Membrana permeabile al vapore sd ≤ 0,3m						
D	50,0 Legno di abete listellatura (50/60 rispettivamente 80/60; e=625)	0,130	50	500	1.600	B2	D
E	50,0 Lana di roccia [0,040; Rz70]	0,040	1	70	1.030	A	A1
F	80,0 Lana di roccia [0,040; Rz70]	0,040	1	70	1.030	A	A1
G	95,0 Legno massiccio p. e. Compensato di tavole	0,130	50	500	1.600	B2	D
H	50,0 Legno di abete listellatura (40/50; e=625) su staffe regolabili	0,130	50	500	1.600	B2	D
I	50,0 Lana di vetro [0,040; R=16]	0,040	1	16	1.030	A	A2
J	12,5 Gessofibra (Cartongesso) (GKF) oppure	0,210	8	900	1.050	B1	
J	10,0 Pannello gessofibra	0,320	21	1000	1.100	A2	A2

### \*Valutazione ecologica dettagliata

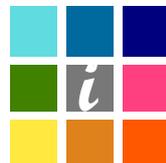
GWP	AP	PEI ne	PEI e	EP	POCP
[kg CO <sub>2</sub> Äqv.]	[kg SO <sub>2</sub> Äqv.]	[MJ]	[MJ]	[kg PO <sub>2</sub> Äqv.]	[kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Äqv.]
-73,1	0,219	611,5	1.403,3	0,036	0,045

### Flächenbezogene Masse

m	Berechnet mit
[kg/m <sup>2</sup> ]	
71,8	Gessofibra (Cartongesso)

dataholz.com - Catalogo di materiali di legno o a base legno, materiali da costruzione, componenti da costruzione e collegamenti per componenti da costruzione con proprietà di fisica tecnica ed ecologiche verificate e/o certificate, approvati per le costruzioni in legno da istituti di verifica accreditati.  
 Le certificazioni di parametri sono considerate valide dalle autorità edilizie austriache.

*I pannelli CLT tra i tanti vantaggi consentono di ottenere dei pacchetti dell'involucro edilizio con grandi prestazioni in ordine al contenimento energetico dell'edificio non solo durante l'inverno ma anche, se non soprattutto, d'estate. I pannelli infatti hanno una grande massa, cosa che consente, rispetto a sistemi a telaio, di ottenere uno sfasamento dell'onda termica di diverse ore. Le prestazioni, se messe a sistema con lo spessore dei pacchetti, mostrano come con la tecnologia CLT si riescono, a parità di prestazioni, a dimezzare quasi gli spessori delle pareti, a tutto vantaggio delle superfici interne negli alloggi. Molte combinazioni sul sito: <http://www.dataholz.com/it/>*

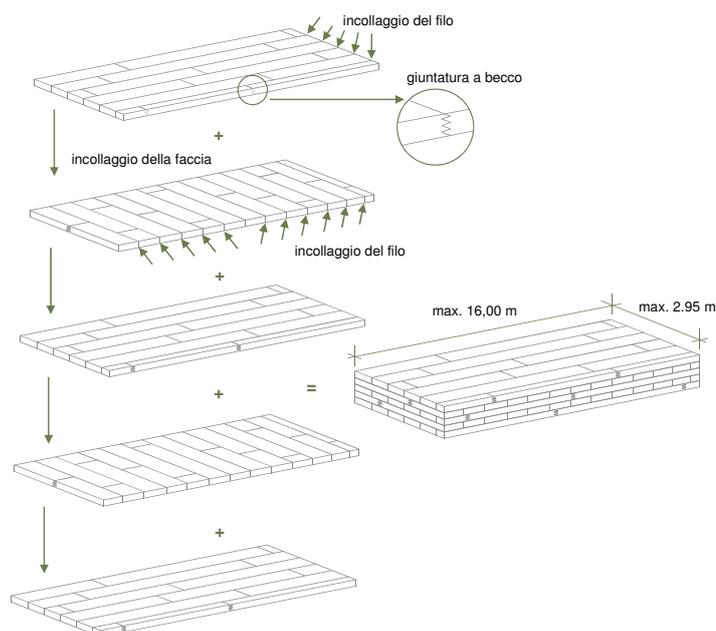


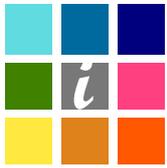
L'obiettivo è di ottenere dei pannelli portanti che misurino due metri e novantacinque centimetri per dodici o sedici metri. La ragione è semplice: dipende non dai centri di produzione ma dalla dimensione massima per il trasporto senza dover prevedere i limiti dei carichi eccezionali. Uno dei fattori principali nelle costruzioni in pannelli portanti e che bisogna tenere da conto anche nella progettazione è proprio la logistica di cantiere. In questo stabilimento, dopo un'ulteriore verifica e selezione, le tavole in arrivo dalla segheria vengono giuntate in testa. Le tavole lunghe sedici metri vengono successivamente incollate sul lato ottenendo dei pannelli monostrato che misurano due metri e novantacinque per sedici metri. Solo successivamente alcuni di questi pannelli vengono ruotati di novanta gradi per incrociare le fibre ed ottenere una piastra meno soggetta alle deformazioni migliorando le caratteristiche della tavola iniziale. Il legno infatti in natura è un materiale anisotropo, ovvero le sue caratteristiche dipendono dalla direzione rispetto alla quale vengono considerate. Incrociando le fibre il pannello può resistere a sollecitazioni provenienti da più direzioni. È poco noto che in termini di calcolo statico ad essere considerati sono solo alcuni degli strati. Una parete è composta sempre da un numero di strati dispari, tre, cinque, sette... nel calcolo vengono considerati solo gli strati con la disposizione delle fibre in verticale.



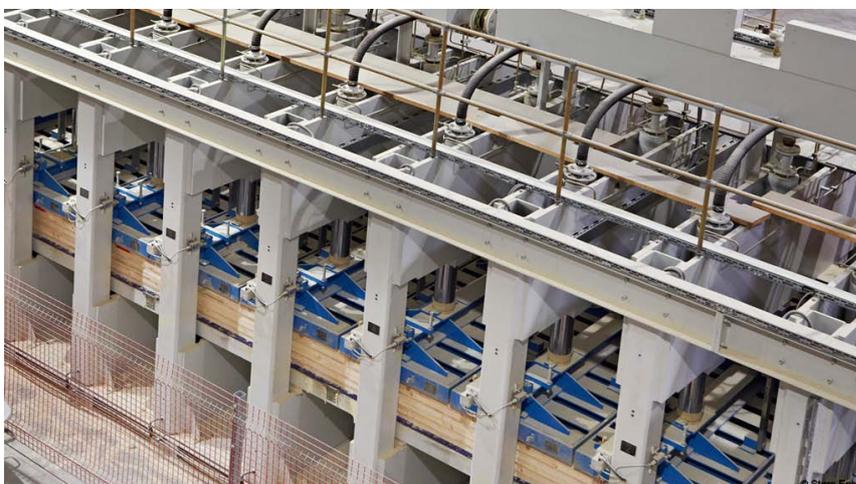
*La prima operazione consiste nel realizzare un giunto a pettine in testa a delle tavole standard. Il giunto è realizzato nello spessore della tavola in modo che non risulti visibile sulla superficie del pannello finito. Si ottengono così delle tavole lunghe 12 o 16 metri che verranno incollate lateralmente (a differenza di quanto fanno altri produttori) per ottenere dei pannelli monostrato. Questa attenzione assicura prestazioni migliori dal punto di vista della tenuta, della resistenza al fuoco, delle prestazioni statiche. Uno dei grandi valori della tecnologia CLT consiste nell'aver valorizzato tavole che, prese singolarmente (per caratteristiche e formato) sarebbero state destinate ad usi meno nobili di quelli per impiego strutturale.*

ESEMPIO: STRUTTURA DI UN PANNELLO IN LEGNO MASSICCIO CLT A 5 STRATI

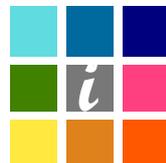




I singoli strati vengono spruzzati di colla tramite ugelli  
Composto il pacchetto una pressa comprimerà gli strati per quaranta minuti.  
La composizione degli strati può essere mista. Se un pannello è destinato ad essere tenuto a vista l'ultimo strato può essere composto da tavole di un'essenza più adatta a questo scopo.



*Alcune fasi del processo di lavorazione.  
In alto: i pannelli mostrati (costituiti da tavole giuntate in testa ed incollate lateralmente) vengono smistati: alcuni pannelli verranno tagliati della misura pari all'altezza del pannello finito e ruotati di 90° per ottenere il mutistrato.  
Al centro: su ciascuno strato degli ugelli cospargono di colla i pannelli. Le colle impiegate hanno una certificazione che ne testimonia l'atossicità e l'assenza di formaldeide. Questo dato è molto importante pensando a degli impieghi abitativi o nelle scuole od ambienti di lavoro.  
In basso: una pressa comprime i pannelli per circa 40 minuti per assicurare il perfetto incollaggio degli strati.*



A questo punto si sono ottenuti dei pannelli multistrato che possono essere ulteriormente lavorati nello stabilimento o inviati ai centri di taglio.

È nei centri di taglio che dal pannello si ottengono le sagome che dovranno poi essere inviate in cantiere.

Nello stabilimento a Bad St Leonard due linee parallele trasformano i pannelli in veri e propri pezzi di edificio.

Ogni componente è numerata.

All'arrivo in cantiere ogni singolo pezzo viene depositato lì dove dovrà essere montato.

Via radio un operaio comunica il codice del pezzo. A terra, chi muove la gru, deposita il pezzo in una posizione determinata basandosi su una mappa precisa del cantiere.

La fase di montaggio richiederà quindi poche ore. Trattandosi di elementi montati a secco la parte portante dell'edificio potrà essere completata in pochi giorni, consentendo di poter portare avanti il completamento e le finiture al chiuso e, negli edifici multipiano, procedere in parallelo con lavorazioni diverse in tutta sicurezza.

È nella programmazione che sta il segreto dell'efficienza dei cantieri di questo genere.

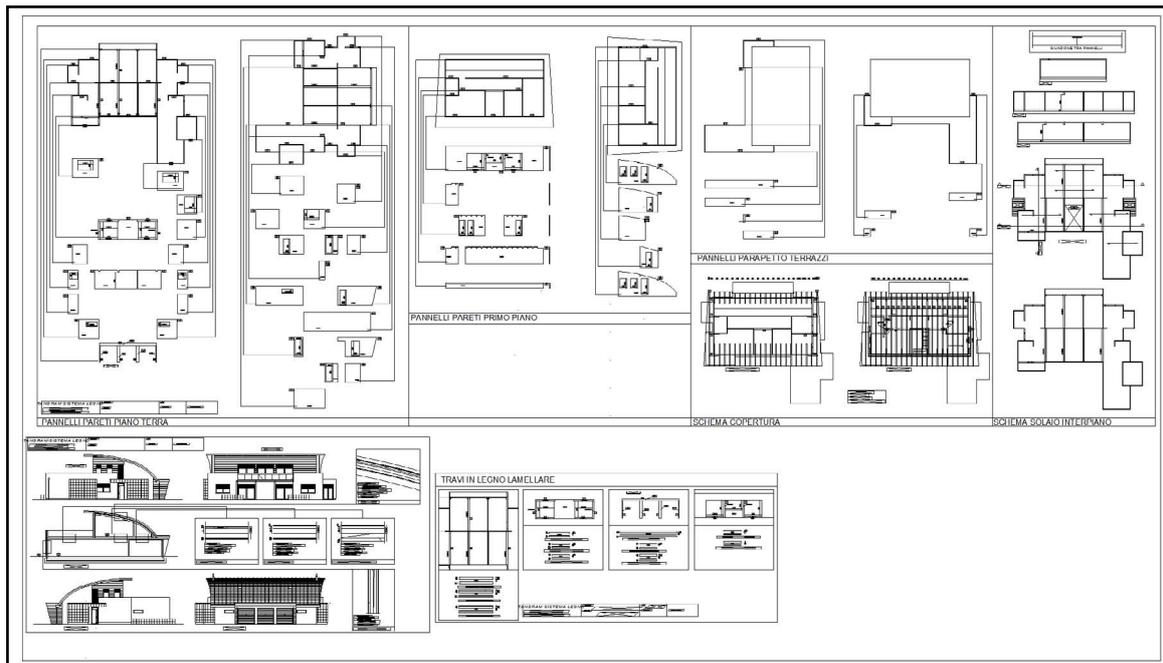
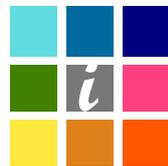
In un cantiere tradizionale c'è invece grande spazio per le modifiche in corso d'opera.

Nel passaggio dal progetto definitivo all'esecutivo entrano in gioco molte variabili.

Fermi restando gli obiettivi prestazionali la scelta dei materiali che verranno impiegati avviene



*I pannelli, dopo l'incollaggio, vengono rifilati e lavorati per ottenere le sagome definitive (aperture, forimetrie, incastri, giunti, fresate, ecc.). Ogni pannello viene verificato e a ciascuno è assegnato un codice identificativo unico. In tal modo ogni singolo pezzo arriverà in cantiere secondo il piano di montaggio previsto, a prescindere dal piano di ottimizzazione stabilito in fase di produzione.*



solitamente ad uno stadio avanzato e dipendono dalla scelta dell'impresa e dei subappaltatori.

I tempi lunghi di cantiere e la stessa tecnologia impiegata consentono ripensamenti anzi potremmo dire che favoriscono le richieste di variazione da parte dei committenti che non sempre comprendono che il semplice spostamento di un divisorio può comportare una rivisitazione degli impianti.

Potremmo parlare di una quota altissima di energia grigia impiegata dai progettisti per realizzare le diverse varianti di progetto.

Il tutto si traduce in ulteriori allungamenti dei tempi, incertezza circa la durata dei cantieri e, soprattutto, imprevedibilità dei costi.

Nel confronto tra il costo di costruzione di edifici tradizionali e costruiti con sistemi a secco c'è un forte squilibrio: nei cantieri tradizionali il costo preventivo è sempre molto diverso da quello a consuntivo, a causa delle varianti e degli imprevisti oppure si ottiene il pareggio tra preventivo e consuntivo a scapito della qualità. Negli edifici in legno invece coincidono e non può essere altrimenti visto che ogni cosa deve essere programmata.

Occorre quindi fare un salto indietro per capire cosa comporti, in termini di processo progettuale, avvantaggiarsi della tecnologia del legno.

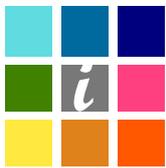
Il pannello prodotto dai centri di taglio ha uno spessore predefinito, dimensioni che hanno la tolleranza del millimetro. Lo spazio per modifiche in corso d'opera si riduce drasticamente.

Il progettista ed il committente devono avere piena coscienza di ciò che andrà ad essere realizzato.

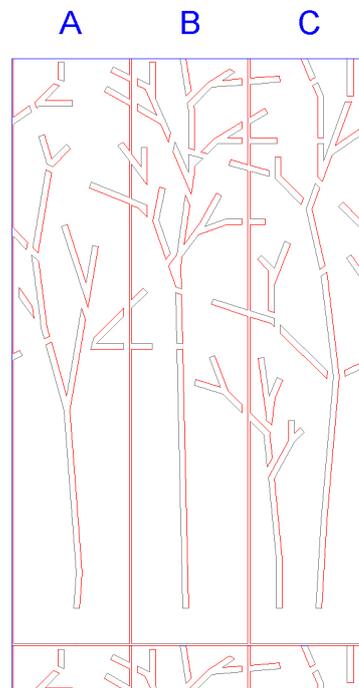
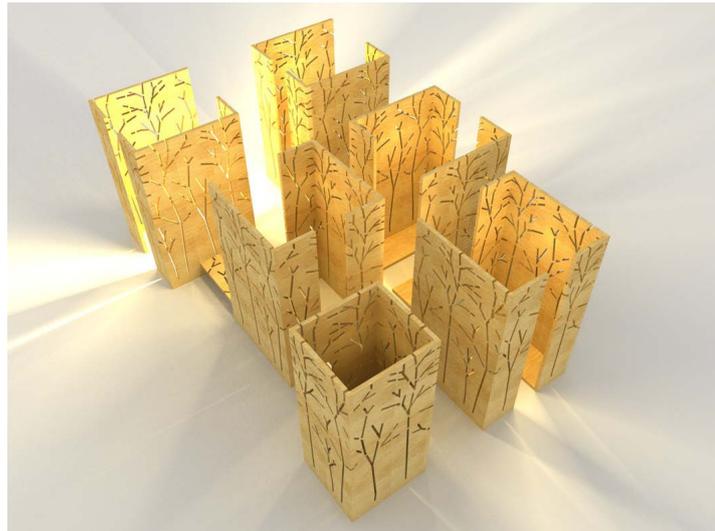
Le modalità progettuali tradizionali non sono più adeguate. L'utilizzo delle simulazioni virtuali dell'edificio non deve essere vista solo in veste di presentazione alla committenza ma deve servire ai progettisti da un lato ad aiutare i committenti a fare le scelte giuste, dall'al-

*Un esempio di tavola di cantiere per un edificio con pannelli CLT.*

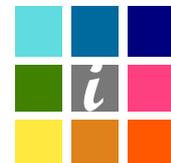
*Poichè tutte le componenti sono state definite per la produzione (rispetto alle dimensioni, tipologia di giunzione, aperture e forimetrie di varia natura), la tavola di cantiere dovrà essere chiara circa la collocazione degli elementi per procedere al loro assemblaggio. Per ogni elemento, numerato, viene specificata la collocazione. In tal modo è possibile provvedere al montaggio immediato dei pannelli senza dover prevedere uno stoccaggio.*



tro a mantenere sempre il pieno controllo progettuale. Sarebbe bene che la fase esecutiva parta in contemporanea alla stesura del progetto definitivo. Non basta saper calibrare le prestazioni dei pacchetti, bisogna verificare quali siano gli spessori in commercio, sapendo quali siano le reali condizioni in cui normalmente i progettisti si trovano ad operare (confine... minimi dimensionali), condizioni in cui variazioni anche minime possono creare non pochi problemi. Attualmente le imprese che costruiscono in legno compensano l'insufficiente preparazione specifica dei progettisti provvedendo al proprio interno all'ottimizzazione dei dettagli esecutivi ed ancor più costruttivi. Un'ulteriore ottimizzazione avviene nei centri di taglio in cui si cerca di ridurre gli sfridi di lavorazione al fine di contenere i costi e, soprattutto, di non sprecare inutilmente risorse. Sta quindi ai progettisti riconquistare il proprio ruolo innovando il proprio modo di gestire il progetto. È nella cura nella fase di progettazione definitiva ed esecutiva che sta il contributo che i progettisti possono dare all'ottimizzazione dell'intero processo anche se ciò comporta il dover rinunciare al vecchio detto per cui "il progetto si fa in cantiere". Certo anche l'industria del legno può fare la sua parte, in termini di informazione tecnica e forse anche in termini di uniformità degli standard pensando anche che i progettisti sono abituati a pensare con un'approssimazione al centimetro..



*Ancor più rispetto alla realizzazione di edifici tradizionali, per le costruzioni a secco risulta fondamentale un'accurata progettazione 3d. Il controllo e la verifica in sede progettuale consentono di anticipare le fasi di assemblaggio vero e proprio con una modalità che se si vuole è propria alla meccanica e meno all'edilizia. Non si tratta di realizzare previsualizzazioni con finalità esclusivamente estetiche, ma di riuscire a prevedere, e quindi ottimizzare l'intero processo costruttivo. In queste immagini: modello 3d dello stand MAK Holz -Stora Enso al MADE Expo di Milano; dettaglio degli elementi studiati per l'ottimizzazione in fase di taglio e per la riduzione degli sfridi di lavorazione; fase di premontaggio in capannone.*



Un ulteriore contributo dei progettisti può essere dato in termini di consapevolezza rispetto all'impatto ambientale di ogni intervento.

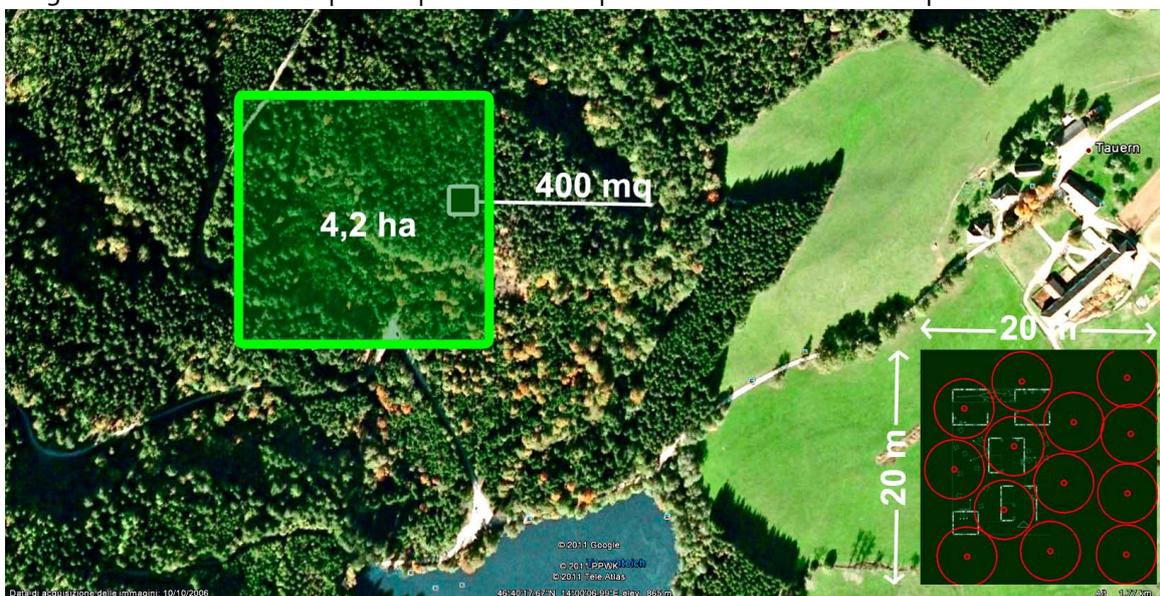
La tracciabilità del legno e delle certificazioni sono solo un esempio.

Conoscendo i ritmi di accrescimento dei boschi certificati e le politiche forestali adottate nelle diverse zone potremmo stimare non solo la quantità di legno impiegato per la realizzazione di un edificio ma addirittura risalire a quale impatto la produzione della materia prima necessaria abbia avuto sul territorio.

Nel caso del legno, ad esempio, proveniente dalle foreste austriache, questo dato, per quanto indicativo, è una certezza. La gestione forestale austriaca, volta all'incremento costante delle risorse, rassicura, e nonostante i dati che testimoniano delle enormi quantità di legno trasformato sappiamo che si tratta di una goccia nel mare.

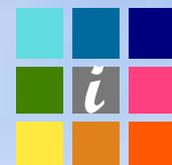
Possiamo dire lo stesso dei materiali derivati dalle cave che, per altro, non si rinnovano?

Progettare in modo consapevole può voler dire porsi anche domande inaspettate.



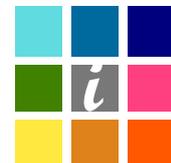
*Quanto legno occorre per realizzare un edificio? O meglio: quanta foresta? In quanto tempo si rigenera il legno impiegato? Nel caso dello stand MAK Holz - Stora Enso è stata effettuata questa verifica. Sono stati impiegati 22,5 mc di pannelli CLT. Considerato che per produrre i pannelli vengono impiegate tavole piallate (con uno sfrido del 10 % del volume) possiamo calcolare 25 mc di tavole derivate dalla segheria. Rispetto al tronco il 62% finisce in segati (il resto - cortecce, cippati e segature - trova altre destinazioni). Da questo dato otteniamo 40 mc di tronco che ha dato origine alla struttura. Partendo dalla densità di tronchi misurata nel bosco sperimentale di Ossiach abbiamo potuto stimare un area di*

*circa 4 ettari in cui sono presenti una dozzina di alberi dell'età di 49 anni per ottenere una quantità equivalente di volume di tronco. La valutazione in termini di rigenerazione di volumi equivalenti è ancora più facile: tenendo conto dei ritmi di accrescimento delle foreste austriache (che tengano correttamente contodei soli boschi di conifere) si calcola che ogni secondo si rigeneri 1 mc di tronco. In appena 40 secondi si sarà rigenerato il legno necessario per realizzare lo stand.*



Architetture

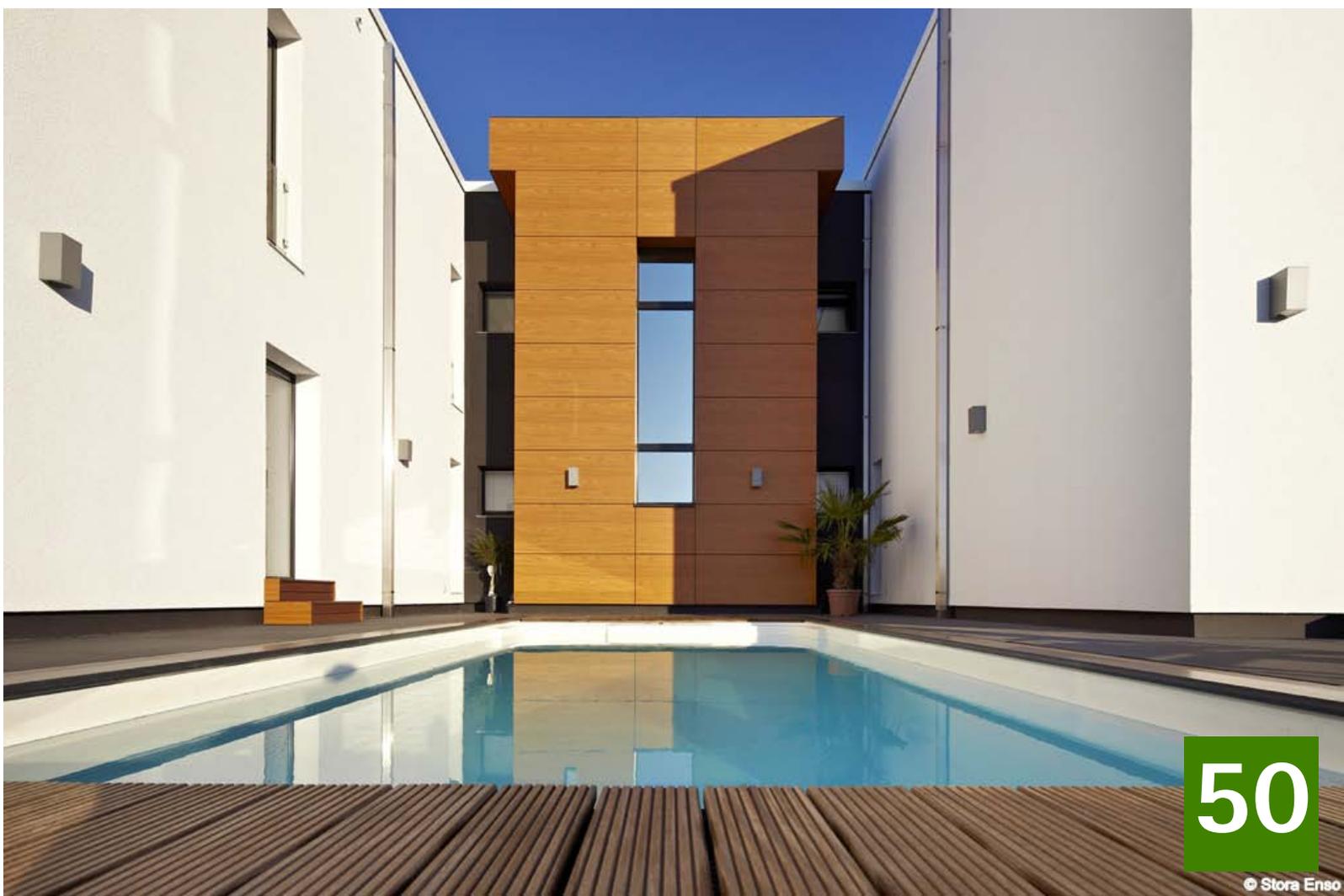
Edifici in legno o edifici contemporanei?

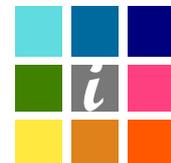


L'avvento della tecnologia CLT può costituire una svolta anche nel linguaggio architettonico contemporaneo?

Laddove la tecnologia (nella versione High Tech degli anni '80 e '90 e nelle più recenti versioni *slow* che caratterizzano l'edilizia sostenibile) spesso ha finito per diventare vero e proprio linguaggio, con talvolta dei veri e propri *non-sense* (quante volte si vedono frangisole sulle facciate nord giusto per "comunicare" un concetto di sostenibilità evidentemente travisato...), ciò che pertiene alla tecnologia delle strutture può finire per caratterizzare gli edifici, condizionandone le scelte formali, funzionali e di finitura. Pensando alle strutture in cemento armato di Nervi o alle grandi strutture di Calatrava non si può non pensare a vere e proprie celebrazioni dei materiali impiegati per cui vale la legge che la forma segue la funzione (in questo caso strutturale..).

Il CLT è invece una tecnologia discreta dal punto di vista dei linguaggi, molto più innovativa sotto il profilo del processo progettuale che non degli esiti formali che può ispirare. Se il legno lamellare ha istigato allo sviluppo di forme a guscio nervate complessissime (riprendendo e facendo evolvere analoghe ricerche formali sviluppate col cemento armato e l'acciaio nel secolo scorso), col CLT le sfide sono in qualche modo meno eclatanti. È nel superare i limiti degli edifici in altezza che si sperimentano i progettisti, oppure nella realizzazione di composizioni volumetriche complesse che si può giocare ponendo il vincolo di lavorare con una logica a setti portanti e piastre.





Ma questo genere di sfide non ha quel gusto per il manifestarsi eclatante: rimane sempre una scelta progettuale il voler mostrarne la natura.

La realizzazione di uno sporto significativo con spessori degli aggetti ridotto è certamente un risultato ottenibile con i pannelli CLT ma sicuramente certe finenze saranno apprezzabili solo dagli addetti ai lavori che sanno perfettamente immaginare i corrispondenti spessori se realizzati in laterocemento o cemento armato.

In definitiva un'edificio realizzato con pannelli CLT può essere un'architettura in cui il legno c'è ma non si vede.

Partendo dal principio che il legno va protetto (soprattutto quello strutturale, che deve svolgere nel tempo una funzione portante essenziale e che quindi deve essere salvaguardato nel mantenimento delle proprie caratteristiche), non è detto che il legno, in quanto struttura, si manifesti esplicitamente.

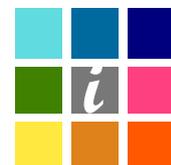
L'involucro di un edificio in CLT può essere rivestito con i materiali più diversi, può essere intonacato, o rivestito con tavolati in legno al pari di una muratura in laterizio: ma un rivestimento in doghe di larice non avrà nulla a che vedere con quanto c'è di ossatura interna.

Svolgendo la sua funzione strutturale il pannello CLT potrà essere accoppiato ai materiali più diversi.

Alcuni edifici non rivelano affatto la propria natura intrinseca. Difficilmente riusciremo a capire che l'edificio Bridport è



*I pannelli in CLT devono essere protetti in esterno, nella generalità dei casi, con rivestimenti diversi (dall'intonaco, a materiali differenti o con facciate a loro volta in legno). Lo stesso nel caso degli interni in cui siamo certamente abituati ad immaginare (e a "desiderare") un pavimento in legno ma non un soffitto (se non in contesti molto tradizionali).*



stato realizzato in legno: siamo davanti ad un edificio multipiano e, per nostro abito mentale penseremo ad una struttura tradizionale o meglio non penseremo affatto alle implicazioni tecnologiche della struttura.

Lo stesso discorso potrà farsi per le finiture interne.

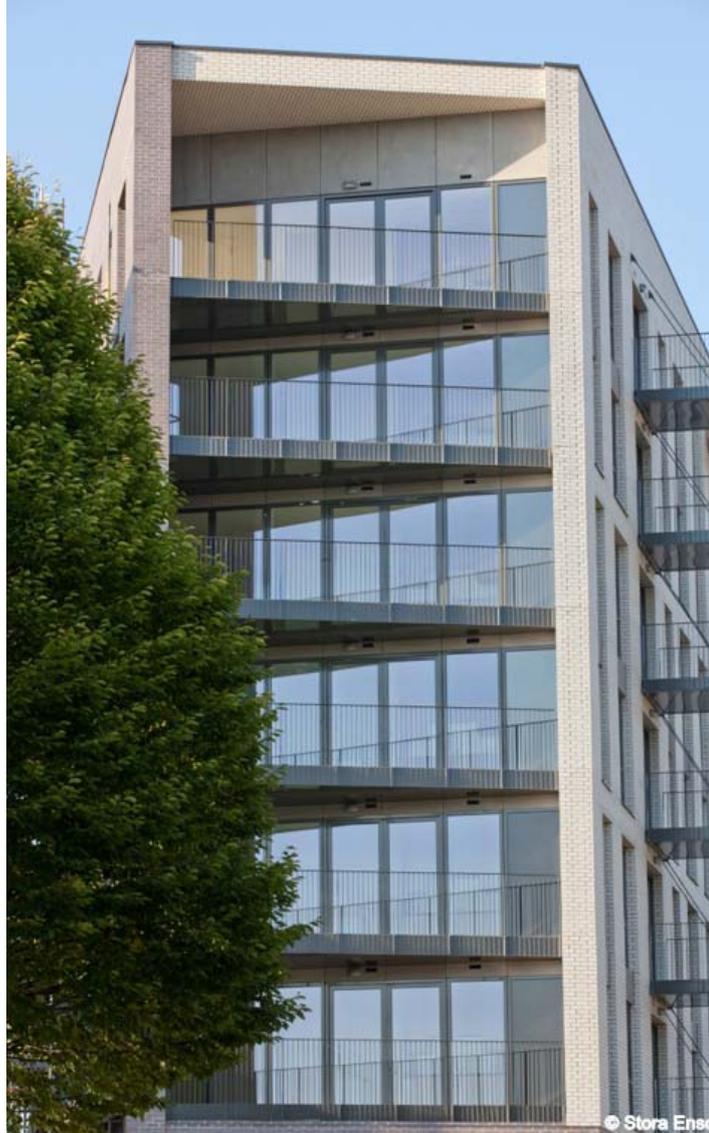
Negli interni, in cui le superfici sono protette dall'aggressione degli agenti atmosferici, il legno più facilmente può mostrare il suo volto.

Siamo abituati ai pavimenti in legno, un pò meno a vedere una parete, un soffitto.

Per la verità anche in esterno è possibile avere dei pannelli a vista: in questi casi si preferisce realizzare in larice lo strato esposto, perché notoriamente più resistente all'azione degli agenti atmosferici.

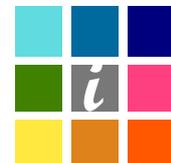
Anche in questi casi però bisogna tenere a mente le regole sempre valide del buon costruire: la facciata va sempre e comunque protetta (da uno sporto ad esempio), soprattutto in quei casi in cui l'ultima pelle non possa essere considerata uno strato di sacrificio, ovvero sostituibile dopo un certo numero di anni, proprio perché incorporata alla struttura.

Per il resto negli interni il lasciare una finitura a vista o meno (posto che nei pannelli CLT esiste proprio la qualità a vista con un grado di finitura superiore allo standard, rispetto ad esempio alla piallatura delle tavole) rimane una pura e semplice scelta progettuale che va combinata con altri fattori, non solo di ordine estetico.



*In alto: l'edificio Bridport non rivela la sua natura strutturale: anzi, il fatto che si tratti di un edificio multipiano non ci fa sospettare che sia stato realizzato interamente in CLT.*

*In basso: i pannelli strutturali accoppiati con materiali differenti solo in alcuni casi mostrano il proprio volto.*



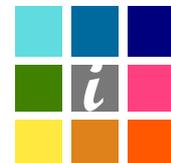
Il legno contribuisce notevolmente al benessere ambientale di un interno, per la sua capacità di regolatore degli equilibri igrometrici, per il semplice fatto che il comfort termico è fortemente condizionato dalla temperatura delle superfici interne (al di là della temperatura misurata nell'ambiente è l'effetto radiante che condiziona il comfort). Ecco un altro risvolto in termini di efficienza energetica: se il livello di comfort (e quindi di benessere che è sempre legato ad una percezione) è condizionato da un dato fisico quale la temperatura superficiale, i termostati di regolazione potranno essere mantenuti a temperature più basse. Si aggiunga l'effetto ottico del legno (che non ha a che vedere solo con un aspetto estetico): le tonalità "calde" lo sono per davvero nella percezione della temperatura ambientale, con uno scarto di 2 o 3 gradi rispetto a tonalità fredde.

Il comfort è fatto anche di controllo acustico e certamente un ambiente con legno a vista ha *performance* che altre finiture non possono ottenere.

Chiaramente una parete con pannello CLT a vista non può essere utilizzata per un passaggio degli impianti come una qualsiasi controparete, ma le lavorazioni con macchine a controllo numerico che consentono la realizzazione di forimetrie con la tolleranza al millimetro, non escludono la possibilità di attrezzare pareti con legno a vista. Il grande vantaggio dei pannelli CLT sta sicuramente nell'ottenimento di pareti e solai con altissime performance pur contenendo spessori e soprattutto il peso della struttura (importantissimo questo dato soprattutto negli interventi sull'esistente, come nelle sopraelevazioni). Tutto il resto è lasciato alla discrezione del progettista, alla sua sensibilità e, soprattutto, alla sua capacità di sfruttare al meglio una tecnologia dai molti pregi e dalle molte facce.

*Negli interni si può scegliere di caratterizzare un ambiente lasciando i pannelli a vista. Nell'immagine in basso un bagno con una parete ed il soffitto con pannello a vista. Si può notare che, pur in assenza di una controparete, è stato possibile inserire un "termoarredo" sul pannello. Il legno aumenta il comfort anche visivo. Il legno in certi ambienti è consigliato perchè rimanda alla natura riportandoci simbolicamente ad uno stadio primordiale che ben si adatta alle funzioni svolte nella stanza da bagno.*





Carlo Bughi, architetto libero professionista, vive e lavora a Bologna. Professore a contratto presso la Facoltà di Architettura di Ferrara nel corso di Tecniche della Rappresentazione dell'Architettura II anno dal 2007. Competence Center per Nemetschek Italia per l'area di Bologna. Svolge attività di docenza in corsi di aggiornamento professionale aperti ai professionisti per conto di Nemetschek Italia, Consorzio Ferrara Ricerche e per il Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara. Dal 2009 coordinatore delle attività inerenti il progetto di didattica multimediale FAFTRAM attraverso il sito [www.faftram.it](http://www.faftram.it) presentato in occasione di DIDAMATICA nel 2010, ha curato la realizzazione di videocorsi sull'uso di software dedicati alla modellazione e rappresentazione dell'architettura. Dal 2010 coordinatore del gruppo di lavoro per il Consorzio Ferrara Ricerche per la realizzazione di cataloghi multimediali e strumenti divulgativi sul tema delle costruzioni in legno sviluppato per il Consorzio Stile 21. Svolge attività di coordinatore per conto del Consorzio Ferrara Ricerche nei progetti finalizzati alla valorizzazione dello sviluppo tecnologico in collaborazione con L'Invisibile by portarredo e MakHolz. Promotore per il C.F.R. presso AICA (Associazione Italiana per l'Informatica ed il Calcolo Automatico) del progetto per la certificazione ECDL B.I.M. (Building Information Modeling). Coordinatore del gruppo Ricerca e Sviluppo Area BIM per il CFR. Progettista dal 2009 degli allestimenti del Biografilm Festival a Bologna e dell'allestimento del progetto Alberti's Box, presentato a Ferrara al Salone del Restauro 2011. Progettista per l'impresa Grassi-Crespi nella partecipazione all'Housing Contest per la progettazione di edifici destinati all'housing sociale a basso costo ed alta efficienza energetica. Ha pubblicato contributi sul tema della rappresentazione dell'architettura nella collana "Housing" e "A/S Architettura sostenibile" editi da Maggioli e nel volume "Il progetto del colore. Vademecum tecnico operativo per la gestione cromatica delle superfici architettoniche", Maggioli, 2011. Svolge attività di consulenza per la comunicazione e la formazione per MAK Holz e Stora Enso per la valorizzazione e la diffusione della tecnologia CLT in ambito italiano. In tale veste ha progettato lo stand MAK Holz - Stora Enso al MADE Expo di Milano nell'ottobre 2011, in collaborazione col Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara per l'allestimento della mostra "Abitare il bosco", la struttura espositiva Wood Wide Wall (esposta a Progetto Fuoco, Verona, febbraio 2011, Salone del Restauro, Ferrara, marzo 2012, Dipartimento di Architettura, Ferrara, aprile-maggio 2012). Ha curato la conferenza "Tradizione costruttiva ed innovazione edilizia. L'impiego del legno negli interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente per le aree del mediterraneo", tenutasi il 28 marzo in occasione del Salone del Restauro 2012 a Ferrara. Autore dei video documentari "Abitare il bosco", "La filiera del legno", "Tradizione ed innovazione", visibili sul canale **faftram di youtube**. Gestisce il sito web [www.makholz.com](http://www.makholz.com) e lo sviluppo e l'implementazione dei documenti tecnici, di formazione e divulgazione sull'impiego della tecnologia CLT. Coordina l'area tecnica sul sito [www.cennidicambiamento.it](http://www.cennidicambiamento.it) dedicato al progetto di via Cenni a Milano.



contatto [info@makholz.com](mailto:info@makholz.com)