

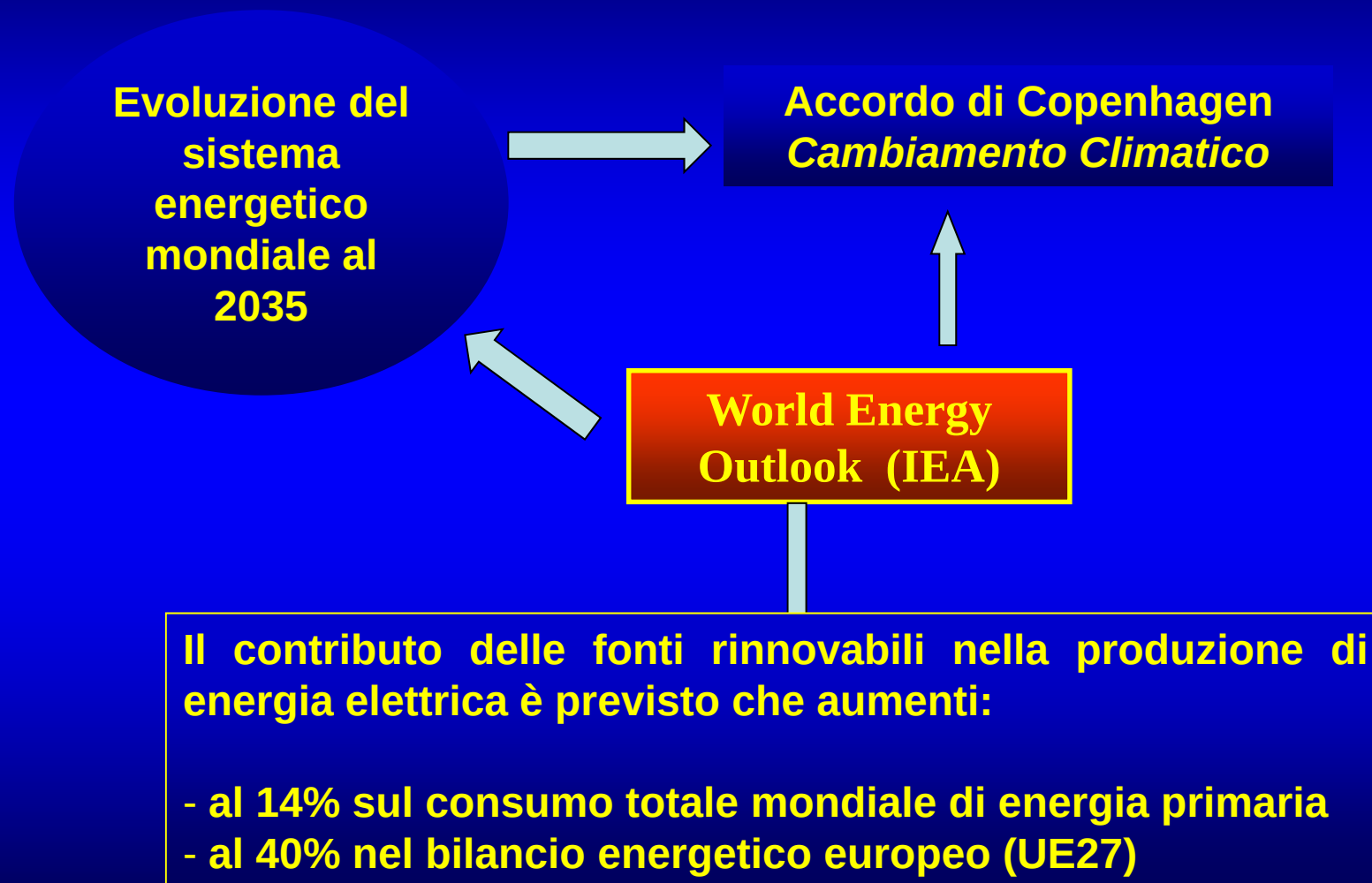


Università di Palermo
Dipartimento dell'Energia

**LCA : strumento di valutazione
delle tecnologie energetiche
sostenibili**

Prof. Maurizio Cellura
Tel. 091.23861931;
email:mcellura@dream.unipa.it;

Quadro energetico mondiale (WEO 2010)



Strategie prioritarie in ambito TFER

Gestione della domanda di energia, in grado di ridistribuire i carichi delle ore di picco a periodi diversi e controllare i fenomeni di mismatch.

Reti intelligenti o **Smart Grid** (SG), in grado di gestire la variabilità di produzione delle TFER e i carichi di picco, tramite l'utilizzo di sistemi informatici e di controllo avanzati.

Tecnologie di **Storage** dell'energia prodotta durante periodi di basso carico per l'impiego della stessa nelle ore di picco. L'**Energy Storage** ridurrebbe l'impiego di sorgenti ausiliarie convenzionali di energia, nonché i fenomeni di mismatch.

Incremento di affidabilità nella previsione della produzione attesa di energia, al fine fronteggiare eventuali anomalie di funzionamento legate per esempio all'azione degli agenti atmosferici.

LCA applicata alle TFER

Obiettivi

Analisi delle prestazioni energetico-ambientali della tecnologia

Stima dell' **embodied energy** e degli impatti ambientali legati al consumo di risorse nei processi a monte della fase d'uso

Individuazione degli "**hot spot**" energetici e ambientali dell'intero sistema tecnologico e definizione di scenari di miglioramento (**Eco-design**)

Analisi dei benefici energetici ed ambientali connessi all'uso delle tecnologie rispetto ai sistemi tradizionali: stima dei tempi di ritorno (**payback**) energetici e ambientali

Aspetti metodologici: problematiche

Confini del sistema

Regole di cut-off: Quale criterio consente di stabilire quale flusso è "non rilevante" ai fini dei risultati di uno studio di LCA? Massa, inconsistenza, incertezza?

Qualità dei dati

- rappresentatività tecnologica, geografica e temporale
- incertezza dei dati raccolti e di inventario
- consistenza

Analisi degli Impatti (LCIA)

- Scelta della metodologia
- Classificazione e caratterizzazione: scelta delle categorie di impatto ambientale e degli indicatori (ILCD Handbook)

LCA e Ecodesign

L'LCA si configura come la metodologia di riferimento per la determinazione delle specifiche di eco-design di un ErP

La direttiva stabilisce che, nell'elaborazione delle specifiche, occorre:

- prendere in considerazione il ciclo di vita del prodotto e tutti i suoi significativi aspetti ambientali, fra cui l'efficienza energetica, dalla fase di *material procurement* all'EOL.
- effettuare una valutazione, che tenga conto dell'impatto sull'ambiente, sui consumatori e sui fabbricanti, comprese le PMI, in termini di competitività, innovazione, accesso al mercato, e costi e benefici.

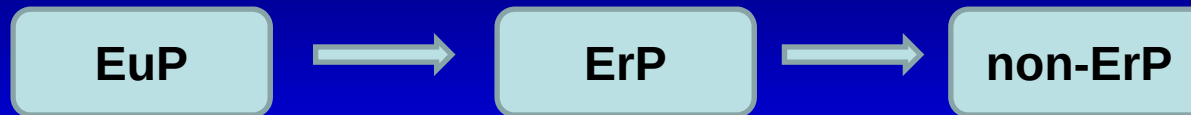
Direttiva Europea 2005/32/CE

“il livello delle specifiche per la progettazione ecocompatibile dovrebbe essere fissato sulla base di analisi tecniche, economiche e ambientali. Una metodologia flessibile di definizione di tale livello può facilitare un rapido miglioramento delle prestazioni ambientali”.

occorre favorire ***“l'integrazione del concetto di progettazione ecocompatibile”*** nell'ambito delle **PMI e delle** microimprese. Tale integrazione potrebbe essere agevolata dalla disponibilità di informazioni sulla sostenibilità dei loro prodotti e dalla facilità di accesso alle stesse.

Per quanto concerne la formazione e l'informazione delle PMI in materia di progettazione ecocompatibile, può essere opportuno prendere in ***considerazione attività di accompagnamento” (es. creazione di figure professionali specializzate).***

Evoluzione della normativa



L'evoluzione della normativa è attualmente indirizzata a:

EUP

- Revisione di una nuova lista di categorie di prodotto cui applicare la normativa
- Realizzazione di misure di implementazione per nuove categorie di prodotto
- Valutazione dei risultati ad oggi ed eventuale azioni di revisione

Evoluzione della normativa

ERP

- Analisi delle peculiarità degli ERP (anche in relazione a problemi metodologici relativi alla valutazione degli impatti ambientali)
- Analisi degli strumenti esistenti (MEEUP) alle nuove categorie di prodotto
- Identificazione di categorie di ERP prioritarie per la realizzazione delle misure di implementazione

non-ERP

- Potenziali impatti relativi ad una revisione della normativa Ecodesign con l'estensione del campo di applicazione ai non-ERP
- Studi di fattibilità in merito alle metodologie per la identificazione dei requisiti di Ecodesign per i non-ERP
- Identificazione di categorie di prodotti non-ERP potenzialmente significative per l'applicazione della direttiva Ecodesign

Potenziali problemi connessi all'applicazione delle misure di implementazione per le PMI

- Le misure di implementazione rappresentano misure obbligatorie a cui i produttori devono conformarsi per poter commercializzare nella UE i loro prodotti (a differenza di altre misure volontarie come l'Ecolabel).
- Sebbene i requisiti delle misure di implementazione non mirino ad identificare l'eccellenza nel mercato (come fatto ad es. dall'Ecolabel), le aziende potrebbero trovarsi con prodotti le cui prestazioni non sono conformi ai requisiti minimi.
- Le PMI devono essere proattive, cercando di adeguare i loro prodotti al progresso tecnologico in anticipo rispetto alle scadenze per la conformità fissate dalle misure di implementazione.
- I requisiti delle misure di implementazione comportano un costante monitoraggio e valutazione delle prestazioni ambientali dei prodotti anche su base di ciclo di vita. Le PMI che non hanno intrapreso questo percorso potrebbero trovarsi svantaggiate.

LCA e Direttiva 2009/125/CE

PRIN 2008

“Definizione di criteri innovativi per la progettazione e produzione eco-compatibile (eco-design) di prodotti che consumano energia (EuP) nel settore civile d'utenza”

Obiettivi

- Studio del processo di definizione delle "misure di esecuzione" con lo scopo di fornire ai decisori politici ed al mondo imprenditoriale un'ampia base informativa, sia di carattere metodologico che sperimentale e di favorire ed incentivare ad ogni livello l'adozione di criteri di progettazione eco-compatibile (eco-design).
- Analisi di impianti sperimentali caratterizzati da un elevato grado di innovazione tecnologica e da prestazioni energetico-ambientali di eccellenza.

Categorie di prodotto in studio:

- sistemi di micro-cogenerazione per uso residenziale: impianti solari ibridi a concentrazione PVT (Photovoltaic Thermal), sistemi SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) e PEFC (Proton Exchange Fuel Cell);
- sistemi di illuminamento per uffici ad alta efficienza.

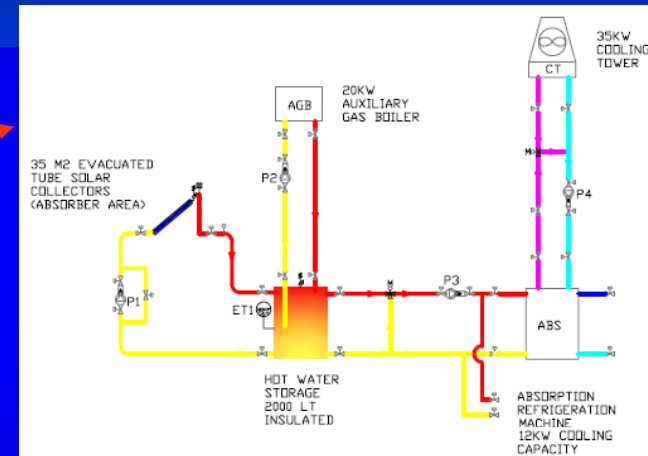
Casi studio di LCA applicata alle TFER

Concentratori solari ibridi (PV/T)



LCA

Impianto di solar cooling



Concentratore solare PV/T



Impianto ad alta efficienza, realizzato con collettori solari, caratterizzati dal fatto di possedere una *doppia tecnologia solare*, che permette di combinare un collettore termico con elementi fotovoltaici.

Obiettivo dello studio

Studio di supporto alla definizione di specifiche di eco-progettazione nell'ambito della Direttiva ErP:

1. Analisi delle prestazioni energetiche ed ambientali di un sistema CPVT (Concentrating Photovoltaic and Thermal) durante il suo ciclo di vita
2. Stima dei tempi di ritorno energetico e ambientale con riferimento al GWP

Qualità dei dati

Dati primari

Forniti dall'azienda
svedese/raccolti nel
sito di installazione

Masse dei materiali di ciascun
componente dell'impianto

Distanze e modalità di trasporto per
l'approvvigionamento delle materie
prime

Consumi termici ed elettrici per la
produzione del concentratore.

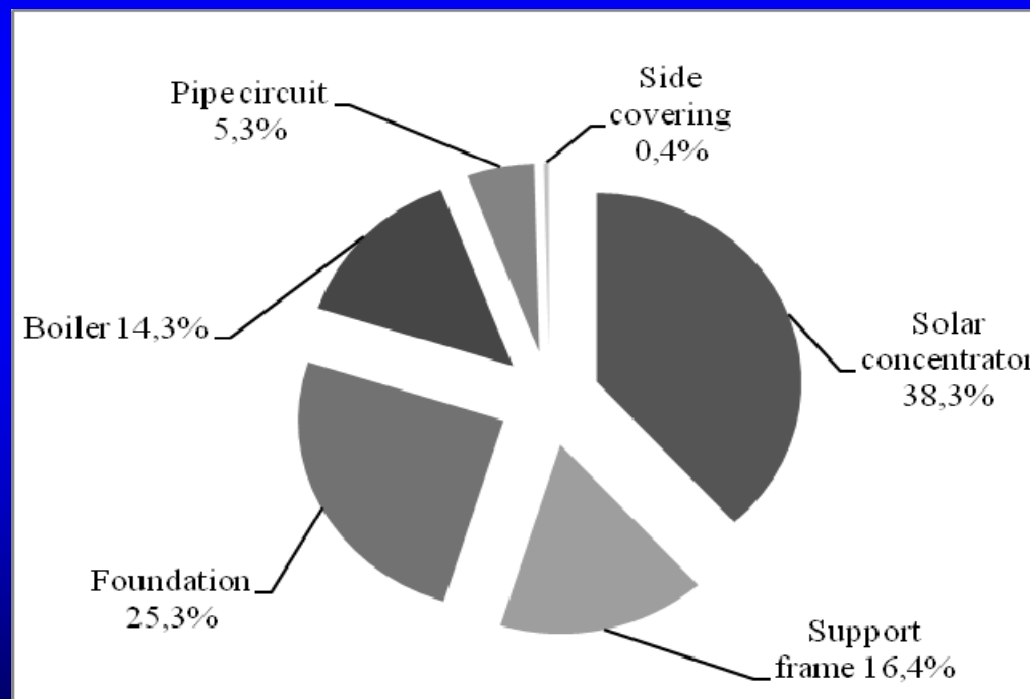
Dati secondari

Banche dati

Ecoprofil

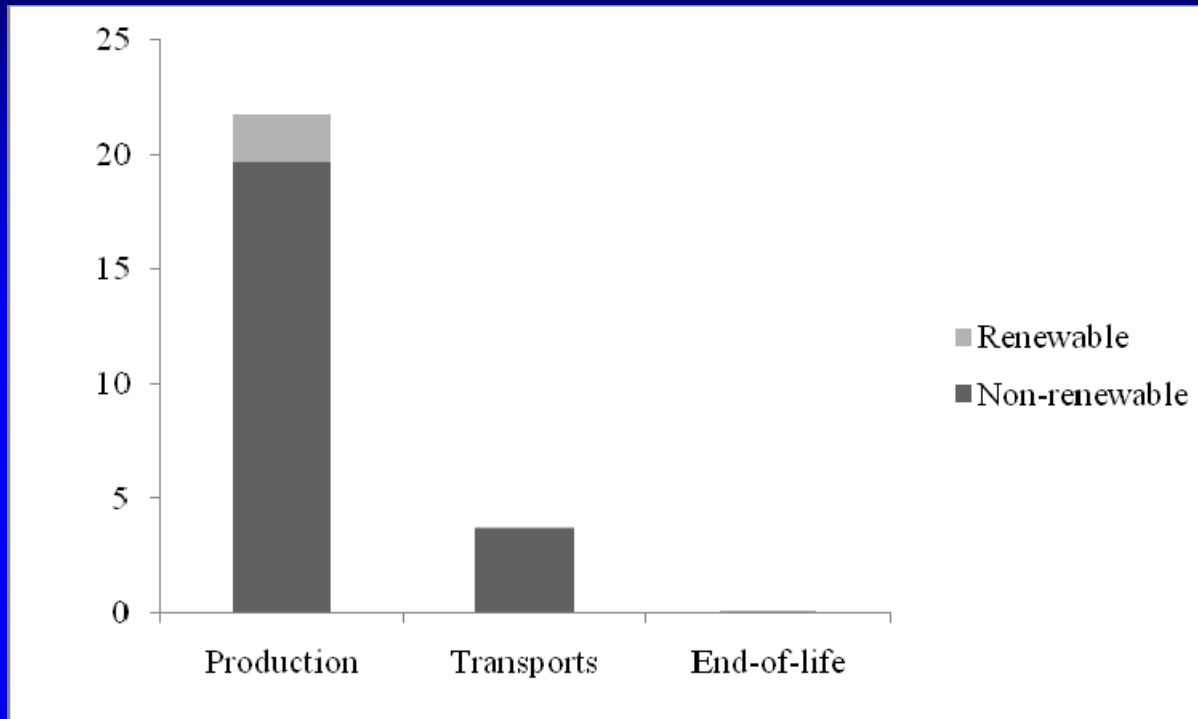
Materie prime
Energia (elettricità e biomassa)
Mezzi di trasporto
Processi di smaltimento

Indices	Amount
Global Energy Requirement - GER	25.6 GJ
Global Warming Potential - GWP	2,281 kg CO ₂ eq
Ozone Layer Depletion - ODP	1.6E-03 kg CFC-11eq
Photochemical oxidation - POCP	1.6 kg C ₂ H ₄ eq
Acidification Potential - AP	10 kg SO ₂ eq
Eutrophication Potential - EP	7.4 kg PO ₄ ---eq



Fase di produzione: incidenza di ciascun componente del sistema sul GER

Ciclo di vita: incidenza di ciascuna fase sul GER

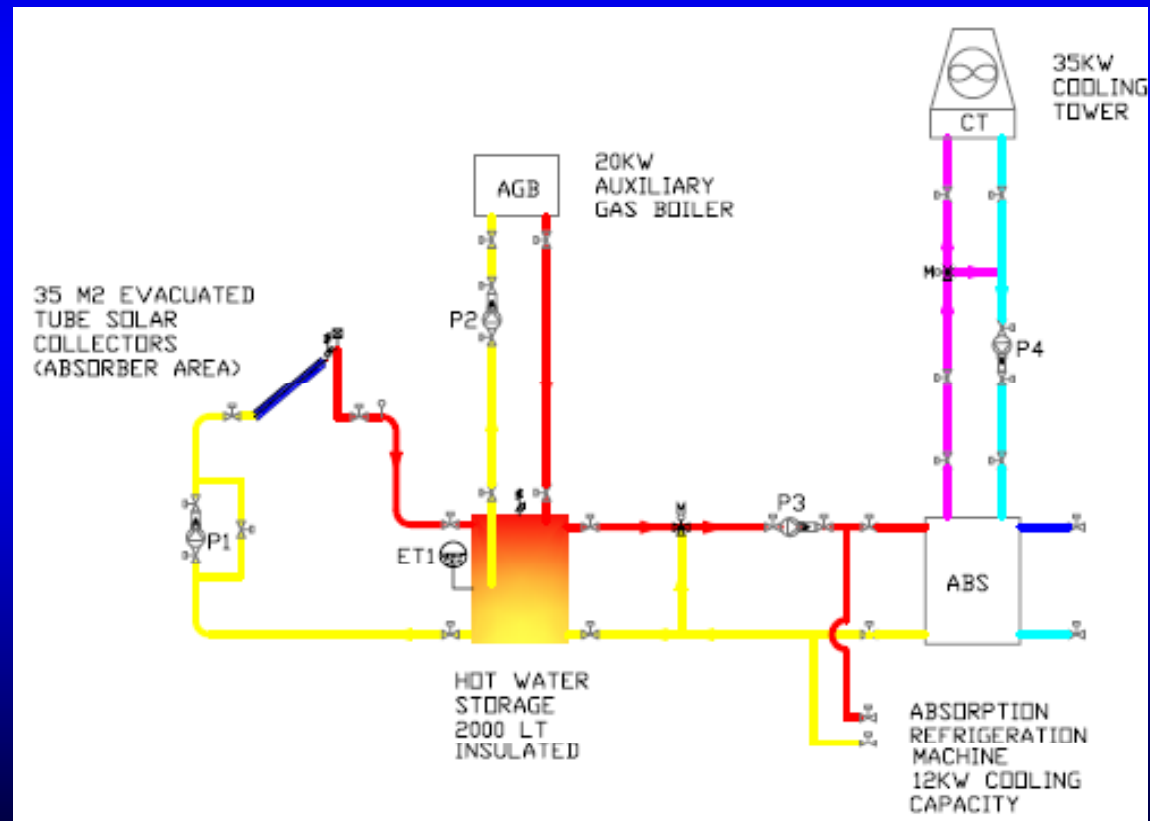


Esaved (GJ/year)	36
GWPavoided (kgCO2eq/year)	2,1
EPT (year)	0.7
GPT (year)	1

Caso studio: impianto di solar cooling

COMPONENTI DELL'IMPIANTO:

- Chiller ad assorbimento (12 kW), alimentato con una soluzione di acqua/ammoniaca;
- 35 m² di collettori solari a tubi evacuati;
- Serbatoio per l'acqua calda;
- Torre di raffreddamento;
- Sistema di riscaldamento ausiliario (caldaia);
- Sistema di raffreddamento ausiliario (chiller convenzionale).



Caso studio: impianto di solar cooling

OBIETTIVI DELLO STUDIO:

- **Stimare le prestazioni energetico – ambientali dell'impianto durante il suo ciclo di vita;**
- **Stimare le prestazioni energetiche dell'impianto durante la fase d'uso, considerando diverse configurazioni e siti di installazione;**
- **Stimare i benefici energetico - ambientali connessi all'uso dell'impianto di solar cooling in sostituzione di un impianto convenzionale.**

Sono state esaminate due configurazioni dell'impianto:

- Hot backup: in estate la caldaia ausiliaria supporta il sistema solare fornendo calore all'impianto ;**
- Cold-backup: in estate il chiller convenzionale supporta il chiller ad assorbimento;**

e due diversi siti di installazione: Palermo e Zurigo.

Caso studio: impianto di solar cooling

UNITÀ FUNZIONALE:

- **Un impianto di solar cooling;**
- **1 kW di potenza del principale componente dell'impianto, rappresentato dal chiller ad assorbimento;**
- **1 kWh di energia prodotta dall'impianto.**

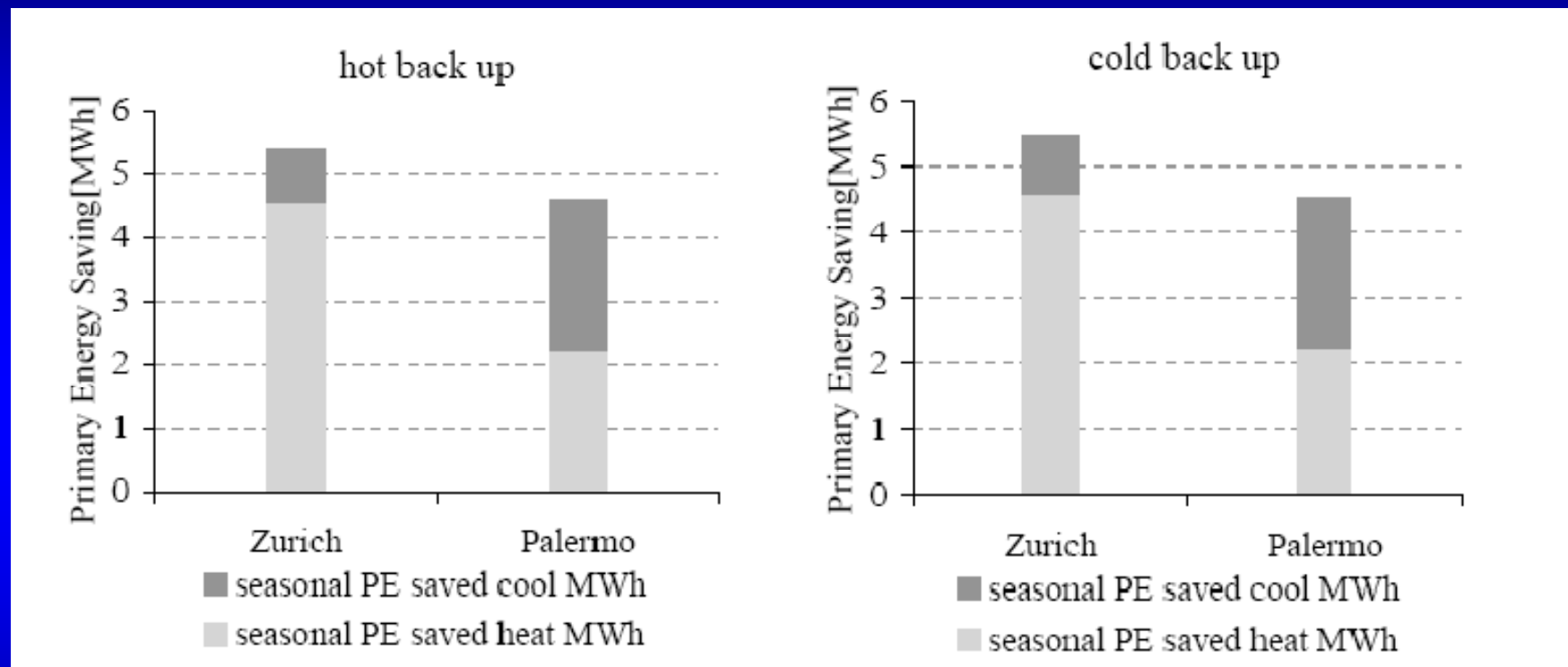
CONFINI DEL SISTEMA:

- **Produzione dei componenti dell'impianto;**
- **Fase d'uso (vita utile: 25 anni);**
- **Fine vita dei componenti dell'impianto.**

Le fasi di trasporto, installazione e manutenzione sono state escluse dall'analisi.

Caso studio: impianto di solar cooling

Fase d'uso: energia primaria risparmiata in un anno



- Anche se l'uso dell'impianto di solar cooling in sostituzione di un impianto convenzionale è più efficiente a Palermo (50-80%) che a Zurigo (20-34%), l'energia primaria risparmiata è maggiore a Zurigo, dove maggiore è la domanda energetica per il riscaldamento.

Caso studio: impianto di solar cooling

INDICI DI PAYBACK:

- Energy payback time E_{PT} : tempo di utilizzo dell'impianto affinché l'energia risparmiata uguagli l'energia consumata durante il ciclo di vita dell'impianto (esclusa la fase d'uso);
- Emission payback time EM_{PT} : tempo di utilizzo dell'impianto affinché gli impatti ambientali evitati uguagliano quelli connessi al ciclo di vita dell'impianto (esclusa la fase d'uso);
- Energy Return Ratio E_{RR} : indica quante volte l'energia risparmiata grazie all'uso dell'impianto innovativo supera l'energia impiegata per la realizzazione e gestione dello stesso.

	E_{PT} (years)	$EM_{PT,CO2eq}$ (years)	E_{RR}
Palermo hot back-up	5.1	4.0	4.3
Palermo cold back-up	5.8	6.0	3.8
Zurich hot back-up	4.4	3.9	5.0
Zurich cold back-up	4.8	5.6	4.6

La LCA di impianti che utilizzano le RES deve includere una dettagliata analisi della fase d'uso per la stima dei benefici effettivi derivanti dall'energia prodotta dal sistema durante la vita utile.

- I benefici energetico – ambientali connessi alle tecnologie alimentate dalle RES dipendono dalle condizioni climatiche del luogo di installazione.

Particolarmente critiche le seguenti fasi di ciclo di vita:

- **Uso** (indicazione dei criteri, metodi e parametri per la valutazione dell'energia prodotta durante la vita utile degli impianti, es. indicatori di *payback*, modelli previsionali)
- **End-of-Life** (definizione di scenari di recupero e di riciclaggio di materiali e componenti)

Conclusioni

LA metodologia LCA ha enormi potenzialità nella diffusione delle TFER, specialmente per soddisfare le esigenze *divulgative* e *comparative* (certificazioni EPD, criteri Ecolabel).

Gli eco-profilati ottenuti per le TFER sono strettamente collegati alla qualità dei dati. Necessari: diffusione delle informazioni ambientali, database di riferimento (facendo ricorso anche a sistemi ibridi), politica di informazione e sensibilizzazione verso le imprese.

PMI: senza centri di competenza e distretti tecnologici mirati al supporto nell'ottemperare ai dettami delle misure di esecuzione, le marginalizzeremo irreparabilmente?

Grazie per l'attenzione

Maurizio Cellura

e-mail: mcellura@dream.unipa.it

Dipartimento dell'Energia

Università degli studi di Palermo

Viale delle Scienze, 90128 Palermo, Italy

Ph 091-23861931; www.dream.unipa.it