

# Consapevoli riusi

Sostituibilità e recuperabilità sono nuove “classi di esigenza” per i materiali dell'edilizia: minimizzare l'uso delle risorse non rinnovabili e massimizzare l'impiego di quelle naturali sono gli input per la progettazione di nuova generazione. E insieme alle certificazioni, le LCA diventano indispensabili. Una case history italiana

Francesca Giglio

La crescente attenzione in ambito normativo delle problematiche ambientali, grazie ai progressi della ricerca nazionale e internazionale evidenzia come l'energia “incorporata” da un materiale non debba essere trascurata rispetto all'energia operativa dell'edificio e va considerata nel bilancio energetico e ambientale globale.

Un importante contributo è quello della Comunità Europea che consente ad ogni Paese che intenda far evolvere il proprio sviluppo verso livelli sempre maggiori di sostenibilità, di promuovere la compatibilità ambientale nei processi produttivi e costruttivi attraverso direttive e strategie programmatiche, il VI Programma Quadro<sup>1</sup> e il VI Programma Quadro<sup>2</sup>:

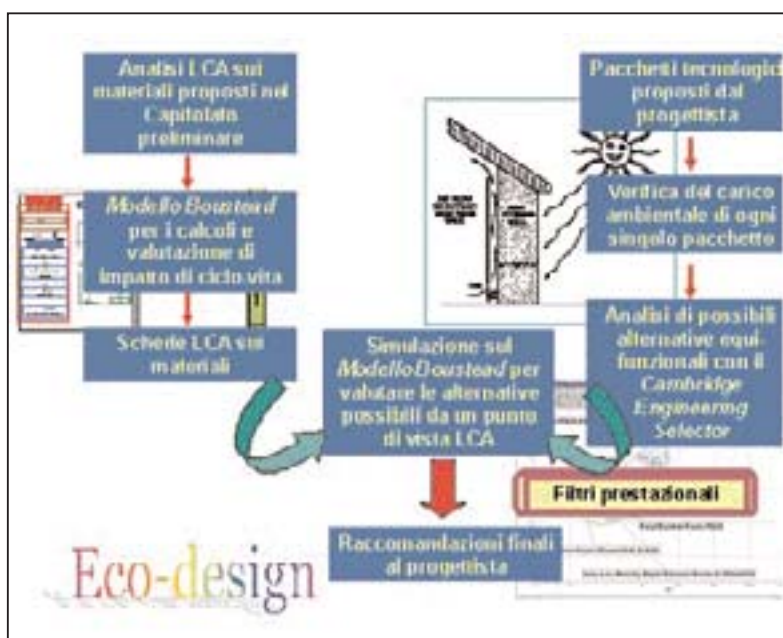
Anche Agenda 21 propone la minimizzazione, per limitare l'incremento nella produzione mondiale di rifiuti, che si prevede da 4 a 5 volte quella attuale per il 2025 e il riuso e riciclo, con la richiesta di promuovere incentivi insieme alla rimozione di standard o specifiche che possano determinare una discriminazione dei materiali riciclati.

In Italia il Decreto Legislativo 5/02/1997 n°22 (noto come Decreto Ronchi, in attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e rifiuti di imballaggi) ha come

obiettivo la riduzione della produzione dei rifiuti, l'incentivazione al loro recupero e riciclaggio nonché la riduzione del ricorso al conferimento in discarica, disponendo che la gestione dei rifiuti si conformi ai principi di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, nella distribuzione, nell'utilizzo e nel consumo di beni da cui originano i rifiuti, nel rispetto dei principi dell'ordinamento nazionale e comunitario.

E' opportuno, quindi, incoraggiare il riciclaggio dei materiali edili e il loro utilizzo (vedi schema).

*Approccio metodologico adattato per supportare le scelte del progettista del parco tecnologico delle Langhe.*



Gerarchia degli scenari di fine vita in funzione delle fasi di costruzione e demolizione - Kibert C.J. Pretoria 2000.

fase	operazione	strategia
riduzione	Ottimizzazione delle risorse	ripensare il modo di progettare
		Riduzione delle risorse stima e classificazione
		Riduzione degli imballaggi distribuzione inversa dal consumatore al fornitore
		Prevenzione Implementare l'uso di materiali rispettosi dell'ambiente
riuso	decostruzione riuso componenti In sito per nuovi componenti	Disassemblaggio dell'edificio per il recupero di materiali e
riciclo	"upcycle"	Creare prodotti riciclati con le stesse prestazioni dei prodotti tradizionali
		"recycle"
		"downcycle" Materie prime per lo stesso uso
		Materie prime per usi di minore importanza
compostaggio		
incenerimento		
discarica		



Esempio di casa ecologica realizzata sul lago di Ginevra. Le pareti portanti e le tramezzature interne sono realizzate in PLS. La struttura del tetto è in legno di Douglas con coperture in scandole alpine di larice. La pavimentazione esterna è in cubetti in legno di larice.

Si calcola che in Europa venga riciclato solo il 5% dei materiali da costruzione rispetto ad una possibilità di riciclaggio del 75%: l'Istituto Worldwatch ha previsto che nel 2030 la principale fonte di materiali per l'industria sarà costituita proprio dal riciclaggio (Brown).

### Il ruolo del progettista

Oggi, il progettista non può più ignorare le problematiche legate alla minimizzazione delle risorse, anche a causa del Decreto attuativo della Legge 109/94 sui Lavori Pubblici (e successive modifiche) in esso si stabilisce che "(...) La progettazione è informata a principi di minimizzazione di risorse materiali non rinnovabili e di massimo riutilizzo delle risorse naturali impegnate dall'intervento(...)"<sup>3</sup>

Un possibile contributo alla riduzione del problema è il risultato di una ricerca<sup>4</sup> che ha

indagato le possibilità di controllo che ha la progettazione, all'interno del processo realizzativo, sulle scelte materiche e costruttive negli interventi ex-novo e di recupero. Il risultato ottenuto è uno strumento-guida per il progettista nella scelta di soluzioni tecniche alternative valutandone la loro sostituibilità e recuperabilità, quali indicatori principali del controllo degli impatti in fase di uso e dismissione. La sostituibilità e recuperabilità diventano, quindi, le classi di esigenza che raccolgono tutti i requisiti che una soluzione dovrebbe avere per ridurre la quantità di scarti da demolizione, in fase manutentiva e in fase di dismissione, e da costruzione rispetto ad un intervento ex-novo. Individuato un criterio di valutazione per ogni singolo requisito, la soluzione progettata si valuta sulla base di una scala parametrica (da 0,1 a 12)<sup>5</sup> che attribuisce un indice di merito ad ogni singola soluzione, in funzione del requisito valutato. La valutazione della soluzione tecnica avviene attraverso la compilazione di un format che porta ad un grafico indicante il livello di requisito ideale a cui tendere (precedentemente individuato attraverso criteri analitici) e il livello prestazionale della soluzione progettata. Il grafico ha sulle ascisse i requisiti valutati e sulle ordinate la scala parametrica. Nella tabella in basso si riportano di seguito i

Requisiti analizzati nel sistema di valutazione, raggruppati in funzione delle Classi di esigenza e delle Esigenze.

Classe di esigenza Sostituibilità			Classi di esigenza Recuperabilità	
Esigenze	Facilità d'intervento	Flessibilità d'uso	Gestione	Riutilizzabilità
Requisiti	(Ra)Ispezionabilità (Rb)Riparabilità (Rc)Pulibilità (Rd)Sostituibilità	(Re)Attrezzabilità impiantistica (Rf)Spostabilità e ricollocabilità (Rg)Coordinazione modulare	(Rh)Durabilità (Ri)Affidabilità	(Rl)Riciclabilità dei materiali da costruzione (Rm)Smontabilità (Rn)Separabilità dei componenti (Ro)Omogeneità dei componenti (Rp)Assenza di emissioni e sostanze nocive (Rq)Asetticità

requisiti valutati in funzione delle esigenze analizzate.

La produzione ormai è in grado di fornire moltissime varianti di prodotti e componenti che consentono di “elevare” il livello di requisito richiesto dal sistema per rendere i componenti della propria soluzione Sostituibili e Recuperabili e, di conseguenza, facilmente introducibili in un ulteriore ciclo produttivo.

Lo strumento è utilizzabile da progettisti ai quali venga richiesta una valutazione tecnica sullo scenario di fine vita del materiale di scarto e sulla gestione dei rifiuti da CeD.

Le stesse problematiche di riduzione degli impatti e recupero di scarti nei processi produttivi sono affrontate parallelamente dal settore industriale, oltre che con strumenti volontari (come EMAS, regolamento CEE n° 1863/93) di controllo del processo produttivo o con analisi del ciclo di vita del prodotto (LCA), anche con azioni più semplici ma, sicuramente efficaci.

## Conclusioni

Da pochissimo tempo l'UE ha approvato una proposta di Direttiva per individuare norme specifiche per la progettazione eco-compatibile dei prodotti.

La proposta vuole rappresentare un esempio concreto di integrazione degli aspetti ambientali nelle altre politiche comunitarie, identificando specifiche e criteri per la progettazione eco-compatibile, migliorando le prestazioni ambientali complessive dei prodotti senza ostacolare la loro libera circolazione all'interno dell'Unione Europea.

Nonostante il continuo recepimento di Direttive di politica ambientale nel nostro Paese, “ (...)L'uso delle risorse non rinnovabili è in netto peggioramento (...)”, ce lo conferma il rapporto Issi 2002, una analisi condotta dall'Istituto Sviluppo Sostenibile Italia (diretto da Edo Ronchi) che individua lo sviluppo sostenibile come funzione di tre grandi variabili: lo sviluppo sociale ed economico; la qualità dell'ambiente e l'uso delle risorse.

Questo scenario è legato probabilmente alla difficoltà esistente tra attori di un processo con approcci troppo differenti e complementari e che necessitano di un unico linguaggio e di un unico obiettivo.

## La certificazione ambientale

Quando si parla di certificazione ambientale è opportuno distinguere chiaramente in Sistemi di Gestione Ambientale (SGA) oppure marchi ambientali di prodotto. In entrambi i casi è bene ricordare che si tratta di sistemi ad adesione volontaria.

Per quanto riguarda i SGA, le Certificazioni ambientali più diffuse sono le cosiddette ISO 14001 ed EMAS (anche se per quest'ultima si dovrebbe più correttamente parlare di registrazione). Volendo spiegarne il significato in modo molto sintetico, si potrebbe dire che queste due certificazioni vengono rilasciate alle Organizzazioni (è il generico termine con cui si definiscono gli enti e le aziende che ottengono le certificazioni) che dimostrano di possedere dei sistemi di gestione (conformi ai requisiti contenuti nelle norme stesse) grazie ai quali le tematiche ambientali vengono affrontate in modo organico ponendosi degli obiettivi, programmando delle attività e controllando che tali attività portino ai risultati ottenuti.

La differenza sostanziale tra i due schemi di certificazione risiede nel fatto che l'EMAS prevede una dichiarazione ambientale con la quale l'Organizzazione deve presentare al pubblico i risultati della propria gestione ambientale.

Come ultima nota è necessario osservare che non essendoci requisiti prestazionali, l'ottenimento delle certificazioni non deve essere identificato necessariamente con una buona qualità ambientale ma semplicemente con una organica gestione dei problemi.

Relativamente alle certificazioni di prodotto, invece, è opportuno parlare di - etichette di tipo 1, per le quali è previsto il rispetto di limiti di performance ambientali (emissioni, energia, ecc.) che devono essere stabiliti dall'Ente preposto al rilascio dello stesso marchio;

- etichette di tipo 2, che si basano su una autodichiarazione del produttore non certificata (esempio la percentuale di riciclabilità del prodotto di riferimento);

- etichette di tipo 3 che certificano la veridicità di una dichiarazione ambientale contenente le caratteristiche ambientali del prodotto valutate in ottica di ciclo di vita (analogamente al regolamento EMAS).

Per quanto riguarda le etichette di tipo 1, è certamente fondamentale ricordare il caso dell'Ecolabel Europeo per il quale i limiti da rispettare (criteri) sono stabiliti dalla Comunità Europea ed è via via sempre più diffuso nei punti di vendita di tutto il territorio comunitario. Relativamente alle etichette di tipo 3, infine, è opportuno ricordare il sistema di certificazione attivo in Svezia per il rilascio del marchio EPD™ (Environmental Product Declaration).

Anche in questo caso è opportuna una nota conclusiva osservando come mentre il marchio di primo tipo (Ecolabel) impone il rispetto di criteri ambientali (eccellenza ambientale), il marchio di tipo 3 (EPD™) dimostra che la relativa dichiarazione è conforme alla realtà e quindi identifica la trasparenza dell'informazione.

## Un'analisi di ciclo di vita: case history PLS/Bonelli<sup>6</sup>

Un esempio è stato dato dall'industria Bonelli, da anni impegnata nella ricerca di nuovi materiali che ha presentato il brevetto di un pannello isolante (PLS) al fine di ottenere un materiale innovativo con ottime proprietà isolanti, dimostrando i propri obiettivi nella riduzione degli sprechi nel processo di lavorazione.

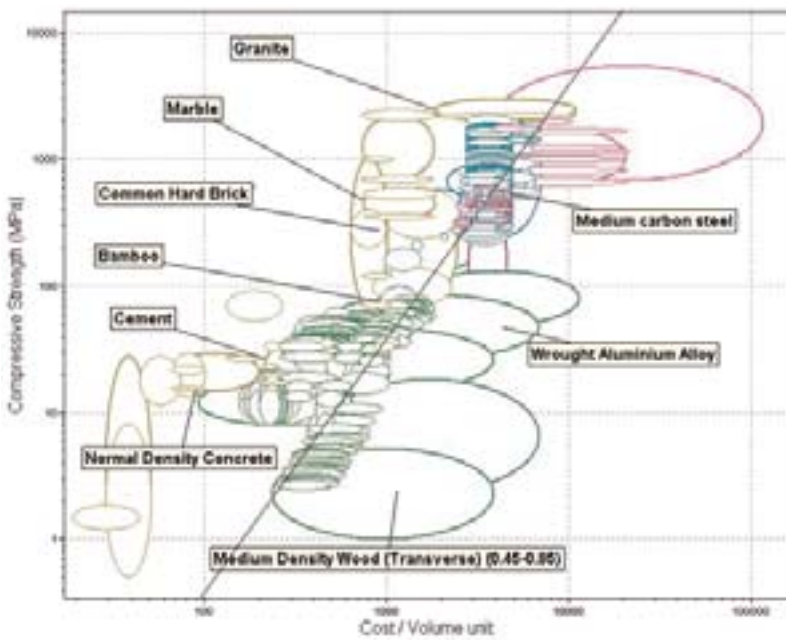
Il PLS è un materiale da costruzione che impiega quale materia prima principale i reflui di legno generati dagli scarti della segheria interna all'azienda, dove normalmente avviene la realizzazione di manufatti in legno a partire

### Note

1. Secondo la Comunicazione della Commissione UE sul Sesto Programma di azione per l'ambiente della Comunità Europea “Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta”, per perseguire gli obiettivi delle politiche ambientali, gli Stati devono essere incoraggiati ad utilizzare metodi di governo (governance) anche alternativi alla normativa tradizionale, quali gli accordi volontari.

2. Secondo il Quinto programma di azione a favore dell'ambiente, il conseguimento dello sviluppo sostenibile comporta cambiamenti significativi nell'attuale mutamento di sviluppo, produzione, consumo e comportamento. Il programma auspica, tra l'altro, la pre-



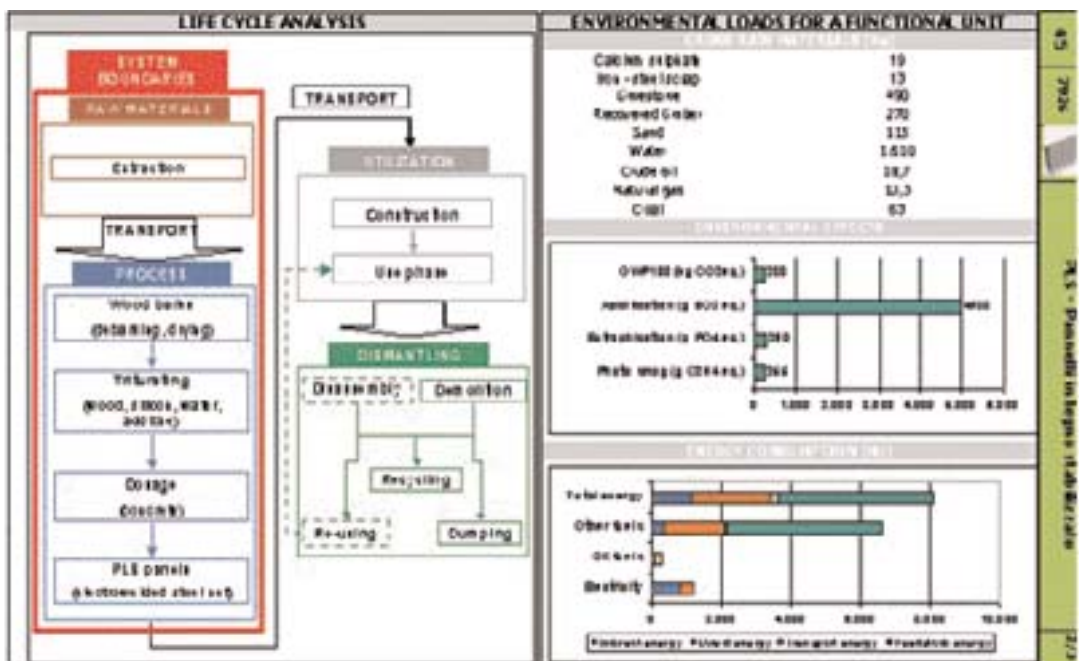


Esempio di grafico adottato per l'individuazione dei materiali maggiormente adatti per l'applicazione. Ogni bolla corrisponde ad un materiale.

dai tronchi. In particolare, il composito viene ottenuto da un processo di mineralizzazione del legno poi combinato con cemento che, brevettato in tutta Europa, viene utilizzato per realizzare pareti portanti, muri tampono ed altre soluzioni tecnologiche soprattutto per uso abitativo civile. Bonelli ha deciso di attuare una valutazione ambientale del suo ciclo di vita (Life Cycle Assessment – LCA). Lo studio LCA è stato condotto dallo Studio Life Cycle Engineering in collaborazione con il Politecnico di Torino con l'obiettivo di quantificare il carico ambientale del materiale e, in particolare, rientra tra le attività attualmente in corso presso il Dipartimento di Scienza dei Materiali e Ingegneria Chimica per la valutazione delle soluzioni proposte

venzione dell'inquinamento e la riduzione dello spreco di risorse naturali in relazione ai principi di prevenzione, recupero e smaltimento sicuro dei rifiuti. Il settore industriale ha la possibilità, ormai, grazie al programma, di poter usufruire di una regolamentazione del processo produttivo (1836/93, noto come EMAS) e della qualità ecologica dei prodotti (Regolamento CEE 880/92).  
 3. (Titolo III, capo II, art.15 D.P.R.554/1999).  
 4. "Il controllo degli impatti in fase di uso e smissione. Definizione di un percorso guidato per la valutazione di soluzioni tecniche finalizzate al Global Recycling", Tesi di Dottorato in Tecnologia dell'Architettura di Francesca Giglio; presso il DASTEC, Facoltà di architettura di Reggio Calabria, (XV ciclo 1999-2002).  
 5. Ad ogni indice della scala parametrica corrisponde un giudizio: 0,1 scarso; 3 medio; 6 sufficiente; 9 buono; 12 ottimo.  
 6. A cura di: S. Rossi, G.L. Baldo, Life Cycle Engineering, Torino; B. Mussetti, Bonelli, Sovigliano; V. Giove, Facoltà di Ingegneria, Politecnico di Torino.

Un estratto della scheda LCA sul PLS.



per la realizzazione dell'eco-parco delle Langhe all'interno del progetto ORMA (Optimisation of resource use and waste management in an Eco Industrial Park), recentemente finanziato dalla Commissione Europea.

L'obiettivo è quello di utilizzare questo caso per testare metodologie e strumenti in grado di assicurare il massimo grado di efficienza ambientale dalla fase di scelta dei materiali e delle tecniche costruttive alla fase d'uso ed eventuale destinazione finale degli edifici inclusi nel complesso del parco. Sulla base di un capitolato preliminare delle opere da eseguire, è stato sviluppato un metodo che consente di applicare in maniera concertata le metodologie di analisi del ciclo di vita (LCA-Life Cycle Assessment) e di scelta dei materiali in fase di progettazione per analizzare e in caso modificare i pacchetti tecnologici previsti dal progettista (vedi schema a pag. 1026). Due specifici software sono utilizzati in parallelo per agevolare la ricerca delle soluzioni: il Boustead Model per quanto riguarda il modello di calcolo LCA e il Cambridge Engineering Selector per quanto riguarda la scelta dei materiali.

Nello specifico, la procedura di comparazione diretta dei materiali è stata sviluppata individuando di volta in volta le caratteristiche principali dell'applicazione e graficando i materiali stessi in funzione di tali parametri. (nello schema in alto un esempio che considera la resistenza a compressione ed il costo unitario dove i materiali minori si collocano

in alto a sinistra).

Lo sviluppo di schede di tipo LCA sui materiali presenti nel capitolato (nella tabella in basso nella pagina precedente è riportato un estratto relativo alla scheda relativa al PLS) e su quelli proposti per le possibili alternative costituisce la base di informazioni per effettuare le simulazioni e verificare nel modello di calcolo l'effettivo carico ambientale delle soluzioni proposte. Tale base risulta inoltre assai utile per poter applicare lo stesso approccio ad altri casi dove pur essendo presente la volontà di indirizzare le scelte verso materiali eco-compatibili manca una base dati in ottica di ciclo vita in grado di quantificare l'impatto ambientale di ciclo-vita. Per dare visibilità alla parte di calcolo relativa allo studio dei materiali presi in considerazione durante il progetto ORMA si è deciso di riportare quanto fatto per il PLS, materiale composito innovativo che intende presentarsi come soluzione eco-efficiente per diversi usi in edilizia.

L'approccio descritto fornisce un esempio di quanto sia possibile effettuare coniugando prestazioni tecnologiche, criteri ambientali e strumenti per la comunicazione. In senso generale questi temi possono essere integrati in forme diverse in accordo con gli obiettivi finali. Ad esempio, Toroc (Comitato per l'Organizzazione dei XX Giochi Olimpici Invernali Torino 2006) ha definito delle linee guida per la scelta dei materiali da impiegare per le strutture temporanee. Il prodotto finale del progetto è stato un manuale in cui i possibili materiali da adottare sono stati classificati in base alle proprietà tecnologiche specifiche per ogni singola applicazione ed ai criteri ambientali anche in ottica LCA. Un'esperienza che invece è giunta ad ottenere la Dichiarazione ambientale di prodotto è quella della Mattonaia Gasser di Shabs, Bolzano, che ha concretizzato lo studio LCA sulla produzione di mattoni porizzati in una pre-certificazione EPD.

Il processo di produzione del PLS prevede la frantumazione dei refili fino alle dimensioni volute per poi essicarli e tritarli al fine di consentire la corretta miscelazione del legno stesso con cemento, acqua e altre sostanze additivanti. Il composto così ottenuto viene poi riversato in apposite casseforme che contengono una rete metallica in grado di facilitare la movimentazione dei pannelli e delle



Il materiale oggetto dell'analisi: sacco PLS sfuso; parete in PLS con foro per la finestra.

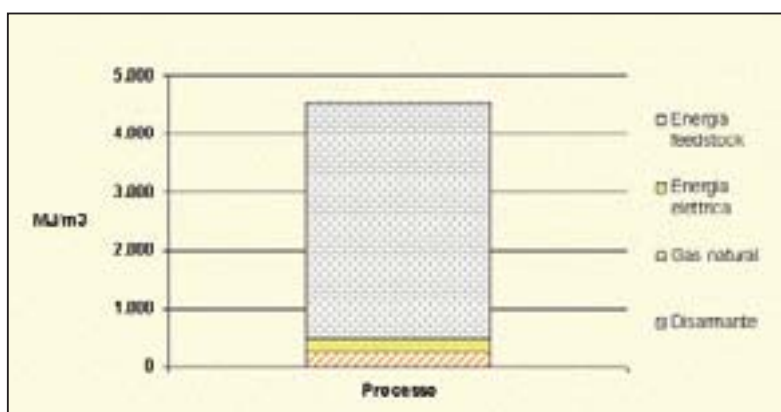
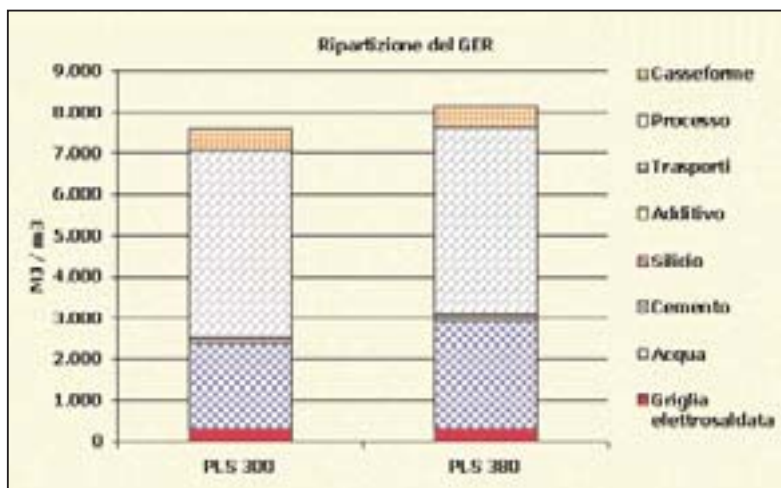


pareti così ottenuti.

Per soddisfare le diverse esigenze di tipo strutturale, i pannelli vengono prodotti in due versioni (PLS 300 e PLS 380) che si differenziano sostanzialmente per il contenuto di cemento: si è quindi valutato quanto questo aspetto influenzi il carico ambientale complessivo, dove con carico ambientale si riassu-

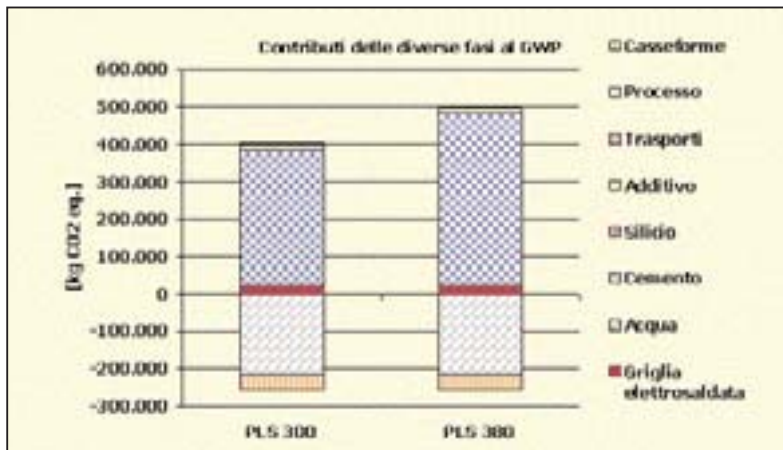
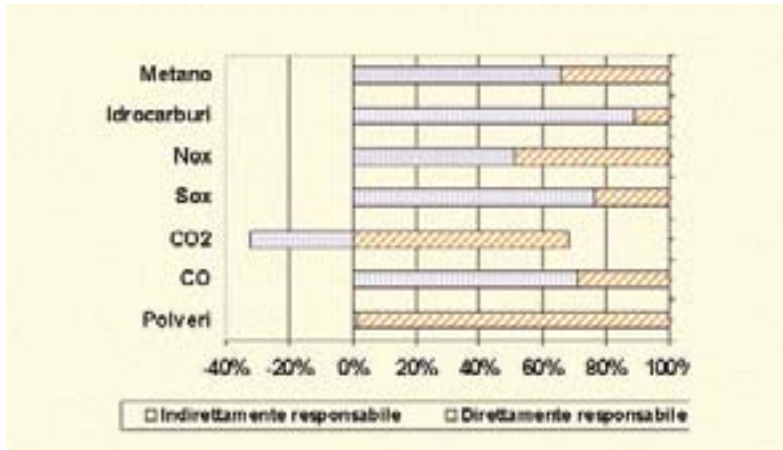
Contributo al GER delle diverse fasi che intervengono nel sistema di produzione del PLS. I dati sono riferiti alle due tipologie di PLS, sono espressi in MJ/m<sup>2</sup>.

Diversi contributi energetici relativi alla sola categoria "processo".





Indicatori di categoria	PLS 300	PLS 380
Indicatori di categoria	PLS 300	PLS 380
GWP100 [kg CO <sub>2</sub> eq.]	135 - 140	240 - 245
Acidificazione [kg SO <sub>2</sub> eq.]	4 - 4,5	4,6 - 5
Fotosmog [kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq.]	0,4 - 0,5	0,6 - 0,7
Eutrofizzazione [kg NO <sub>3</sub> - eq.]	0,1 - 0,2	0,3 - 0,4



Contributi (range) ai principali impatti potenziali considerati nell'analisi del sistema di produzione (per GWP100 si intende il contributo all'effetto serra potenziale).

Caratterizzazione delle emissioni in aria per la produzione del PLS 380 in base alla responsabilità diretta di emissione da parte del sito produttivo.

Suddivisione dell'indicatore GWP100 secondo i contributi delle diverse fasi e componenti del processo di produzione del PLS. La categoria "processo" include l'energia feedstock (dati per m<sup>3</sup>).

mono gli aspetti legati al depauperamento delle risorse (materiali ed energetiche) e ai fenomeni generati dalle emissioni (in aria, in acqua e solide) nell'ambiente.

Come previsto dagli standard già citati, una volta definiti gli obiettivi dello studio e soprattutto l'ambito di competenza, o meglio le diverse attività che concorrono alla produzione dei pannelli e delle pareti, l'approccio utilizzato dalla LCA prevede la modellizzazione delle diverse fasi produttive attraverso una quantificazione rigorosa dei flussi di energia e di materia che le collegano sia reciprocamente che con l'esterno del sistema che queste costituiscono (fase di Inventario).

In questo modo si realizza un modello che, iterativamente, è reso sempre più aderente alla realtà produttiva e che risulta di enorme aiuto nella quantificazione del carico ambientale delle diverse fasi. L'impiego del Boustead Model prima citato consente di gestire age-

volmente tale modello, di valutare gli effetti sull'ambiente delle fasi produttive e di effettuare simulazioni su possibili interventi che si dovessero o volessero attuare nella realtà.

Tra i risultati più significativi troviamo il carico energetico complessivo (in termini anglosassoni Gross Energy Requirement, GER) associabile ad 1 m<sup>3</sup> di pannelli prodotti. La figura 7 fornisce tale dato suddiviso in funzione delle fasi principali di produzione di entrambe le tipologie di prodotto.

Al fine di fornire un maggiore dettaglio si riporta anche lo schema dei contributi inclusi nella voce "processo" in modo da evidenziare l'importanza della quota di energia feedstock presente nel materiale in forma di refile e potenzialmente recuperabile (viene qui esclusa la feedstock presente nelle casseforme e inclusa alla voce "casseforme"), al contrario degli altri contributi che risultano invece irrimediabilmente spesi (vedi tabella in basso nella pagina precedente). Altro aspetto significativo è quello degli impatti ambientali potenziali causati dalle attività analizzate. I dati riportati in questa pagina, sono stati calcolati mediante la metodologia di Analisi degli Impatti (Impact Assessment) basando le elaborazioni numeriche sui risultati della fase di Inventario. Ulteriori informazioni derivano da una successiva analisi dei valori di emissione. In particolare, si propone la suddivisione in base alle cause di emissione (direttamente dagli impianti oppure no) e i contributi delle varie fasi produttive al valore complessivo dell'indice di effetto serra (vedi grafici in questa pagina). Il valore negativo delle emissioni di CO<sub>2</sub> e del GWPI00 calcolato per i segati in legno è da ricondurre alla anidride carbonica immagazzinata nel legno durante la sua crescita, cioè un "credito" di CO<sub>2</sub> rappresentato da un valore con segno negativo. La quantità di CO<sub>2</sub> verrà poi rilasciata nell'ambiente durante le fasi di combustione o di decomposizione. Va aggiunto che lo studio in essere è stato condotto nella sua totalità secondo il principio del credito di CO<sub>2</sub>. Vale la pena di osservare come parte delle emissioni indicate sia dovuta ai sistemi esterni alla produzione vera e propria e legati, ad esempio, ai mix energetici locali per la produzione dell'energia. Per quanto riguarda invece i contributi all'effetto serra, si può notare come l'impiego del legno di scarto ritardi il rilascio dell'anidride carbonica immagazzinata nel legno.