



INDUSTRIAL ECOLOGY

I principi, le applicazioni a supporto
della Green Economy

- Sezione **TEMATICHE INTEGRATE**
- Ecomondo **WASTE**
- Ecomondo **ORO BLU**
- Ecomondo **AIR**
- Ecomondo **RECLAIM EXPO**
- Ecomondo **KEY ENERGY**
- Altri interventi

La Mascotte di Ecomondo 2011
SALAMANDRA dalla coda rossa



Luciano Morselli - Salamandra dalla coda rossa
Acrilico su carta latte - 18x26 cm - 2011

www.ecomondo.com

Atti dei seminari a cura di Luciano Morselli

 **RiminiFiera**
business space


MAGGIOLI
EDITORE

Ecomondo 2011

© Copyright 2011 by Maggioli S.p.A.
Maggioli Editore è un marchio di Maggioli S.p.A.
Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001: 2000

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8
Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622020
www.maggioli.it/servizioclienti
e-mail: servizio.clienti@maggioli.it

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione
e di adattamento, totale o parziale con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i Paesi.

Realizzazione di pannelli compositi gesso-LDPE per il miglioramento a basso costo delle condizioni abitative nei PVS

Alezio Rivotti alezio.rivotti@polito.it, Federica Nasturzio – Politecnico di Torino

Riassunto

L'obiettivo principale di questa ricerca è quello di migliorare dal punto di vista termico le condizioni abitative degli edifici nei Paesi in via di sviluppo caratterizzati da climi caldi e asciutti mediante il riutilizzo di materiali e risorse locali a basso costo.

A seguito di una serie di analisi si è giunti alla conclusione che fosse più utile ed efficace trovare un elemento complementare che migliorasse le prestazioni del tetto esistente, realizzato in lamiera, piuttosto che ricercare materiali e tecniche innovative e diverse per costruire le coperture. Tale elemento è rappresentato dal controsoffitto: esso doveva essere sostenibile, economico e possibilmente adatto all'autocostruzione.

Lo studio si è quindi incentrato sulla possibilità di trasformare la plastica, presente in grandissima quantità nell'ambiente, da rifiuto a risorsa mediante la realizzazione di pannelli compositi in gesso e LDPE.

Summary

The main goal of this research is that of finding a way to improve inside-living condition in developing countries with warm and dry climate by using local and low cost resources.

It was evaluated that, instead of finding a new and innovative way of building roofs, it was better to look for a complementary element that could be added to the existing roof to reduce the heat given by the metal sheet: ceiling boards. The boards needed to be cheap and to be easy to be produced "at home".

For what it concerns the material, we focused on the possibility of transforming plastic (LDPE) from refusal to resource through the production of gypsum-LDPE composite panels.

1. Introduzione

Il lavoro si colloca nell'ambito della sperimentazione di tecnologie a basso costo per i Paesi in via di sviluppo. In particolare l'attenzione è stata focalizzata sul Burkina Faso, uno dei Paesi più poveri al mondo.

In una prima fase di ricerca si sono analizzati il contesto e le problematiche socio ambientali del Paese. Lo studio è stato approfondito direttamente in loco, durante un soggiorno nella zona di Nanoro e Ouagadougou.

Oltre alle difficoltà economiche, al bassissimo livello di sviluppo umano, ai problemi sanitari ed educativi che affliggono gran parte dei PVS, sono state individuate alcune gravi problematiche ambientali che hanno poi guidato le scelte di questo lavoro. In modo particolare, la desertificazione e il problema dei rifiuti plastici [1] sono stati i punti su cui si è concentrata l'attenzione.

La mancanza di risorse e la necessità di affrontare un clima estremo creano significativi problemi legati all'abitare.

Partendo da questi presupposti ci si è chiesti se fosse possibile produrre elementi per l'edilizia adatti all'autocostruibilità, ecologicamente sostenibili e a basso costo.

Considerare i rifiuti plastici (quelli in esame sono i cosiddetti shoppers in polietilene a bassa densità (LDPE)) una risorsa ha permesso di conciliare tutte queste tematiche: ripulire l'ambiente e ridurre il rischio di desertificazione creando elementi a basso costo per il miglioramento del comfort termico interno.

2. Relazione

2.1 La produzione dei pannelli

La seconda parte di questo lavoro, di tipo pratico-sperimentale, è stata condotta presso il Laboratorio Prove Materiali e Componenti del Dipartimento di Scienze e Tecniche per i Processi di Inseadimento (DINSE) del Politecnico di Torino.

Sono stati pensati, studiati e prodotti dei pannelli per controsoffitti in gesso, con l'aggiunta di plastica da recupero con funzione di fibra per il miglioramento delle prestazioni del pannello, in particolare di quelle meccaniche.

Partendo dai risultati ottenuti da studi svolti anni passati dallo staff coordinato dal prof. Roberto Mattone del Politecnico di Torino, relativi alla produzione di elementi compositi in gesso e fibra di Sisal [2], sono stati prodotti 22 pannelli quadrati di lato 40 cm e spessore 2 cm, con tipologia e quantità di fibre variabili. In Tab. 1 sono riportati i principali dati di riferimento per ciascun pannello.

n°	data di produzione	acqua (l)	gesso (kg)	a/g	tipo di fibra	quantità di fibra		
						(kg)	% V	% P
1	24-mar-11	3,2	3,8	0,84	-	0	0,00%	0,0%
2	24-mar-11	2,6	3,2	0,81	-	0	0,00%	0,0%
3	24-mar-11	2,6	3,2	0,81	-	0	0,00%	0,0%
4	24-mar-11	2,6	3,2	0,81	-	0	0,00%	0,0%
S1	4-apr-11	2,4	3	0,80	Sisal	0,140	5,83%	4,7%
S2	4-apr-11	2,25	2,8	0,80	Sisal	0,140	5,83%	5,0%
S3	4-apr-11	2,25	2,8	0,80	Sisal	0,140	5,83%	5,0%
S4	4-apr-11	2,25	2,8	0,80	Sisal	0,140	5,83%	5,0%
S5	5-apr-11	2,4	2,8	0,86	Sisal	0,280	11,67%	10,0%
S6	5-apr-11	2,4	2,8	0,86	Sisal	0,280	11,67%	10,0%
S7	21-apr-11	2,4	2,8	0,86	Sisal	0,280	11,67%	10,0%
S8	21-apr-11	2,4	2,8	0,86	Sisal	0,280	11,67%	10,0%
P1	6-apr-11	2,4	2,8	0,86	LDPE	0,140	4,76%	5,0%
P2	6-apr-11	2,4	2,8	0,86	LDPE	0,140	4,76%	5,0%
P3	8-apr-11	2,4	2,8	0,86	LDPE	0,140	4,76%	5,0%
P3bis	21-apr-11	2,4	2,8	0,86	LDPE	0,140	4,76%	5,0%
P4	8-apr-11	2,4	2,8	0,86	LDPE	0,140	4,76%	5,0%
P5	8-apr-11	2,4	2,8	0,86	LDPE	0,070	2,38%	2,5%
P6	8-apr-11	2,4	2,8	0,86	LDPE	0,070	2,38%	2,5%
P7	14-apr-11	2,4	2,8	0,86	LDPE	0,070	2,38%	2,5%
P8	14-apr-11	2,4	2,8	0,86	LDPE	0,070	2,38%	2,5%
P8bis	21-apr-11	2,4	2,8	0,86	LDPE	0,070	2,38%	2,5%

Tab. 1 – Informazioni generali sui pannelli prodotti.

I pannelli con le fibre di sisal sono stati realizzati per poter effettuare un confronto attendibile tra questi e i pannelli in gesso e LDPE.

2.2 Test, valutazioni e analisi

Trascorso il tempo necessario affinché i pannelli fossero maturi, si è quindi passati ad una prima fase analitica di valutazione e analisi, e ad una successiva di laboratorio.

In prima analisi sono stati presi in esame gli aspetti quali il peso, la densità, la conducibilità termica e la percentuale di ciascun componente all'interno delle lastre.

In particolare si sottolinea che, rispetto ai pannelli prodotti senza l'aggiunta di fibra, quelli compositi permettono di utilizzare una minore quantità di gesso (mediamente il 12,5% in meno per ciascun pannello) che si traduce in un significativo risparmio in termini di costo e di materiale.

Per quanto riguarda i coefficienti di conducibilità termica, la presenza di fibre non varia in modo significativo i valori finali dei coefficienti [3].

In seconda analisi si è passati all'esecuzione di test prestazionali in laboratorio mediante l'esecuzione di prove a flessione secondo lo schema di seguito riportato [Fig. 1]:

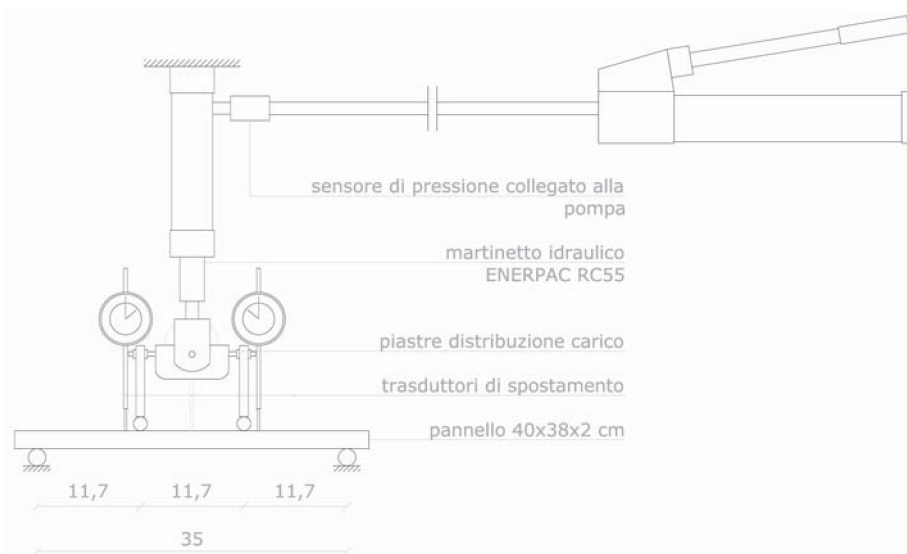


Fig. 1 – Schema della strumentazione per le prove a flessione.

La prova è stata eseguita mediante serie di cicli di carico e di scarico, misurando anche il comportamento elastico del provino sotto l'effetto dei carichi, aumentando progressivamente il carico fino a rottura. Nel caso di pannelli in solo gesso il carico massimo corrisponde alla rottura dell'intero pannello, mentre nel caso di provini compositi il carico massimo corrisponde alla rottura della sola matrice. La presenza delle fibre, infatti, modifica il comportamento di rottura di un materiale trasformandolo da elasto-fragile a elasto-plastico.

Gli spostamenti, per ogni incremento di pressione generalmente di 0,5 bar, sono stati letti e trascritti manualmente per poi essere riportati in un foglio di calcolo per la realizzazione dei diagrammi carico/deformazione (Fig. 2) e il calcolo delle tensioni massime (σ_{max}).

Per ciascun pannello sono stati ricavati:

- Le caratteristiche relative al carico (q_{\max} =carico massimo, M_{\max} =massimo momento flettente, W =modulo di resistenza a flessione e σ_{\max} =sforzo massimo nel punto generico) (Tab. 2).
- I diagrammi carico/deformazione riferiti ai tre comparatori posizionati.

n°	q_{\max}	M_{\max}	W	σ_{\max}	σ_{\max}
	(kN)	(kN · cm)	(cm ³)	(kN/cm ²)	(Mpa)
1	0,68	3,99	25,3	0,158	1,58
3	0,52	3,04	25,3	0,120	1,20
4	0,75	4,37	25,3	0,173	1,73
S1	0,62	3,61	25,3	0,143	1,43
S2	0,63	3,69	25,3	0,146	1,46
S3	0,50	2,93	25,3	0,116	1,16
S4	0,59	3,42	25,3	0,135	1,35
S5	0,94	5,51	25,3	0,218	2,18
S6	0,62	3,61	25,3	0,143	1,43
S7	1,72	10,08	25,3	0,398	3,98
S8	0,98	5,70	25,3	0,225	2,25
P1	0,49	2,85	25,3	0,113	1,13
P2	0,39	2,28	25,3	0,090	0,90
P3	0,46	2,66	25,3	0,105	1,05
P4	0,51	2,97	25,3	0,117	1,17
P5	0,40	2,32	25,3	0,092	0,92
P6	0,46	2,66	25,3	0,105	1,05
P7	0,42	2,47	25,3	0,098	0,98
P8	0,40	2,32	25,3	0,092	0,92

Tab. 2 – Caratteristiche relative al carico (i valori sbarrati sono stati ritenuti inaffidabili).

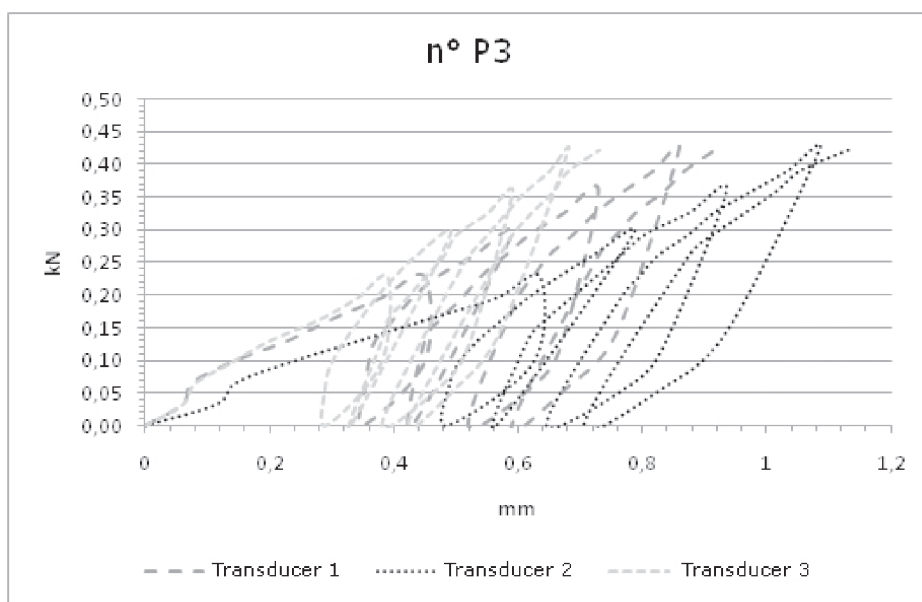


Fig. 2 – Esempio di grafico carico-deformazione (pannello n° P3).

Dall'esame dei risultati ottenuti, si fanno le seguenti osservazioni. In primo luogo, per quanto riguarda i carichi massimi per ciascuna categoria, si osserva che i pannelli che hanno valori di resistenza più elevati sono quelli con fibra di Sisal al 10%, seguiti da quelli in solo gesso. I pannelli compositi gesso-LDPE presentano valori leggermente inferiori ma, a differenza dei pannelli in solo gesso dove la rottura fragile ne ha determinato la separazione dei pezzi impedendo quindi all'elemento di continuare a resistere ai carichi applicati, il carico massimo nel caso dei pannelli compositi è il carico al quale corrisponde la rottura della sola matrice senza separazione dei pezzi e con pannello ancora in grado di continuare a resistere, anche se in minima parte, al carico. Il pannello è quindi in grado di continuare in parte a svolgere il proprio ruolo (Fig. 3), garantendo anche due aspetti di non secondaria importanza una volta messo in opera: il primo, la possibilità di poter intervenire per tempo per la sua sostituzione e manutenzione; il secondo, di sicurezza degli occupanti dove la fibra, mantenendo insieme i pezzi, impedisce che ci sia un distacco improvviso della lastra dal supporto.

Per quanto riguarda il confronto con i pannelli compositi gesso-sisal, è evidente che le prestazioni di questi ultimi sono migliori. Tuttavia, le prestazioni dei pannelli compositi gesso-LDPE risultano più che adeguate alla funzione che devono svolgere e, inoltre, l'utilizzo della plastica riciclata come fibra può dare un ottimo contributo in termini di sviluppo sostenibile mentre l'uso delle fibre di sisal, in quanto fibre vegetali, potrebbe in parte contribuire all'aumento della deforestazione.



Fig. 3 – Pannello in solo gesso (sinistra) e pannello composito gesso-LDPE (destra) portati a rottura.

Oltre alle valutazioni riguardanti le prestazioni fisiche e meccaniche, ci si è successivamente posti il problema della riciclabilità dei pannelli compositi in esame.

È stata eseguita una serie di prove in laboratorio volte alla separazione della matrice (gesso) dalla fibra (LDPE) giungendo ad un grado di separazione del 95% dei materiali mediante la tecnica sperimentale che prevede la polverizzazione (tramite grattugia) del provino e il successivo inserimento in acqua che permette, per la differenza di pesi specifici, la separazione netta dei due materiali. Il rimanente 5% di materiale di scarto può comunque essere utilizzato per altri scopi (riempimento, aggregati o altro) rendendo in tal senso completamente riciclabile pannello composito gesso-LDPE.

2.3 *Proposte di applicazione e simulazione delle prestazioni*

Il passaggio negli anni da una copertura tradizionale in vegetale, ad una copertura più moderna in lamiera, ha comportato un maggior surriscaldamento degli ambienti interni con conseguenze negative sul comfort delle persone che vi abitano, ma positive dal punto di vista igienico-sanitario.

Pertanto nel cercare di individuare quale fosse il modo migliore di mettere in opera le lastre migliorando il comfort termico interno, senza però compromettere da un lato le usanze costruttive locali, dall'altro comportare un maggior costo per le persone, sono state effettuate tre differenti simulazioni: la prima prende in esame una unità abitativa costituita da un locale chiuso su quattro lati da murature in terra ed una copertura a doppia falda in lamiera senza controsoffitto; la seconda prende in esame la stessa unità abitativa con l'applicazione del controsoffitto in lastre applicate direttamente alla struttura della copertura creando una piccola intercapedine d'aria inferiore a 10 cm; la terza prende in considerazione una struttura indipendente per i pannelli, applicata ad una distanza di circa 60 cm dal manto di copertura. Tra le tre differenti modalità di messa in opera, i risultati delle simulazioni, eseguite con il programma Matlab, hanno calcolato una differenza di temperatura dell'ambiente interno di 9,2°C tra il primo e il secondo scenario e di 13,2°C tra la prima e la terza ipotesi.

3. Conclusioni

Possiamo, in conclusione, considerare raggiunto l'obiettivo iniziale? L'ipotesi di realizzare pannelli per controsoffitto nel materiale composito gesso-LDPE soddisfa, almeno in parte, le esigenze emerse nell'analisi iniziale?

Compatibilmente col fatto che, per essere ritenuti efficaci, una tecnologia o un progetto, devono essere testati in loco e, soprattutto, suscitare interesse a livello locale, possiamo ritenere positivi i risultati ottenuti.

La plastica recuperata dall'ambiente, se utilizzata come fibra, diventa effettivamente una risorsa e, allo stesso tempo, permette di ripulire il paesaggio e ridurre i problemi legati all'inquinamento da rifiuti.

I pannelli così realizzati hanno prestazioni meccaniche positive in quanto la presenza della fibra trasforma il materiale da fragile a duttile allungandone la durata di utilizzo. L'utilizzo della fibra, inoltre, riduce la quantità di gesso necessario e conseguentemente i costi (soprattutto se si pensa in ottica di autocostruzione).

Si è poi rilevato che l'utilizzo di tali pannelli migliora notevolmente le caratteristiche climatiche dell'ambiente interno di un edificio e dunque la "qualità dell'abitare" senza compromettere l'ambiente esterno per la completa riciclabilità del prodotto.

Bibliografia

- [1] **Kabore S.G.**, (2009), "Les représentations sociales du déchet dans la ville de Ouagadougou: le cas des déchets plastiques", Tesi di laurea Università di Ouagadougou, Dipartimento di sociologia, relatore Pr. André Nyamba;
- [2] **Venditti S.**, (1987), "Analisi e sperimentazione di materiali da costruzione composti per paesi in via di sviluppo: elementi costruttivi realizzati con gesso e fibra di Sisal", Tesi di laurea Politecnico di Torino, Facoltà di Architettura, relatore Prof. Roberto Mattone, correlatore Prof. Gloria Pasero Mattone;
- [3] **Kalaprasad G., Pradeep P., Mathew G., Pavithran C., Sabu T.**, (2000), "Thermal conductivity and thermal diffusivity analyses of low-density polyethylene composites reinforced with sisal, glass and intimately mixed sisal/glass fibres", Original Research Article, Composites Science and Technology, Volume 60, Elsevier.