

SISTEMI VEGETALI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Carlo Alberto Campiotti
UTEE

Germina Giagnacovo, Rossella Colletta, Arianna Latini, Corinna Viola, Rita Di Bonito, Antonella Segnalini, Matteo Scoccianti, Antonio Cancellara

Roma, ENEA Sede, 1 Luglio 2015



Interventi di efficienza elettrica sul patrimonio immobiliare pubblico



“ECO-GREENROOF & VERTICAL GREENERY SYSTEM”-VALIDAZIONE DI MODELLI SEMPLIFICATI PER IL BILANCIO ENERGETICO DEI FABBRICATI
(Università degli Studi di Bari “Aldo Moro” Dipartimento di Scienze Agro-ambientali e Territoriali - DISAAT).

Responsabile scientifico Università di Bari: Evelia Schettini.

ANALISI DEL COMPORTAMENTO ENERGETICO DI UN FABBRICATO-TIPO IN ASSENZA/PRESENZA DI TETTO/PARETE VERDE PER OTTIMIZZARE L'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI IN AREA URBANA

Responsabile scientifico Università di Pisa: Fabio Fantozzi.

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico ENEA Piano Annuale di Realizzazione 2013.

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica Progetto: Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico.

Obiettivo: Sviluppo e caratterizzazione di schermature solari ad elevato contenuto tecnologico.

Responsabile del Progetto: arch. Gaetano Fasano ENEA.

Responsabile scientifico del Progetto: dott. Carlo Alberto Campiotti ENEA.

Una riduzione della radiazione solare incidente sulle superfici esterne degli edifici può mitigare l'effetto "isola di calore urbana" (Urban Heat Island - UHI).

I tetti e le pareti verdi possono essere usati come sistemi passivi per il risparmio energetico negli edifici:

- *lo strato vegetativo assorbe la radiazione solare incidente;*
- *l'evapotraspirazione delle piante e del substrato di coltivazione induce raffrescamento evaporativo;*
- *la vegetazione e il substrato di coltivazione contribuiscono all'isolamento termico;*
- *le piante influenzano l'azione del vento sugli edifici.*



Dal 2007 poi per disciplinare la progettazione dei tetti verdi è stata creata un'unica norma nazionale, la [UNI 11235](#)

- A. I roof rappresentano mediamente il 20% della superficie nelle città.
- B. Un green roof può assorbire fino al 50% dell'acqua piovana.
- C. 25 m² di superficie fogliare sono sufficienti per generare l'O₂ per una persona.
- D. 1 m² di superficie verde può eliminare 0,2 kg di particolato presente nell'aria della città.



Sempervivum tectorum,
Molise 750 m



Sedum sexangulare
Pirano (Slovenia) 0 m



S. album
Cres (Croazia) 0 m



S. palmieri Messico
diffuso in Italia



S. spurium Caucaso
diffuso in Veneto



S. reflexum
Losinj (Croazia) 10 m



S. hispanicum
Molise 850 m



Sedum sp.
Lazio 325 m



S. acre
Molise 850 m



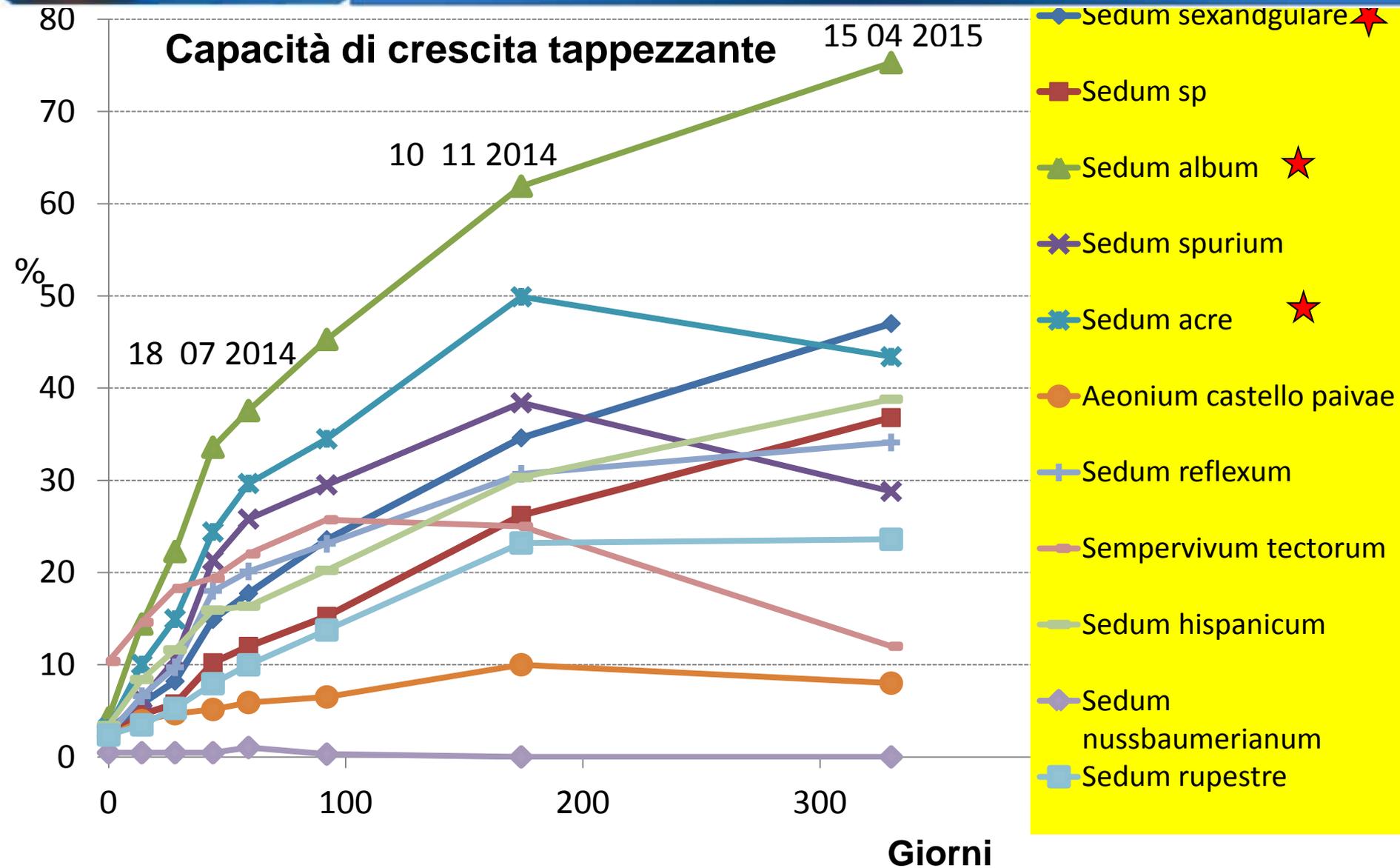
S. rupestre
Lazio 325 m

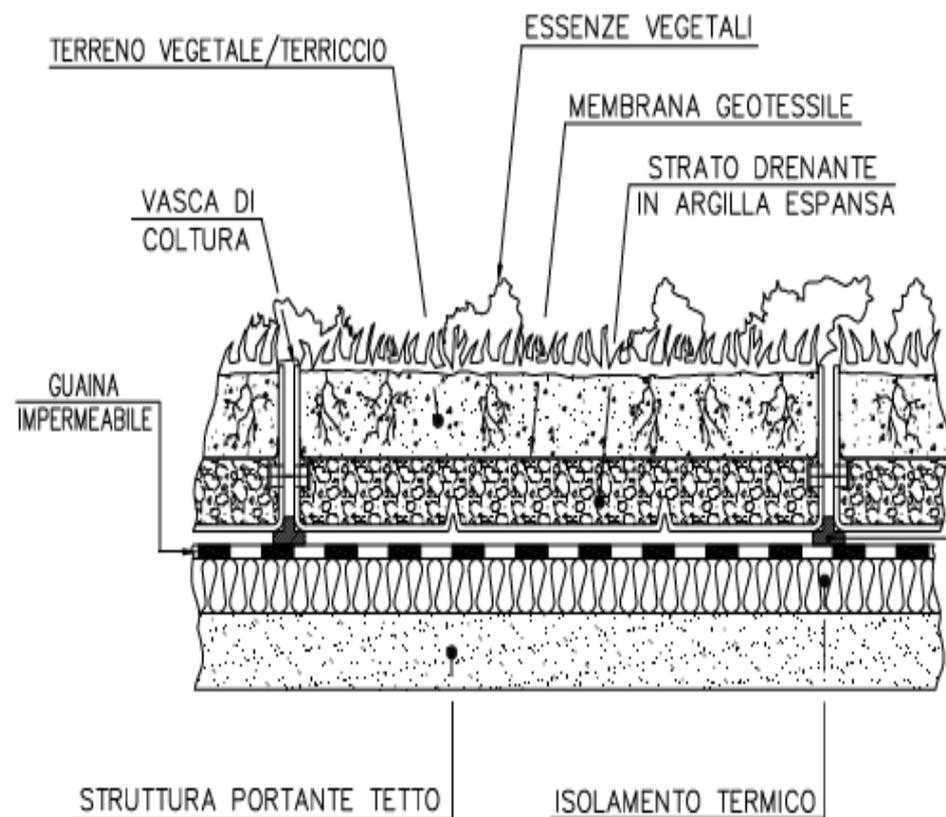


S. nussbaumerianum
Messico

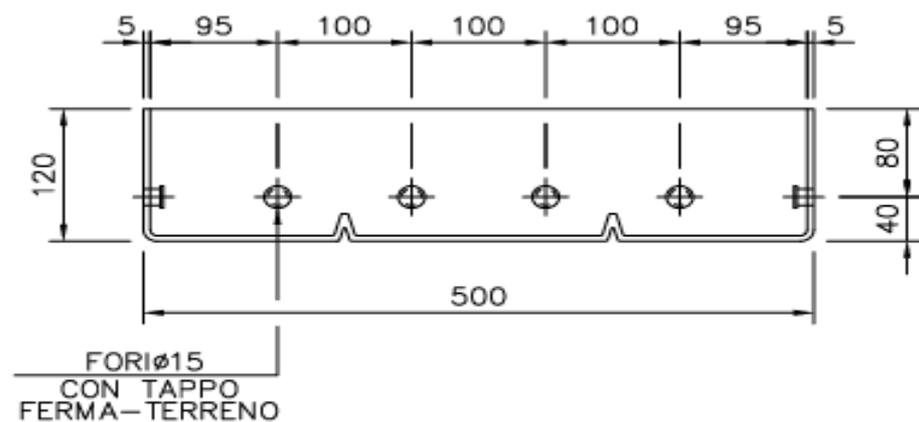
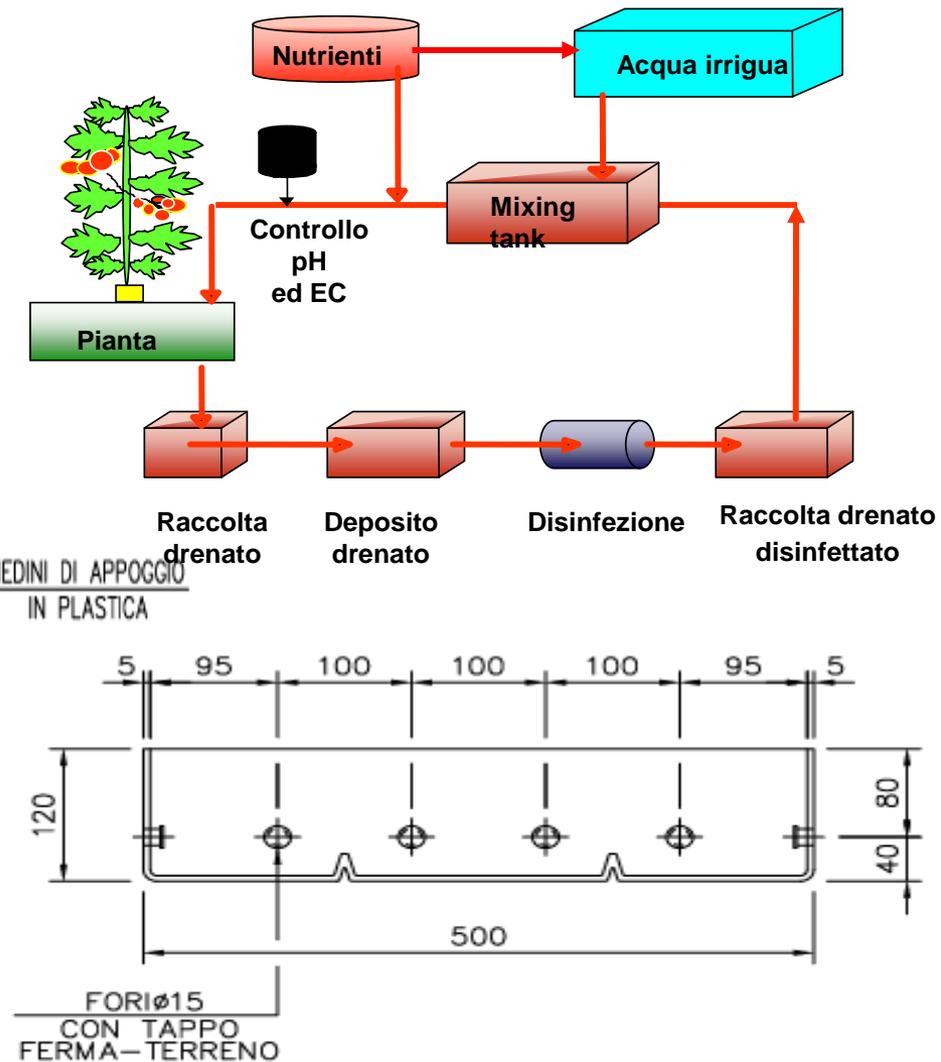


Aeonium castello-paivae - Canarie





DETTAGLIO VASCA



SEZIONE VASCA

La riduzione di energia per effetto della schermatura verde si definisce mediante un indice, detto “costante verde” (**K_v green factor**), che descrive il comportamento energetico delle diverse specie vegetali. Il green factor varia tra 0 e 1. E' pari a zero quando le temperature superficiali sono uguali in assenza e in presenza di parete verde; è pari a 1 quando la temperatura superficiale della parete verde è pari a quella dell'aria.

$$K_v = \frac{T_s - T_{sv}}{T_s - T_{air}} = 1 - \tau_v \frac{h_e}{h_e^*}$$

T_{air} : temperatura dell'ambiente esterno;

T_s : temperatura superficiale della parete nuda (in assenza del verde);

T_{sv} : temperatura superficiale della parete con copertura verde;

τ_v : coefficiente di trasmissione solare dello strato verde;

h_e, h_e^* : coefficienti di trasmissione del calore superfici senza/con strato verde.

Nota la temperatura dell'ambiente esterno e calcolata la temperatura superficiale della parete non coperta da verde, è possibile determinare la *temperatura superficiale della parete in presenza di verde* a seconda della specie scelta (T_{sv}):

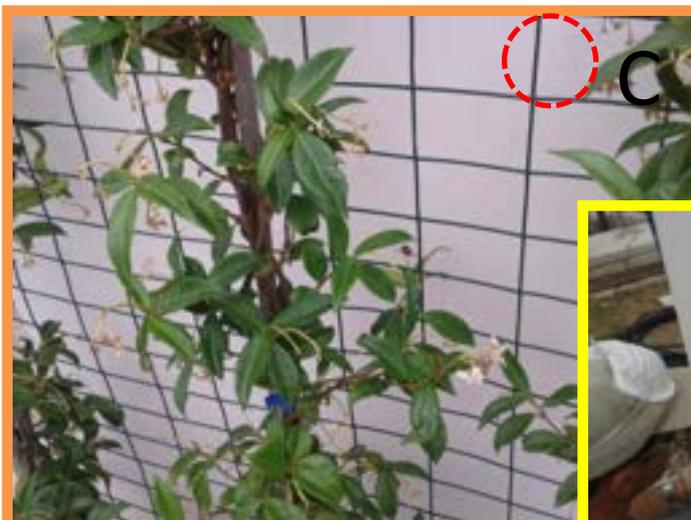
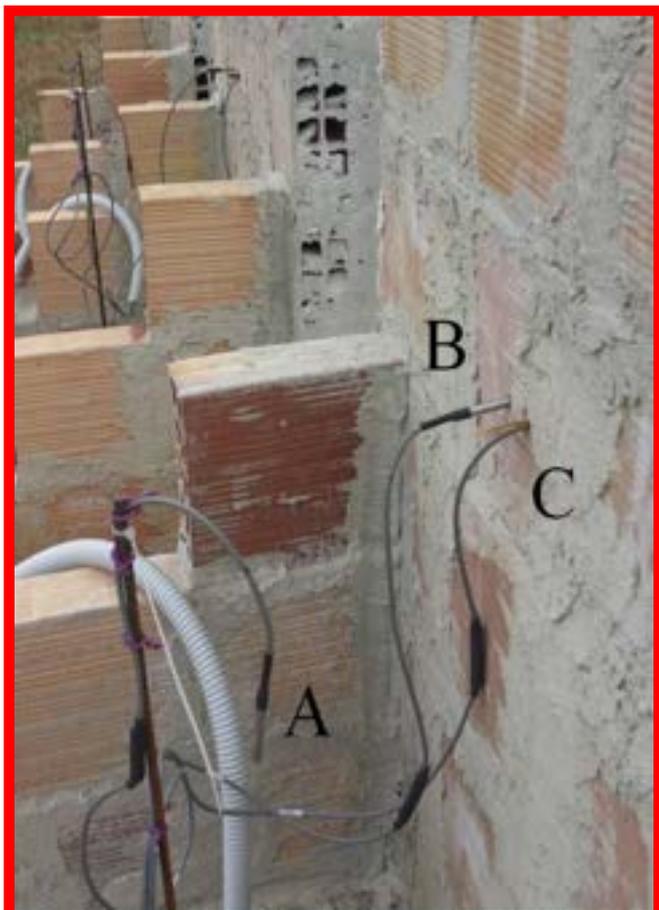
$$T_{sv} = T_s - K_v (T_s - T_{air}) = (1 - K_v) T_s + K_v T_{air}.$$

SPECIE ANALIZZATA	K_v
Actinidia	0,36
Wisteria	0,52
Ampelopsis	0,61
Parthenocissus	0,65
Rincospermo	0,69
Hedera	0,82



Campo sperimentale
Valenzano (Bari, Italy) - latitudine 41° 05' N
Muri, esposti a sud, realizzati con mattoni forati e malta.

Sensori di temperatura



RISULTATI

Le pareti verdi durante il periodo estivo consentono di ridurre la temperatura della superficie esterna fino a 5 C.

Le pareti verdi durante la stagione fredda consentono di aumentare le prestazioni di isolamento termico delle pareti, mantenendo la temperatura della superficie esterna in ore notturne fino a circa 2.8 C sopra la temperatura superficiale della parete non coperta da piante.

Sette differenti tipi di green roof sono stati valutati per le loro prestazioni energetiche rispetto a un tetto privo di coperture vegetali (pitched roof).

Table 1 Description of the 7 different green roof types that have been simulated

Model A	Model B	Model C	Model D	Model E	Model F	Model G
extensive	extensive	extensive	intensive	intensive	intensive	intensive
irrigated						
Plant height 150mm	Plant height 150mm	Plant height 150mm	Plant height 300mm	Plant height 300mm	Plant height 300mm	Plant height 300mm
LAI 1	LAI 5	LAI 1	LAI 2	LAI 5	LAI 2	LAI 2
Medium 80mm	Medium 80mm	Medium 80mm	Medium 200mm	Medium 200mm	Medium 200mm	Medium 300mm
Insulated 80mm EPS	Insulated 80mm EPS	Not insulated	Insulated 80mm EPS	Insulated 80mm EPS	Not insulated	Insulated 80mm EPS

Fasi cruciali del LCA:

- A1-A3 produzione dei materiali per il tetto verde (*strato isolante, membrana impermeabile, strato drenante, elementi di filtraggio, substrato o sedum di crescita*)
- A4 trasporto al cantiere
- B2 manutenzione
- B4 sostituzione
- B6 consumo di energia in uso
- B7 consumo di acqua in uso
- C2 trasporto ad impianti di smaltimento
- C3 trattamento rifiuti
- C4 smaltimento

Module D

Benefici e impatti oltre i confini del sistema. Il Modulo D non è stato considerato nello studio

RISULTATI

FASE DI PRODUZIONE A1-A3:

- Gli impatti ambientali delle soluzioni di tetto verde dipendono primariamente dalla stratigrafia e dai materiali impiegati
- I database LCI internazionali includono pochi dati generici (di scarsa attendibilità) sui materiali riciclati e necessitano di una revisione e ampliamento
- I produttori tetti verdi raramente rendono pubbliche le informazioni sulla composizione dei substrati con approssimazione nella elaborazione degli inventari LCI e dei profili LCA delle soluzioni.
- I risultati delle valutazioni sono pertanto affetti da tale incertezza.
- Sono indispensabili nuovi profili specifici elaborati a partire da inventari diretti realizzati presso le aziende di produzione e di recupero dei materiali inerti

FASE DI TRASPORTO A4:

- Considerata la diffusione capillare di produttori e distributori sul territorio oggetto di indagine, questa fase può avere impatto relativo sul profilo LCA complessivo

FASE DI USO

- **B1 manutenzione:** l'impiego di fertilizzanti e la conseguente emissione in aria acqua e e suolo deve essere considerata
- **B4 sostituzione:** le operazioni di sostituzione degli strati obsoleti oltre I 40 anni della DSL devono essere considerate
- **B6 energia in uso:** il risparmio energetico dovuto alla presenza del tetto verde può contribuire sensibilmente alla riduzione degli impatti ambientali durante la fase d'Uso B6. Nei climi temperati nei quali questo contributo non è particolarmente significativo, come a Pisa, può essere rischioso affermare che I tetti verdi presentano un impatto ambientale inferiore a quello di una copertura tradizionale senza aver condotto una analisi LCA completa del tipo *dalla culla alla tomba*.

FINE VITA C2-C4

- La distanza dai siti di smaltimento o trattamento è rilevante Gli scenari di riciclo o riuso ipotizzati devono essere tecnicamente praticabili
- I database internazionali LCI includono pochi dati generici (di bassa qualità) sui processi di riciclaggio dei materiali da costruzione ed una implementazione/aggiornamento delle banche dati e necessari

RISULTATI

Esiste un AMPIO MARGINE DI MIGLIORAMENTO nella qualità dei dati di inventario LCI per la elaborazione di profili LCA di tetti verdi.

LCA può costituire uno strumento utile a supporto dell'industria nella identificazione di nuove soluzioni progettuali a minor impatto.

Nuovi materiali per il *substrato di crescita* (vergini o riciclati) possono essere indagati attraverso la metodologia LCA per determinarne il contributo alla riduzione del consumo di energia e risorse nel ciclo di vita del tetto verde.

Intervento Filiera Agricoltura Urbana

Breve descrizione dell'intervento

Per i sistemi *greenery* si stima una riduzione di energia (riduzione della velocità del vento, ombra, intercettazione di radiazione infrarossa, traspirazione piante) tra **5-15% per il riscaldamento invernale** e tra **5-50% per il raffreddamento estivo**.

Criticità

L'agricoltura urbana risulta ancora una filiera poco strutturata e priva di normative che ne riconoscano i benefici energetici (risparmio di energia) ed ambientali (diminuzione della CO₂ e dell'effetto isola di calore nelle città).

Strumenti di sostegno

Definire un meccanismo-normativa del tipo "Certificati Bianchi" che premia chi arreda edifici, aree urbane e/o condominiali e parchi con vantaggi in termini di riduzione di carbonio e di energia.

La Filiera Agricoltura Urbana si associa alla visione innovativa del passaggio da «EDIFICIO SOSTENIBILE» alla concezione di «ABITARE SOSTENIBILE».