

# Focus sui sistemi ibridi PVT: Un possibile sviluppo delle tecnologie solari


Ing. Michele Pellegrino




UDINE

19 ottobre 2007

## Scopo della presentazione

- Descrivere le potenzialità tecnologiche e di sviluppo commerciale della tecnologia PhotoVoltaicThermal (PVT).  


- Identificare i limiti economici, strategici e tecnici.  


- Presentare alcuni prototipi e prodotti di mercato.  


Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine



ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E L'AMBIENTE

L'ENEA è un ente pubblico di ricerca che opera nei settori dell'energia, dell'ambiente e delle nuove tecnologie a supporto delle politiche di competitività e di sviluppo sostenibile del Paese.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Quadro di riferimento

I mercati per il solare termico e per il fotovoltaico stanno generalmente crescendo, sia a livello internazionale che nazionale, anche se con dinamiche diverse, per settore e per nazione.

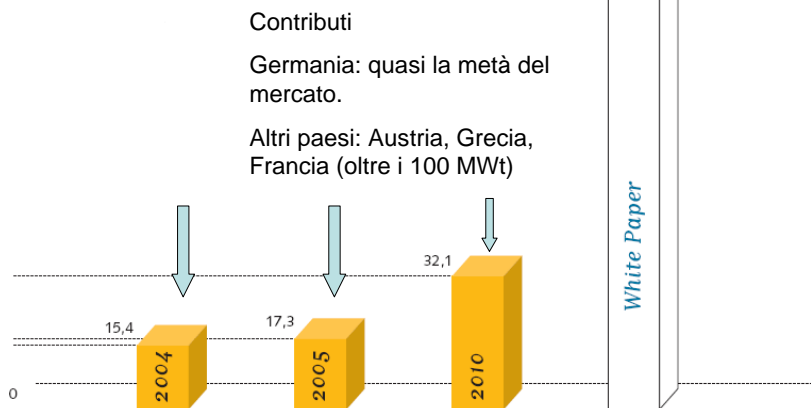
Gli obiettivi dell'Unione europea per il 2010 indicati nel Libro Bianco (1997) sono:

- 100 milioni m<sup>2</sup> per il solare termico (corrispondenti a 70 GWp termici);
- 3 GWp per il PV.

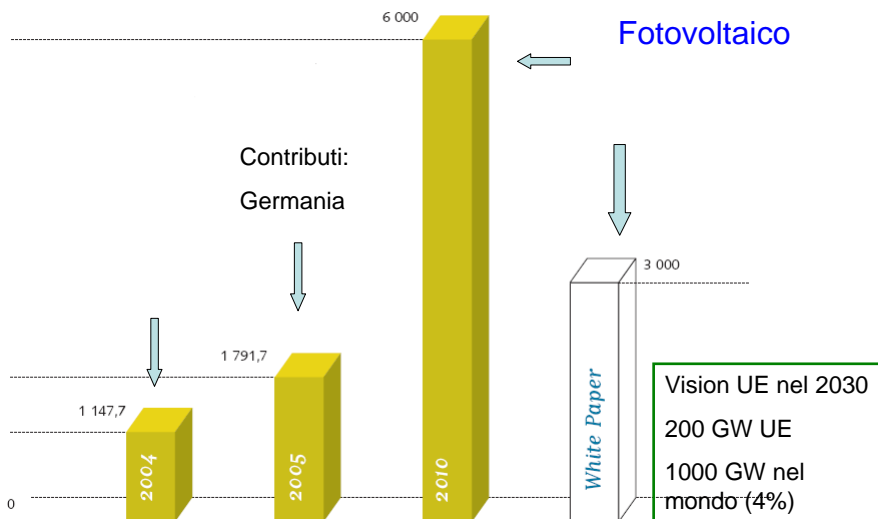
Conversione  
0.7 kW/m<sup>2</sup>

3GWp è l'obiettivo nazionale di potenza cumulata installata previsto dal decreto del 19 febbraio 2007 entro il 2016

## Solare termico



Crescita in Europa della capacità installata e confronto con l'obiettivo della Carta Bianca (in milioni di m²). Fonte: Euroobserver 2006



Crescita in Europa della capacità installata e confronto con l'obiettivo della Carta Bianca (in MWp). Fonte: Euroobserver 2006

## Solare termico-II caso Italia

- Il mercato italiano, secondo un recente studio condotto da ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation), è cresciuto più di quanto precedentemente stimato, ed ha conseguito nel 2006 dimensioni confrontabili con la Francia e la Spagna.
- La nuova capacità installata nel 2006 è stata infatti di 130 MWt pari a 186.000 m<sup>2</sup>.

Fonte:ESTIF



EUROPEAN SOLAR THERMAL INDUSTRY FEDERATION

## Il caso Italia

Comunque i dati della capacità totale installata, se riportati al numero di abitanti, sono distanti da

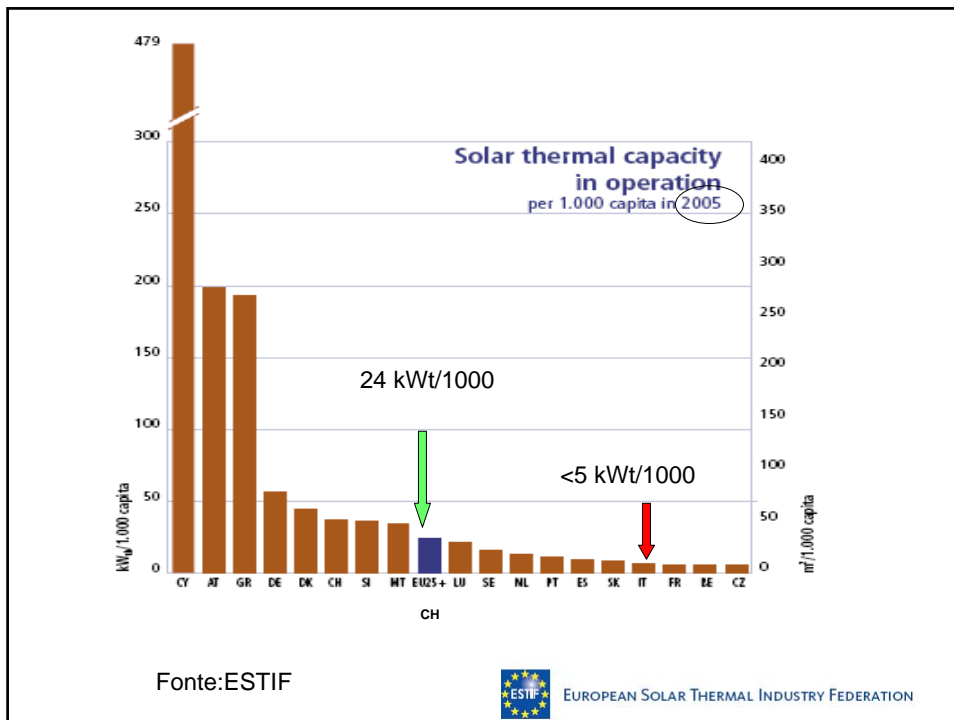
- Cipro(479 kWt/1000 abitanti),
- Austria e Grecia (199 kWt/1000 abitanti),
- del valore medio dell'Unione Europeo di 24 kWt/1000 abitanti.

Il quadro è ancora meno lusinghiero se si considerano i livelli di insolazione.

Fonte:ESTIF



EUROPEAN SOLAR THERMAL INDUSTRY FEDERATION



## I limiti del Solare Termico

Scarsa coscienza dei benefici.

interesse

Limitati e discontinui finanziamenti agli utenti finali.

costi iniziali ritenuti troppo alti

Alti costi di installazione per gli interventi in retrofit.

Mancanza di coordinamento nazionale.

e locale

Difficoltà di ottenimento dei permessi.

Mancanza di esempi pubblici.

best practises

Fonte: ESTIF Sun in Action

## I limiti del PV

Il basso rendimento del modulo

Gli alti costi di investimento

L'esigenza di rilevanti quantità di superficie di captazione

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## La tecnologia ibrida PVT

La tecnologia ibrida PVT è stata oggetto di ricerca e sviluppo a partire dagli anni 70.

Ci sono stati diversi progetti internazionali:

- 1) PV Bonus negli USA
- 2) PV-HYBRID-PAS PROGETTO JOULE  
"Development of Procedures for Overall Performance Evaluation of Hybrid Photovoltaic Building Components"
- 3) ACTIVITY 2.5 DEL TASK VII in ambito IEA
- 4) PV Catapult (Coordination Action nel VI Programma Quadro dell'U.E)
- 5) IEA SHC Task 35 "PV/Thermal Solar Systems"

## La tecnologia ibrida PVT

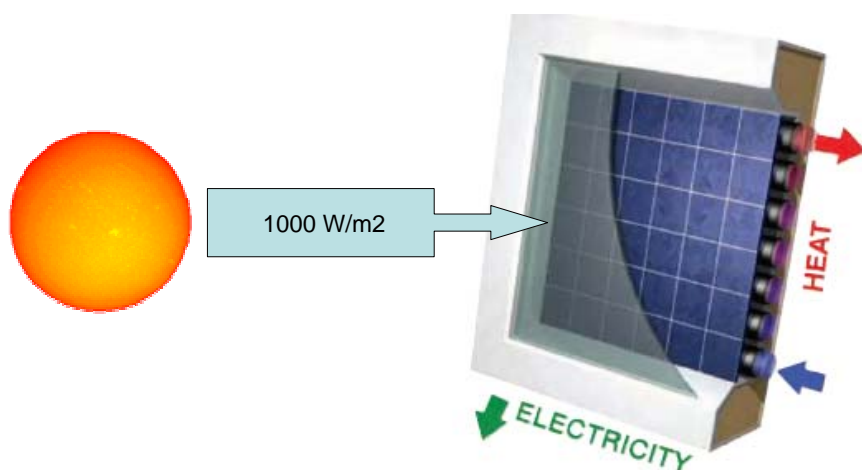
La ragione di questo interesse nasce dalla necessità di aumentare il rendimento del sistema PV.

Esistono allo studio altre possibilità (celle multigiunzione, TFV, sistemi dicroici, celle a confinamento quantico).

Utilizzando il calore generato come prodotto, il PVT fornisce in modo semplice sia energia elettrica che energia termica.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## La tecnologia ibrida PVT



## La tecnologia ibrida PVT

I diversi livelli di integrazione che si possono conseguire sono.

- sistemi separati/paralleli PV +T
- sistemi combinati PV&T
- sistemi integrati PV/T

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Sistemi PV +T



Un sistema PV+T considera l'installazione separata e parallela su di un unico tetto.

## Sistemi PV&T

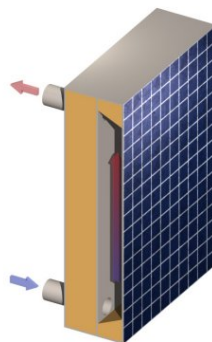


Un sistema PV&T considera l'installazione affiancata, side by side, su di un unico telaio



Collettore Twinsolar della Grammer Solar GmbH (D)

## Sistemi PV&T



Un sistema PV/T integra un pannello PV ed un collettore termico in un unico prodotto.

## Sistemi PV/T



Il PV/T è definito come quel dispositivo che impiega il fotovoltaico come assorbitore

## La tecnologia ibrida PVT

Per questa ragione l'accoppiamento del PV e del termico, o side by side, nello stesso telaio, o parallelamente sullo stesso tetto non rappresentano bene la tecnologia ibrida.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Le potenzialità tecnologiche del PVT

- 1) RECUPERO TERMICO DELL'ENERGIA NON UTILIZZATA PER LA CONVERSIONE PV (80-90 %).
- 2) AUMENTO DELL'EFFICIENZA DEL MODULO PV.

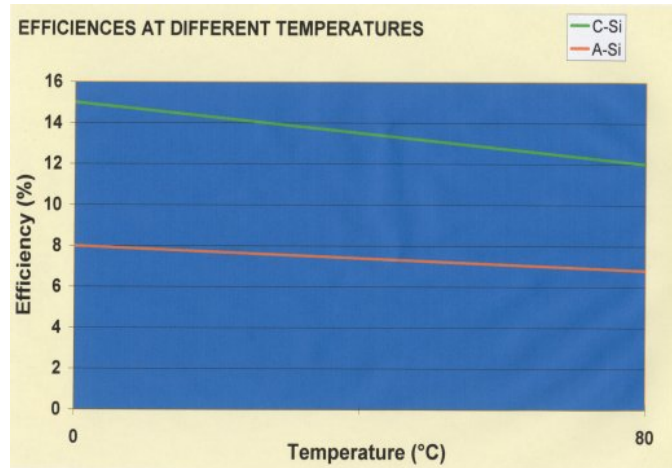
Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## I rendimenti dei moduli FV commerciali

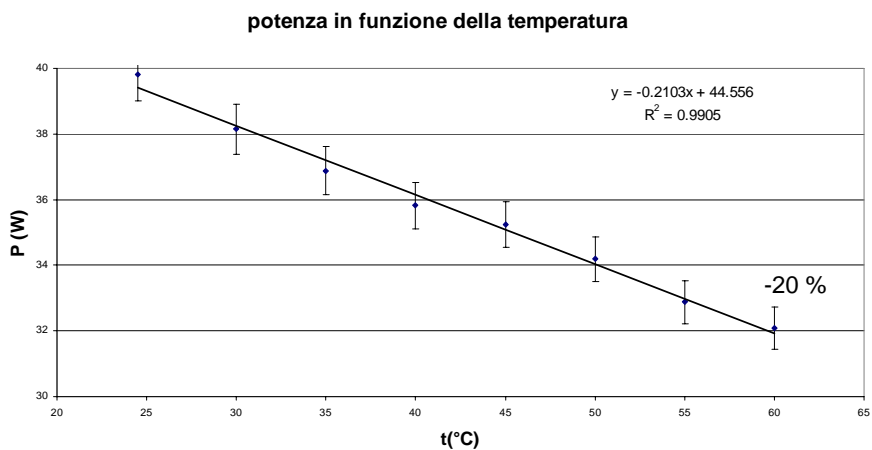
type of cell	range commercial module efficiencies	producer highest performance modules	corresponding cell manufacturer
multicrystalline Si	11-15%	Sharp	Sharp
monocrystalline Si	10-17%	Suntechnics	SunPower
HIT cells	16-17%	Sanyo Electric	Sanyo Electric
ribbon & EFG cells	12-13%	Titan Energy	RWE Schott
a-Si (single junction)	4-6%	Mitsubishi	Mitsubishi Heavy
a-Si (triple junction)	5-7%	Sunset	United Solar
CIS	9-11%	Würth Solar	Würth Solar
CdTe	6-9%	First Solar	First Solar

(Photon International, February 2005)

## VARIAZIONI DELLE EFFICIENZE DEI MODULI DI Si CRISTALLINO ED AMORFO



## VARIAZIONE DELLA POTENZA DI UN MODULO AL Si CRISTALLINO



Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Il coefficiente di temperatura della potenza $\delta$ per i moduli fotovoltaici

producer	type of cell	temperature coefficient (based on power)
(reference)	crystalline Si	-0.4%/K to -0.5%/K
Mitsubishi Heavy	a-Si	-0.2%/K
RWE Schott Solar	a-Si	-0.2%/K
Uni-Solar	a-Si	-0.21%/K
Kaneka	a-Si/ $\mu$ c-Si hybrid	-0.23%/K
Würth	CIS	-0.36%/K
First Solar	CdTe	-0.25%/K

I film sottili esibiscono una minore variazione con la temperatura e si prestano meglio per questa applicazione!!!!

## Le potenzialità commerciali del PVT

Il PVT ha le potenzialità economiche per conoscere una crescita analoga al FV ed al termico, specialmente rivolgendosi al segmento del mercato dell'edilizia residenziale (acqua calda sanitaria e riscaldamento ambientale).

Le potenzialità aumentano in previsione dell'obbligo della certificazione energetica degli edifici (Decreto Legislativo n. 192 del 19 agosto 2005 e s.m.i.).

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Le potenzialità commerciali del PVT I canali

- L'applicazione congiunta delle due tecnologie può favorire i due settori industriali:  
si può utilizzare l'esperienza di ciascun mercato di competenza,  
High tech del PV applicabile al termico ed i canali di mercato e standards già esistenti nel settore termico per il PV

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Le potenzialità commerciali del PVT Il mercato

- Inoltre, essendo una combinazione delle due tecnologie PV e solare termico, si può quindi ragionevolmente pensare che possa interessare quei segmenti di mercato che il PV ed il termico hanno in comune (soprattutto l'edilizia residenziale)

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## I segmenti di mercato del solare termico

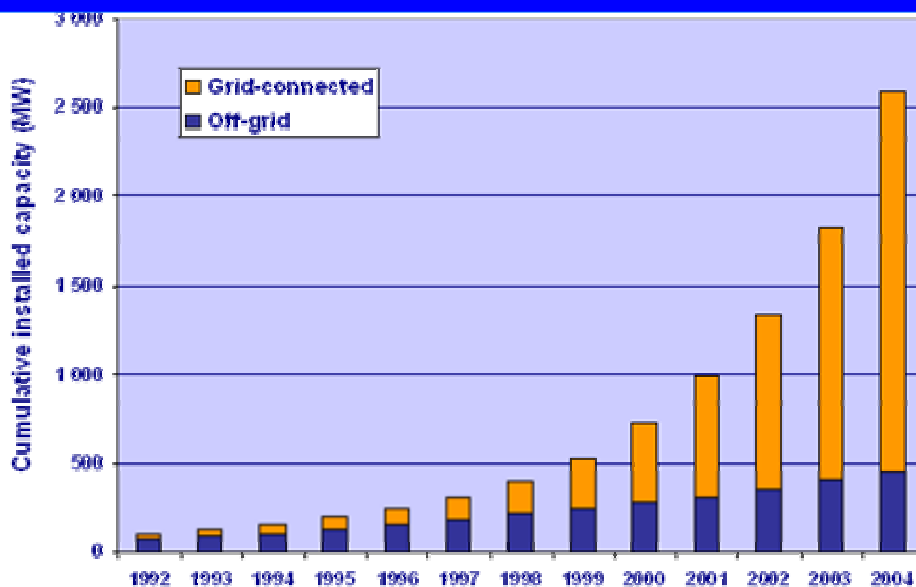
Segmentation of the solar thermal market								
Sector								
Segments	Residential (90%)				Tertiary (8%)	Industrial (<1%)	Other (<2%)	
	DHW (80%) Space Heating (10%)				DHW & Space Heating	Process heat (<1%)	District heating (1%)	Cooling, desalination drying etc. (<1%)
	One-family houses (80%)		Multi-family houses (10%)					
	Existing (70%)	New (10%)	Existing (1%)	New (9%)				

Fonte:ESTIF



EUROPEAN SOLAR THERMAL INDUSTRY FEDERATION

## ...e del fotovoltaico



Capacità cumulativa installata nel mondo (da: IEA).

## Le potenzialità commerciali del PVT

### I costi

- Il tempo di ritorno dell'investimento (il pay back period) dovrebbe essere inferiore, rendendo la tecnologia più competitiva rispetto al PV.
- Sono minori i costi di progettazione (I vantaggi di una progettazione integrata sono notevoli poiché a parità di superficie esposta si può avere a disposizione tanto la potenza elettrica di un sistema fotovoltaico quanto la potenza termica)
- e di installazione (Utilizzo di una sola impresa per eseguire lavori elettrici ed idraulici).

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Le potenzialità commerciali del PVT

### La battaglia sul tetto

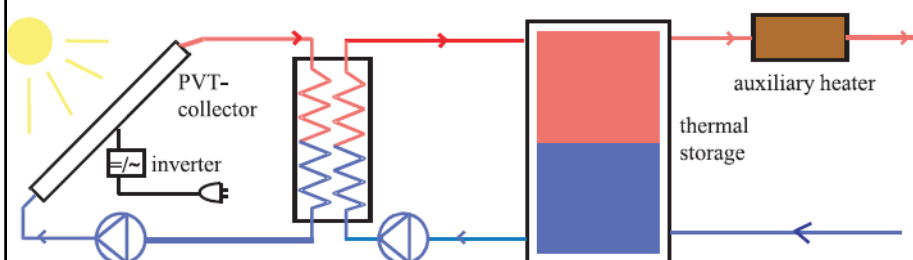
- Quando ci sarà un mercato concorrenziale il PV sul tetto diventerà più una regola che un'eccezione alimentando il cosiddetto 'battle on the roof', competizione per area non sufficiente per i due sistemi side by side.
- La competizione e la convenienza cresceranno passando alle abitazioni multifamiliari.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Le soluzioni tecnologiche

Le applicazioni PVT comportano diverse soluzioni, andando dai sistemi per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria alle facciate ventilate, dai concentratori raffreddati, al riscaldamento delle piscine ed alle applicazioni industriali e agricole come l'essiccazione del grano e del latte (processo) o il raffrescamento solare (servizi).

## Schema di un sistema PVT



**PVT ROADMAP**

A European guide for the development  
and market introduction of PV-Thermal technology

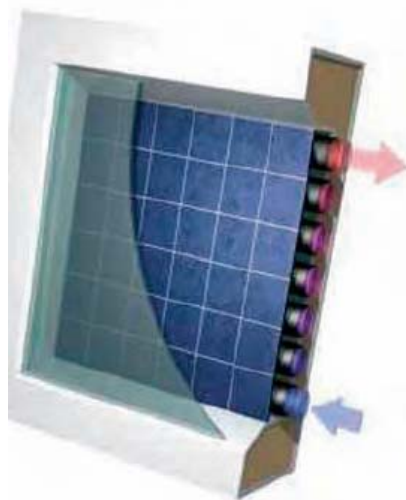


## Le soluzioni tecnologiche

- Moduli PVT a liquido
- Moduli PVT ad aria
- Facciate PV ventilate
- Concentratori PVT

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PVT a liquido



## Collettore PVT a liquido

- Sono simili ai collettori termici tradizionali piatti.
- Il collettore è realizzato con una serpentina o con un fascio di tubi in parallelo nei quali circola il liquido (acqua, glicol) e sopra i quali il modulo fotovoltaico è incollato o laminato.
- Possono essere vetrati o scoperti.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PVT a liquido

- I collettori PVT a liquido sono stati sviluppati dagli esistenti collettori, equipaggiandoli con il PV sulla superficie dell'assorbitore.
- Il costo è dato dalla somma dei costi del collettore, del laminato PV e dell'installazione, meno il costo del materiale risparmiato per l'integrazione ed il ridotto costo di installazione.

## Collettore PVT a liquido

- I collettori a piastra piana sono ben adatti per produrre acqua calda sanitaria.
- La produzione di acqua calda ha una larga applicazione.
- È facile da accumulare e può essere impiegata tutto l'anno.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PVT a liquido

- **Integrazione nell'edilizia.**  
L'integrazione avviene come per il collettore termico o il PV.
- **Aspetti tecnici**
  1. Sono richiesti speciali assorbitori, nei quali la resistenza termica tra PV ed il collettore a liquido deve essere piccola, specialmente nel caso dei non vetrati.
  2. Ci possono essere perdite di liquido o congelamento in caso di sbagliata progettazione e/o realizzazione.
  3. La temperatura di stagnazione deve essere compatibile con i materiali impiegati.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine



**PVTWINS** è uno spin-off di ECN (NL), produce PVT vetrati

## Collettore PVT a liquido-i produttori

- **Batec & Racell(DK)** hanno sviluppato un progetto negli anni 1998-2001.
- **Solon (D)** sta sviluppando un modulo PVT non vetrato .
- **Solarwatt (D)** ha portato avanti un progetto negli anni 1996/1997 poi abbandonato.
- **Zenit** produsse un prototipo nel 1997, ma non fu portato a livello commerciale.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PVT a liquido-i produttori

- **Sollektor** ha prodotto un collettore PVT negli anni 1999-2000, che è stato installato ed è ancora funzionante, ma la produzione commerciale non è partita.
- **Dunasolar** ha prodotto un collettore PVT a liquido, ma lo sviluppo terminò quando l'azienda ha cambiato mercato.
- **SDA, Sunearth & Unisolar** insieme hanno collaborato ad un progetto nel quale si voleva dimostrare la fattibilità di connettere un modulo Unisolar flessibile con un assorbitore, nell'ambito del progetto PV BONUS negli anni 1997-2000, con problemi che ne hanno impedito la produzione.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PVT a liquido-i produttori

- Powerlight (USA)** seguì un progetto nell'ambito PV BONUS negli anni 1997-2003, cercando di produrre un collettore con un modulo PV laminato flessibile su di un assorbitore flessibile. Problemi di delaminazione ne hanno ritardato l'ingresso sul mercato.
- ICEC (CH)** ha sviluppato e testato un collettore PVT a liquido, ma non è ancora in commercio.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PVT a liquido-concluisoni

- Per quanto riguarda i collettori PVT a liquido non vetrati al momento vi sono solo due produttori (almeno a livello europeo).
- Sebbene alcuni produttori hanno provato a commercializzare moduli PVT a liquido vetrati un solo prodotto commerciale è attualmente disponibile.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine



Postbus 9306  
1800 GH Alkmaar  
info@pvtwin.nl  
www.pvtwin.nl



PVT-collector	Dimensions collector box* (m)	Aperture (m <sup>2</sup> )	Nom. electrical output** (W)	Nom. Thermal output** (W)
PVTWIN 212	1.050 * 1.895	1.28	150	765
PVTWIN 313	1.050 * 2.760	1.92	220	1150
PVTWIN 422	1.895 * 1.895	2.56	295	1535
PVTWIN 515	1.050 * 4.245	3.20	370	1920
PVTWIN 616	1.050 * 5.325	3.84	440	2300
PVTWIN 623	1.895 * 2.760	3.84	440	2300
PVTWIN 824	1.895 * 3.615	5.12	590	3072
PVTWIN 1025	1.895 * 4.245	6.40	735	3840

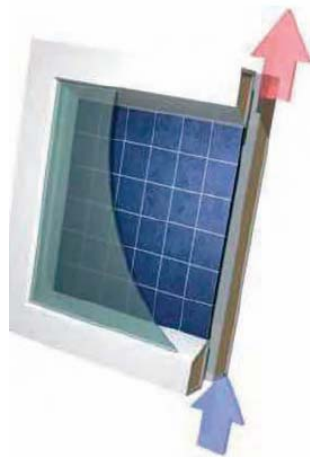
Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine



Manufacturer	Product/Project Name	Country	Characteristics	Air	Water	Length/Width [m]	Price per m <sup>2</sup> [Euro]	Year	Warranty	Thermal Output	Electrical Output
PVTWINS	PVTWIN 212	Netherlands	Glazed sheet-and-tube PVT collector - can be integrated in roof	No	Yes	1,050 / 1,895	Approx. 960	2004	N/A	765 W	150 W
	PVTWIN 313					1,050 / 2,760				1150 W	220 W
	PVTWIN 422					1,895 / 1,895				1535 W	295 W
	PVTWIN 515					1,050 / 4,245				1920 W	370 W
	PVTWIN 616					1,050 / 5,325				2300 W	440 W
	PVTWIN 623					1,895 / 2,760				2300 W	440 W
	PVTWIN 624					1,895 / 3,615				3072 W	590 W
PVTWIN 1025			1,895 / 4,245				3840 W	735 W			
			Dimensions collector box						Approx. 333 kWh/(m <sup>2</sup> *year)	Approx. 117 Wp/m <sup>2</sup>	

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PVT ad aria



## Collettore PVT ad aria

- Sono simili ai collettori termici tradizionali retroventilati.
- Il vantaggio rispetto ai collettori PVT a liquido è che possono essere impiegati anche moduli fotovoltaici convenzionali.
- Possono essere con o senza vetro.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PVT ad aria aspetti tecnici

- L'applicazione è utilizzata laddove è necessario riscaldare ambienti o preriscaldare grandi volumi.
- Un problema è che, essendo impiegati per la generazione di aria calda, durante il periodo estivo hanno una utilità limitata, a meno che siano utilizzati nel raffrescamento solare.
- Si può impiegare uno scambiatore acqua/aria per il periodo estivo, anche se i costi e l'efficienze non sono competitive con gli scambiatori liquido/liquido.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PVT ad aria aspetti tecnici

- Pur evitando i problemi dei collettori a liquido (congelamento, ebollizione, danni da fuoriuscita), l'uso di aria con bassa capacità termica e bassa conducibilità termica comporta un inefficiente scambio di calore.
- La bassa densità del fluido implica l'uso di tubi con maggiori sezioni.
- Perdite di calore sono possibili attraverso gli sfiati di aria.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PVT ad aria aspetti tecnici

- Per l'integrazione in edilizia l'impiego di tubazioni di grande diametro e l'uso di ventilatori per la movimentazione di grosse portate di aria e rumorosità possono rappresentare un problema, specialmente nelle applicazioni in retrofit.
- Per il riscaldamento diretto degli ambienti non può essere introdotta aria calda a temperatura superiore ai 60 °C.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PVT ad aria-il mercato

- Grammer Solar (D) produce un collettore PVT ad aria.
- Conserval Engineering (CND).
- Aidt Miljø (DK) commercializza soprattutto per cottage.
- Cythelia (F) ha sviluppato tre prototipi, non ancora commercializzati.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine



Grammer Solar GmbH (D)- collettore ad aria scoperto





Aidt Miljø (DK)-collettore vetrato. Modello SV2



Aidt Miljø (DK)



## Collettore PVT ad aria-concluisoni

- Poiché la principale applicazione è nel riscaldamento ambientale, la domanda del mercato è attualmente bassa (1.5 %).
- Con l'aggiunta di uno scambiatore si potrebbe produrre anche acqua calda.
- Tre produttori di collettori PVT ad aria commerciali esistono, ma, a parte quelli impiegati per le case isolate (cottage), i prodotti installati sono pochi.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PV ventilato con recupero di calore



Secco Sistemi (I)

## Collettore PV ventilato con recupero di calore

- Principale applicazione: uffici per il preriscaldamento nel periodo invernale e per produrre energia elettrica per la ventilazione durante il periodo estivo.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PV ventilato con recupero di calore

Principali vantaggi:

- Limita le perdite termiche dell'edificio.
- Funziona come schermo solare.
- Può essere usata al posto di costosi rivestimenti.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PV ventilato con recupero di calore

- Presenta gli stessi svantaggi dei collettori termici ad aria (uso di alette di raffreddamento).
- Può essere impiegato per il raffrescamento solare.
- La temperatura raggiungibile non è sufficiente in genere per il riscaldamento diretto, dato il non ottimale orientamento ed inclinazione della parete.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PV ventilato con recupero di calore- Il mercato

- Edificio Scheidegger e l'industria Aerni , **Atlantis Energy (USA)**,
- La facciata Cottbus Umweltzentrum
- La facciata della biblioteca pubblica Mataro (E) (1997, **TFM**),
- Le abitazioni multifamiliari a Skovlunde (Lundebjerg) e Copenhagen (Sundevedsgade) (2000, **Cenergia**) (DK),
- la Yellow House a Ålborg (2000, **Esbensen Consulting**),

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Collettore PV ventilato con recupero di calore- Il mercato

- La eco-cantina del Centro di Ricerche Fiat (2003, **Secco Sistemi**)
- Il tetto dello studio Imagina a Barcellona (2004, **TFM**) ,
- Il centro di addestramento professionale di Casargo (2005, **Secco Sistemi**).

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine



CRF di Torino ( Secco Sistemi)

## Collettore PV ventilato con recupero di calore- Conclusioni

- La principale applicazione è nel preriscaldamento ambientale.
- Sono soluzioni facilmente integrabili in edilizia ma molto specifiche al progetto.
- Non esiste una standardizzazione del prodotto.
- Al momento comunque il mercato PV è ancora piccolo. Facciate ad aria PVT sono state applicate solo in pochi progetti.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Concentratori PVT



ArontisSolar  
Solutions (S)



## Concentratori PVT

- Concentrando la radiazione solare si può ridurre la superficie attiva costosa, utilizzando sistemi ottici meno costosi.
- La maggiore intensità genera maggior calore, che deve essere però smaltito.
- Utilizzando fluidi con recupero di calore si hanno i concentratori PVT.
- Possono essere statici o ad inseguimento.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Concentratori PVT-asperti tecnici

- Alte concentrazioni richiedono sistemi ad inseguimento, che rendono l'integrazione in edilizia difficile.
- Aumentano le spese di manutenzione.
- Non tutti i climi sono adatti. Funziona solo con la componente diretta della radiazione.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Concentratori PVT-aspetti tecnici

- Anche nel caso dei concentratori statici il modulo è più spesso di un collettore piano e la superficie non è uniforme poiché le ottiche non sono nello stesso piano del modulo PVT.
- Vi sono effetti ottici e riflessioni che impediscono l'applicazione del sistema in parti visibili nella facciata dell'edificio.
- La soluzione migliore è installare il sistema su di una copertura orizzontale.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Concentratori PVT-II mercato

- Nel Regno Unito la **Heliodynamics** ha sviluppato un concentratore PVT commerciale ad inseguimento.
- In Canada la compagnia **Menova Engineering Inc.** ha sviluppato un concentratore PVT commerciale.
- In Svezia la compagnia **Arontis Solar Solutions** ha iniziato la produzione commerciale di concentratori.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Concentratori PVT-II mercato

- La svedese **Vattenfall Utveckling AB** ha sviluppato il MaReCo PVT ed ha iniziato un progetto dimostratore di 30 m<sup>2</sup> del MaReCo-hybrid in Hammarby Sjöstad.
- Lo sviluppo si è poi trasferito alla compagnia **Priono AB**, che sta tentando la commercializzazione.
- In Canada **Sunwatt** ha commercializzato i moduli HD100 and HD150 a bassa concentrazione negli anni 1981-1989.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Concentratori PVT-II mercato

- In Australia, un progetto dimostratore di 300 m<sup>2</sup> è stato avviato con il concentratore Combined Heat and Power Solar CHAPS PVT a singolo asse, con un fattore di concentrazione di 37, fornendo elettricità ed acqua calda per un college di ANU (Australian National University) a Bruce Hall.
- Il sistema consiste di 8 paraboloidi, ciascuno di lunghezza pari a 24 m.
- In America la compagnia Solar Focus sta sviluppando il concentratore BiSolar PVT.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Concentratori PVT-II mercato



Concentratore statico (Vattenfall) (S)

## Concentratori PVT-II mercato



Concentratore di Arontis Solar Solutions (S)



## Concentratori PVT-II mercato



Concentratore CHAPS (Combined Heat and Power Solar) (ANU) AUS

## Concentratori PVT-II mercato



Concentratore Power-Spar di Menova Engineering (CND) **Menova**  
*energy* Inc.

## Concentratori PVT-Conclusioni

Adatti per applicazioni ad alta temperatura. Ad es. il raffrescamento solare nel terziario.

Difficoltà nell'integrazione in edilizia.

Condizioni di fluido non stagnante critiche per le medio alte concentrazioni.

Problemi di sicurezza con il fuori fuoco.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Conclusioni

- L'energia termica prodotta è talvolta inferiore nei sistemi PVT rispetto a quelli tradizionali (ridotta del 10% rispetto ad un collettore termico tradizionale), mentre la produzione elettrica è maggiore.
- Comunque entrambe sono prodotte sulla stessa area. Confrontando con i sistemi in parallelo la quantità di energia termica ed elettrica prodotta insieme dovrebbe essere maggiore rispetto alla somma delle energie termiche ed elettriche prodotte separatamente, consentendo una area di installazione inferiore e minori costi.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Conclusioni

- Molti produttori hanno partecipato alle fasi di sviluppo, produzione e commercializzazione dei collettori PVT.
- Comunque il numero di prodotti commerciali è ancora limitato.
- Mancano dati di affidabilità sistematici e sul lungo termine.

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Conclusioni

- Barriere non tecniche:
  1. Alti costi
  2. Mancanza di uno standard di riferimento per la qualificazione del progetto
  3. Mancanza di codici edilizi

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Conclusioni

Barriere tecniche:

- Temperatura di stagnazione (diodo di by-pass ed altri materiali presenti nel modulo)
- Selettività dell'assorbitore
- Isolamento elettrico
- Resistenza termica

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

## Conclusioni

Sviluppi:

- Qualità ed affidabilità
- Facilità di installazione
- Estetica
- Piani di finanziamento

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine

Grazie per l'attenzione

Ing. Michele Pellegrino CR ENEA Portici 19 ottobre 2007 Udine