Giornata di Studio su

Tecnologie, tecniche impiantistiche e mercato del fotovoltaico

Archivio Antico, Palazzo del Bo'
Università degli Studi di Padova
Via VIII Febbraio 2

Fotovoltaico a concentrazione: Il progetto Apollon

Gianluca Timò

ERSE S.p.A.

21 Gennaio 2009

Sommario

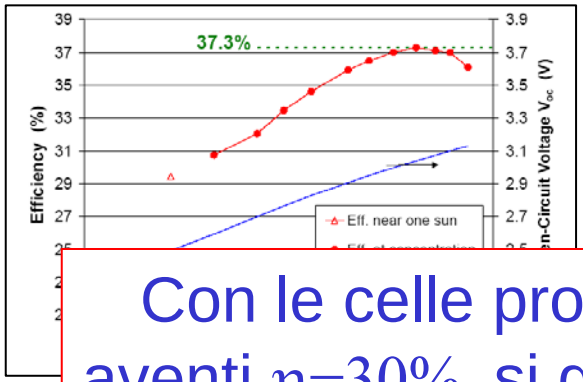
- I motivi dello sviluppo della concentrazione fotovoltaica
- I sistemi a concentrazione fotovoltaica
- Il progetto APOLLON

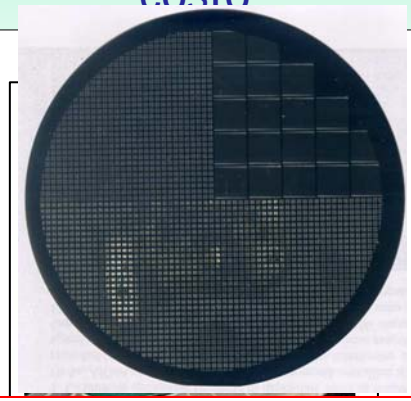
I motivi dello sviluppo della concentrazione fotovoltaica

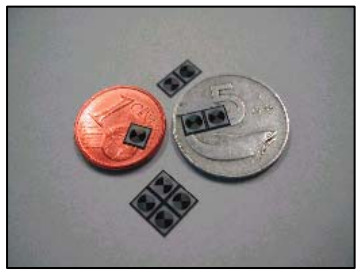
Le celle solari in concentrazione sono più efficienti

Il materiale costoso è sostituito con un ottica di concentrazione a basso costo

Si risponde in modo efficace al problema della scarsità o della limitatezza in natura dei materiali richiesti







Con le celle prodotte da un wafer di diametro di 100 mm aventi η=30%, si genera a 500 x, la stessa potenza generata da 10 m^2 di silicio

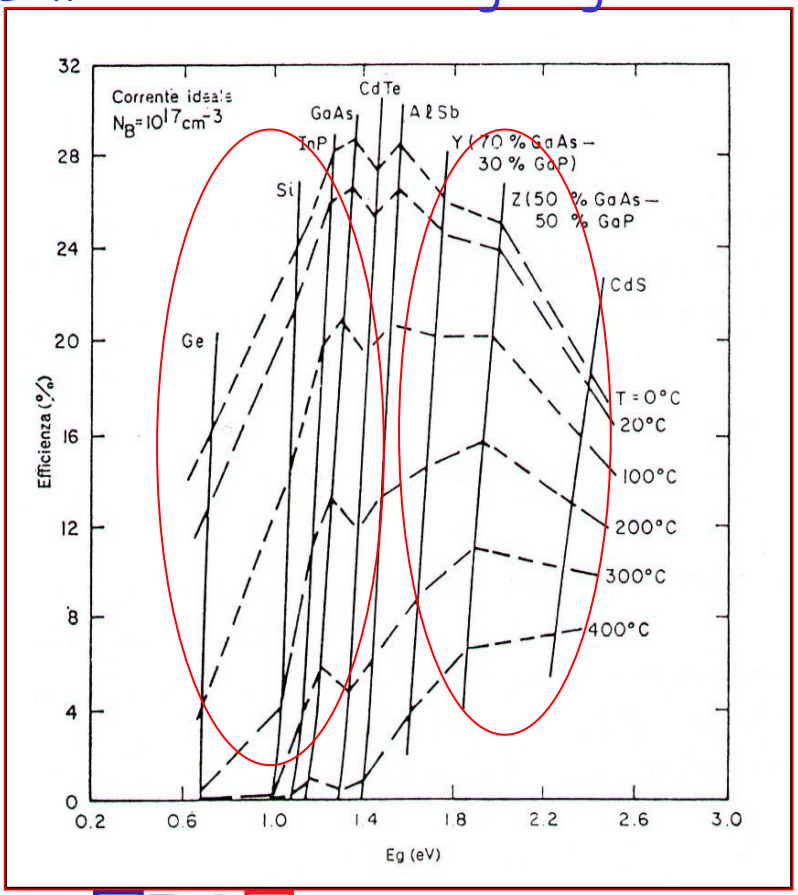
diventano meno importanti

dell'intero campo di calcio se coperto da pannelli piani al silicio (rettangolo bianco)!

I motivi dello sviluppo della concentrazione fotovoltaica

L'utilizzo delle celle a multigiunzione

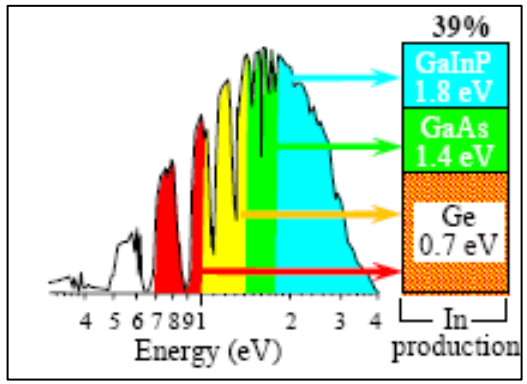
Limiti delle celle a singola giunzione



Potenza = tensione*corrente

Con l'utilizzo delle celle a multigiunzione si ottiene un valore di efficienza di conversione più alta, assorbendo ogni colore della luce con diversi materiali, minimizzando la dissipazione di calore

1



Si massimizza la raccolta della Luce senza penalizzare la tensione

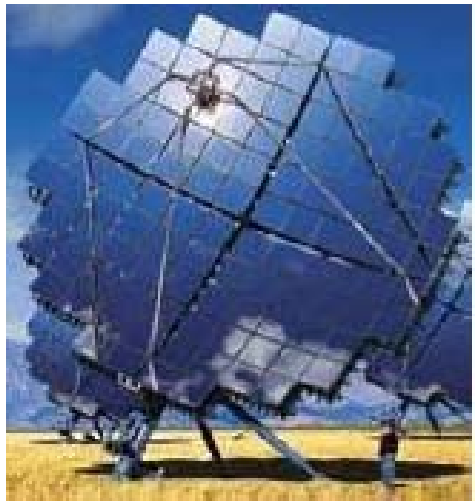
2

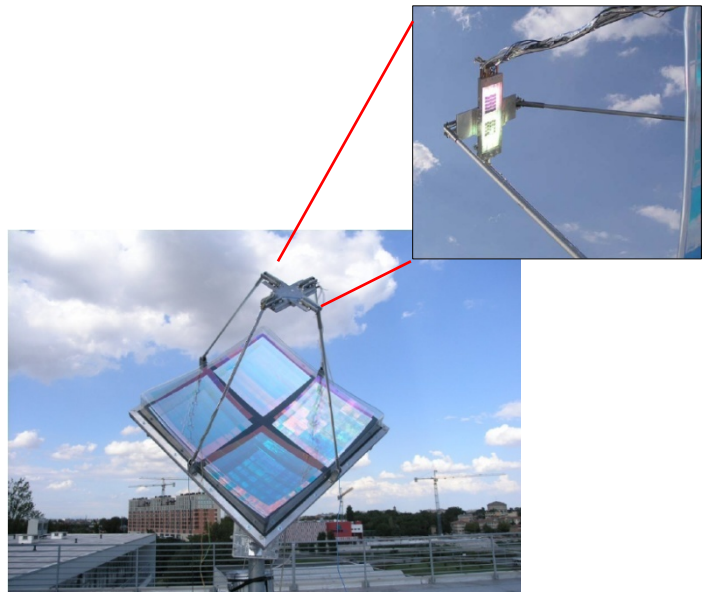
ERSE

I sistemi a concentrazione fotovoltaica

Point Focus

Dense arrays



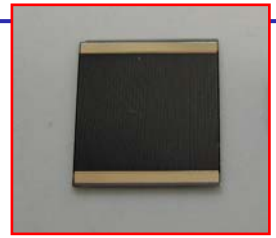


Ogni cella ha un'ottica dedicata

La luce viene concentrata con uno o più specchi su uno o più "arrays" di celle

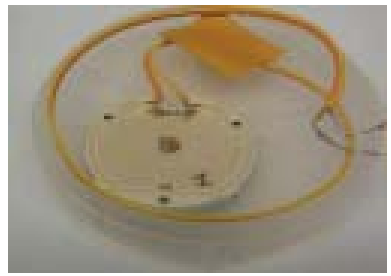
I sistemi a concentrazione fotovoltaica

Celle solari



Sistemi di raffreddamento

Passivo



Attivo

Ottiche di concentrazione

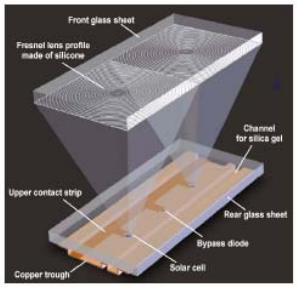


Fig. 1. Schematic section of an all-glass module

Sistemi di inseguimento

Moduli
(Tecniche di assemblaggio, Housing)

Il Progetto APOLLON

2007 Work Programme

Cooperation theme 5 : Energy

Topic 5.2.1.3: Concentrating photovoltaics: cells, optics, modules

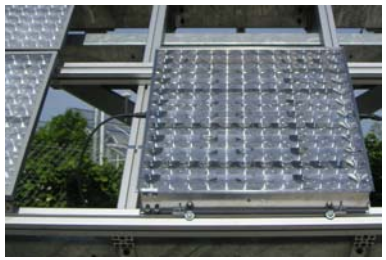
Multi-APprOach for high efficiency integrated and inteLLigent cONcentrating PV modules modules(Systems)

Il Progetto APOLLON

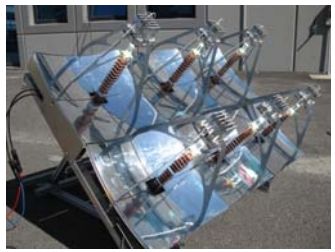
Obiettivo: sviluppo di sistemi PV a concentrazione con target di costo 2-2.5 €/Wp

Progetto integrato su più linee competitive

"Point focus"

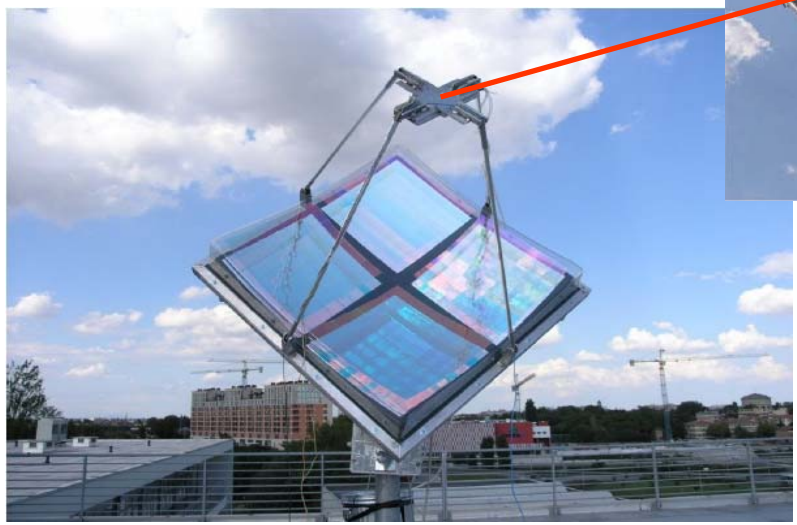


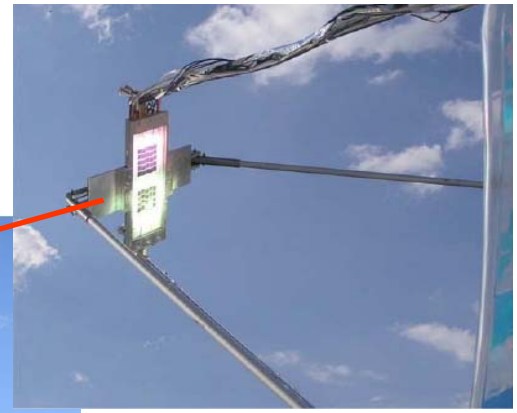
"Dense array"



Il Progetto APOLLON

Il progetto APOLLON è il primo progetto Europeo in cui verranno sviluppate entrambe le tecnologie a concentrazione (PF and DA)





Il sistema sfrutta La separazione spettrale della radiazione solare

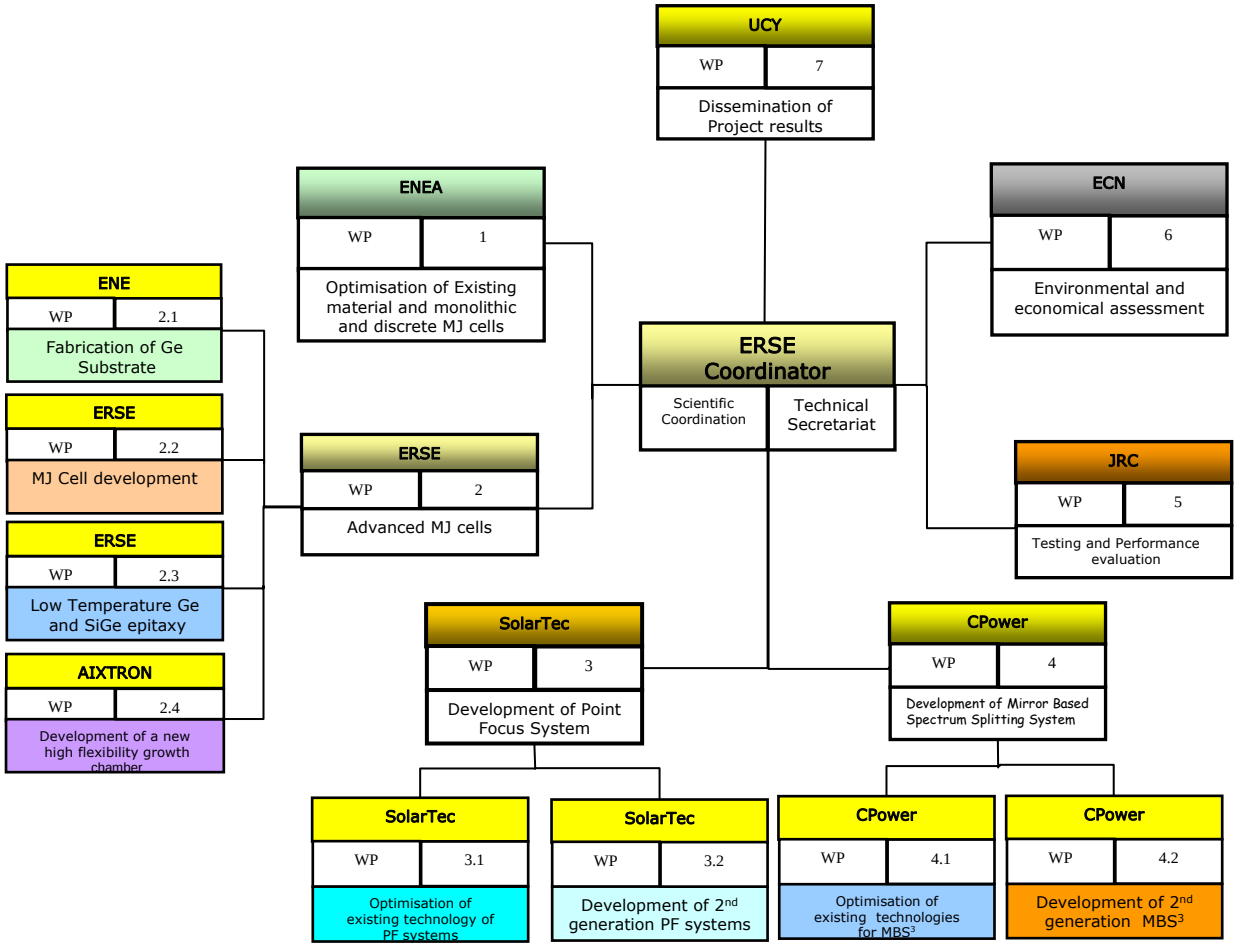
Il Progetto APOLLON

- **Schema di finanziamento**: Collaborative project
- **Dimensione**: Large integrating Project (con una parte predominante di Ricerca e sviluppo)
- **Contributo EC:** 8.3 Meuro (costo totale 11.8 Meuro)
- **Durata**: 60 mesi (5 anni)
- **Partecipanti**: 16 partners con End-User and diverse SME
- **Coordinatore**: ERSE

Attualmente APOLLON è il più grande progetto europeo del VII Programma Quadro nel campo fotovoltaico

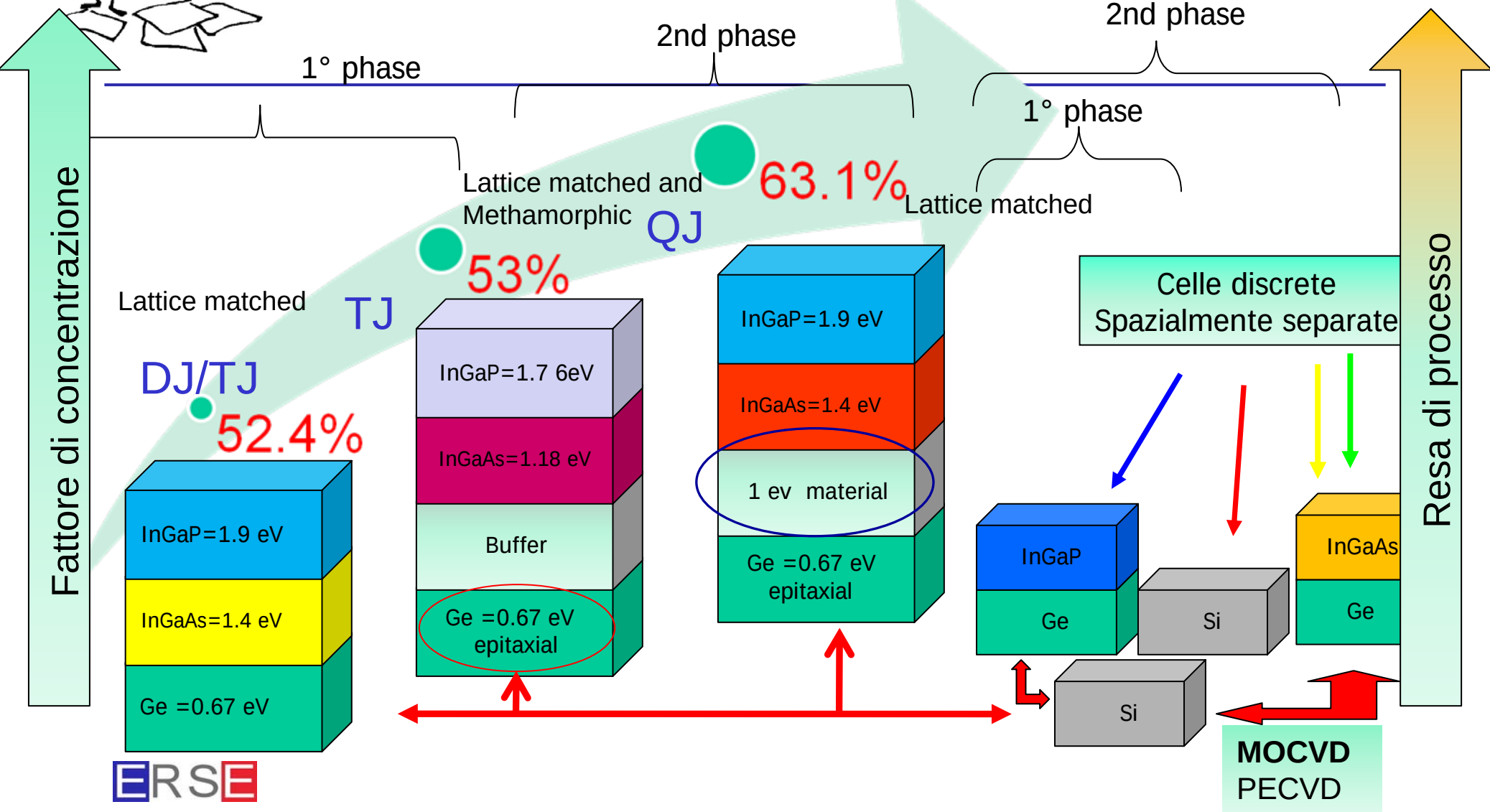
Il Progetto APOLLON

STRUTTURA DEL PROGETTO



Il Progetto APOLLON

Lo sviluppo di dispositivi

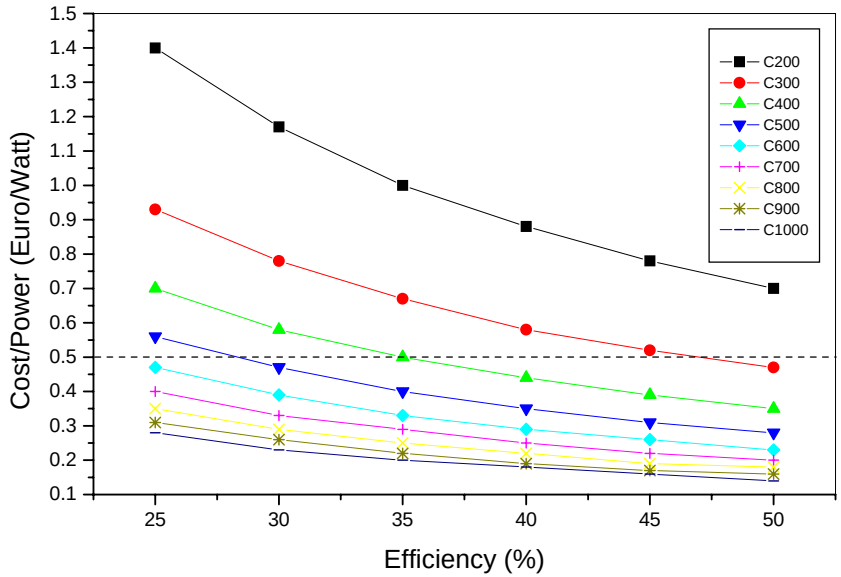


ERSE

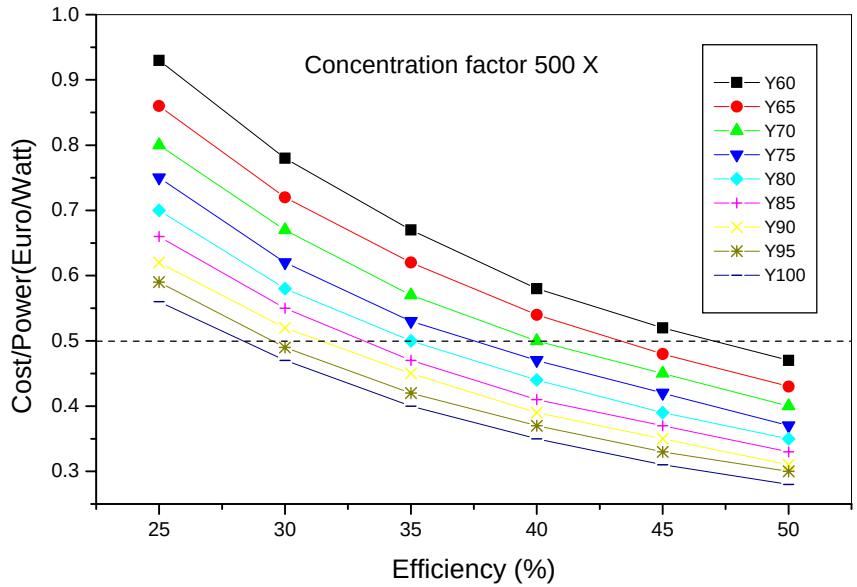
Il Progetto APOLLON

Lo sviluppo di dispositivi

Costo/W in funzione del fattore di concentrazione



Costo/W in funzione della resa di processo



CPV-Cell Economical Performance Index (C_{EPI})

$$C_{EPI} = \eta * C_f * Y / C$$

η = efficienza della cella (%)
C_f = fattore di concentrazione
Y = resa di processo
C = costo della cella senza resa [Euro/cm^2]

Il Progetto APOLLON

Lo sviluppo di un nuovo reattore MOCVD

L'impianto MOCVD È lo strumento essenziale per sviluppare celle multigiunzione ad alta efficienza e con elevata resa di processo

ERSE ha elaborato la specifica tecnica dell'impianto MOCVD con le richieste di Innovazione.

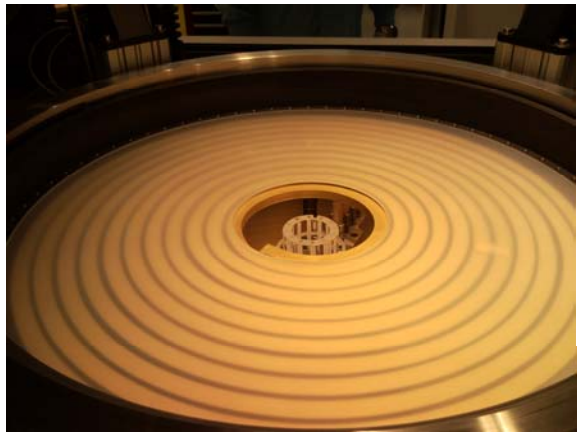
AIXTRON ha già realizzato la parte standard dell'impianto e ha iniziato a sviluppare la parte innovativa

Il Progetto APOLLON

Lo sviluppo di un nuovo reattore MOCVD

Principali caratteristiche

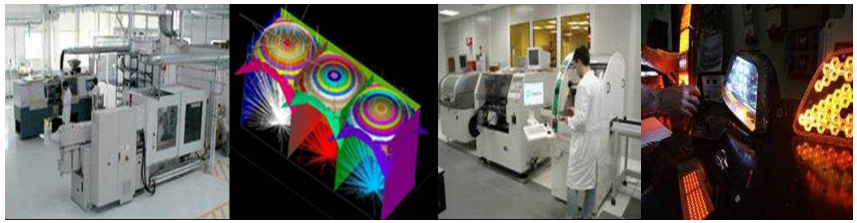
- Nuovo sistema di riscaldamento
- Nuovo sistema di iniezione dei gas per crescita del germanio epitassiale
- Nuovo sistema di diagnostica in situ
- 16 sorgenti metallorganiche
- 7 sorgenti di idruri

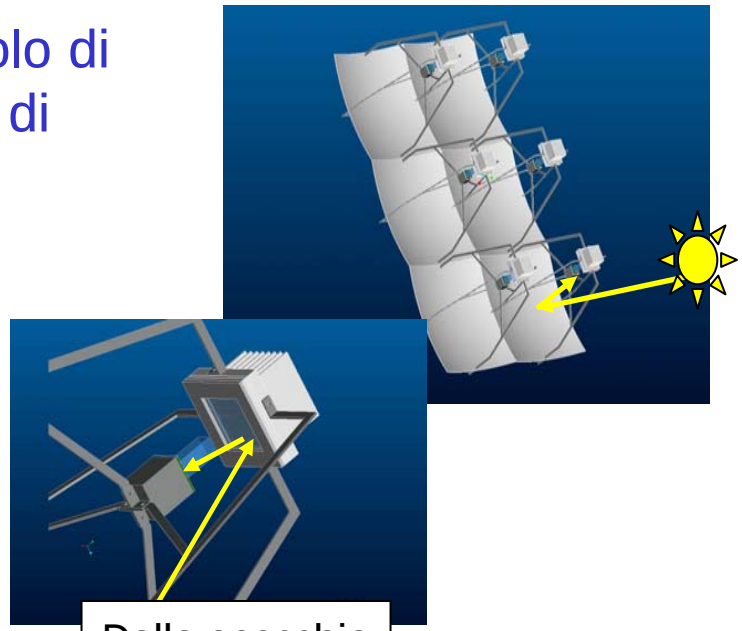


Il Progetto APOLLON

Lo sviluppo di ottiche e tecniche di integrazione

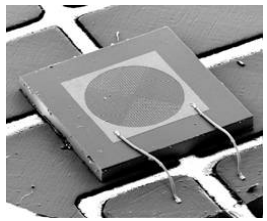
Ottiche ad alta concentrazione ad alto angolo di accettazione integrate nei moduli, tecniche di assemblaggio ad alta produttività





Utilizzo di tecniche di integrazione e simulazione delle ottiche utilizzate nel settore dei led e nel settore “automotive lighting”

introduzione di ottiche secondarie integrate nei moduli



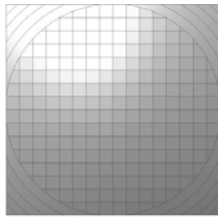
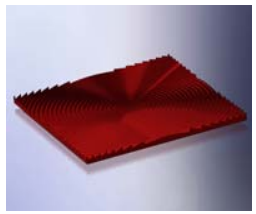


Fig2-View of the hybrid lens

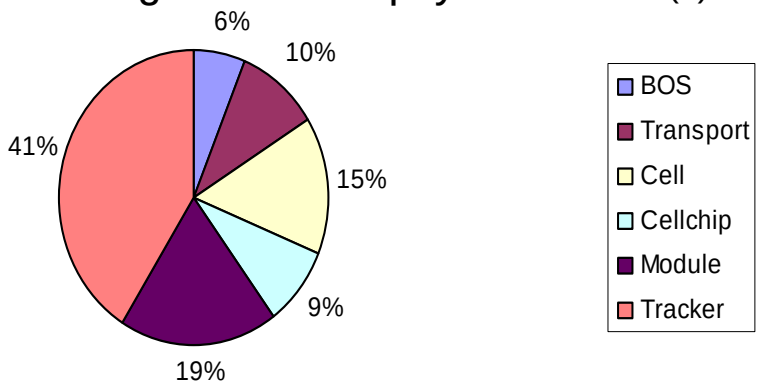


Il Progetto APOLLON

Lo sviluppo di inseguitori solari a basso costo con controllo intelligente

Il costo dell'inseguitore solare incide per il 20% sul costo totale del sistema

Incidenza dell'inseguitore sul E-pay-back time (*)



La massima deformazione accettabile della struttura dell'inseguitore solare dipende dall'angolo di accettazione dei moduli. Inoltre, più il modulo è leggero più leggera risulterà anche la struttura di sostegno.

Un inseguimento accurato dipende dalla tecnica di controllo adottata.

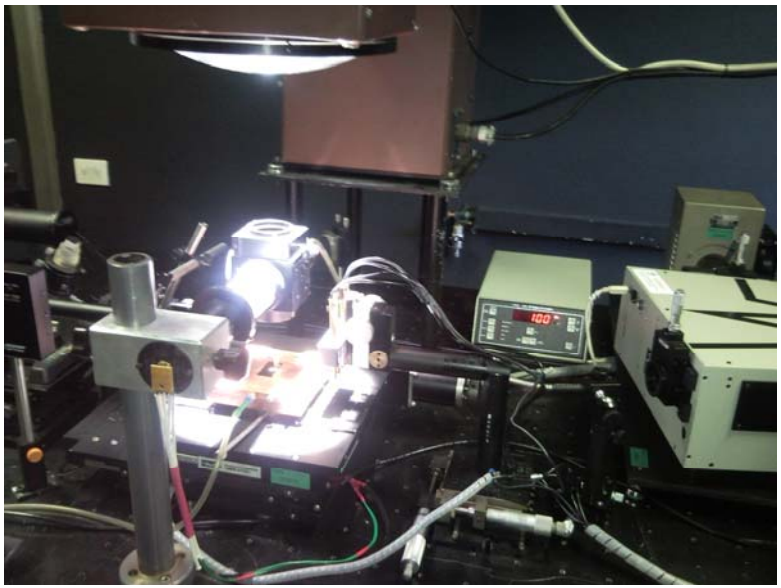
Lo sviluppo del'inseguitore solare troverà quindi un beneficio economico se sarà effettuato congiuntamente a quello del modulo e alla logiche di controllo. Tale impostazione caratterizza il progetto APOLLON, il cui Consorzio prevede al suo interno tutti soggetti con le competenze necessarie allo sviluppo delle tecnologie citate.

(*) $$EPBT = \frac{Ep}{Eg - Ecm}$$

Ep = energia richiesta per produrre una sistema a concentrazione
Eg = energia annuale prodotta dal sistema a concentrazione
Ecm= energia annuale spesa per le messa in operazione e la manutenzione

Il Progetto APOLLON

La caratterizzazione

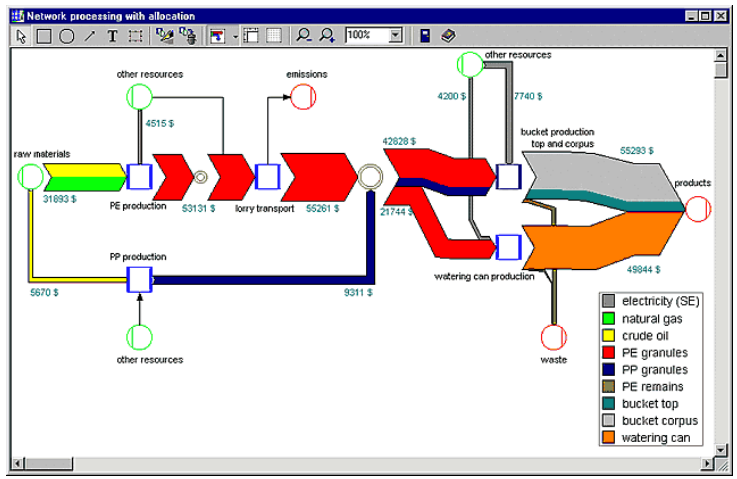


Le celle a MJ ed i moduli sono sensibili alle variazione di contenuto spettrale della radiazione incidente. L'attività di caratterizzazione è oggetto stesso di ricerca. In APOLLON è stata pianificata una caratterizzazione dei moduli a rotazione da parte di diversi partners (*Round-Robin* methodology). Il moduli sono testati in Italia (nord e sud) e a Cipro. I sistemi fotovoltaici saranno installati in Sicilia da ENEL e monitorate le perdite per mismatch elettrico.

Il Progetto APOLLON

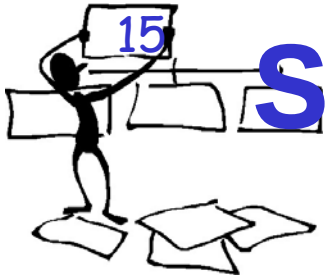
Analisi Ambientale ed economica

- Determinazione dell'energy pay-back time
- Determinazione dell'impatto ambientale per kWh prodotto
- Determinazione del costo per kwh prodotto
- Individuazione delle opzioni migliorative
- Benchmarking ambientale con altre forme di produzione dell'energia



Risultati preliminari: - EPBT = 1-1.5 anni

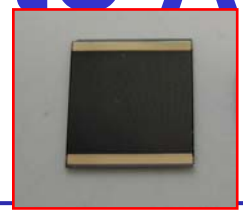
- Emissione di CO2/kWh= 25-30 gr

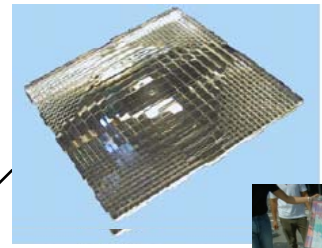


Sintesi del Progetto APOLLON

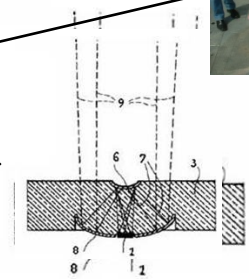
Sviluppo di un nuovo reattore MOCVD

Sviluppo di dispositivi avanzati a singola e multigiunzione

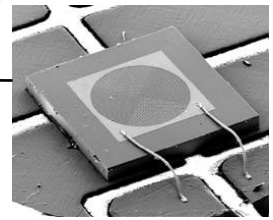


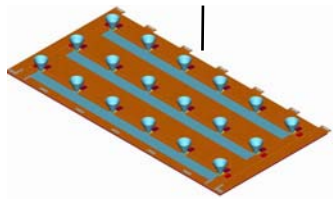


Sviluppo di ottiche ad alta concentrazione ed alto angolo di accettazione

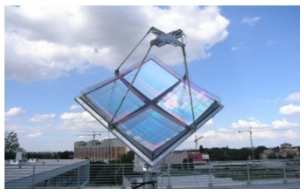


Sviluppo di ricevitori, tecniche di assemblaggio integrate, Moduli intelligenti



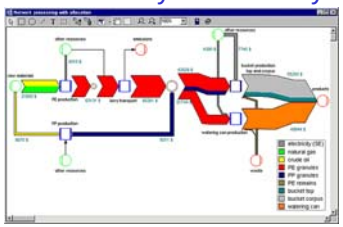


Sviluppo di sistemi a concentrazione tipo PF e DA

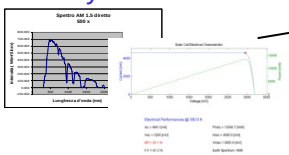


Analisi di impatto ambientale, Metodologie di testing, Round-robin

LCI = Life Cycle Inventory



LCA = Life Cycle Assessment



APOLLON

Target finale:
Costo del sistema = 2 €/Wp

ERSE

Conclusioni

Tra le tecnologie fotovoltaiche, quella a concentrazione può giocare un ruolo chiave nella transizione del nostro sistema energetico da quello basato sui combustibili fossili ad un successivo che sfrutta in modo rilevante le fonti rinnovabili. Questo ruolo sarà pienamente effettivo quando si raggiungeranno i target di riduzione dei costi previsti. Per questa ragione il progetto APOLLON si colloca in un momento importante di sviluppo del fotovoltatico in Europa, con il suo ambizioso obiettivo di proporre una tecnologia fotovoltaica con un target di costo competitivo nel 2013.

Conclusioni

Il nostro Paese ha bisogno di sviluppare e sostenere iniziative di ricerca di eccellenza nel settore fotovoltaico che possano essere di riferimento ed elemento propulsore di future iniziative industriali.

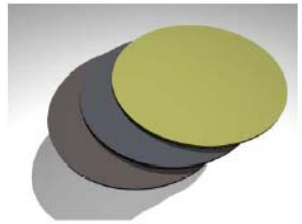
La ricerca sulla concentrazione fotovoltaica che verrà sviluppata nel Progetto APOLLON risponde a questa esigenza, in quanto riguarda una tecnologia fotovoltaica innovativa, che consente di ottenere fra le tecnologie fotovoltaiche i valori più elevati di efficienza di conversione, dove è richiesta ancora una forte componente di sviluppo, ed esistono, quindi, i margini per favorire iniziative industriali competitive.

Ringraziamenti

Il progetto APOLLON è finanziato dalla Comunità Europea con il contratto N.213514.

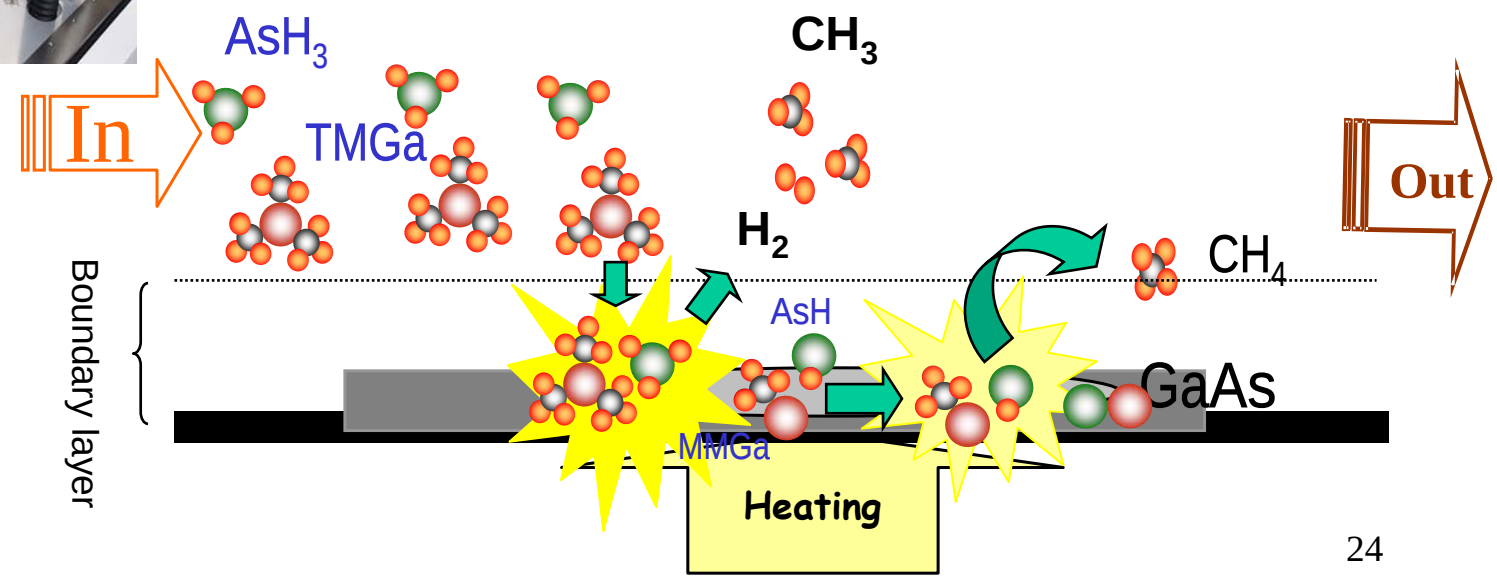
I progetto APOLLON si integra con le attività sulla concentrazione fotovoltaica finanziate dal Fondo di Ricerca per il Sistema Elettrico nell'ambito dell'Accordo di Programma tra ERSE ed il Ministero dello Sviluppo Economico - D.G. Nucleare, Energie rinnovabili ed efficienza energetica - stipulato in data 29 luglio 2009 in ottemperanza del DM, 19 marzo 2009

La tecnica di crescita MOCVD



Metalorganics and hydrides sources are transported by hydrogen in the growth chamber where they are decomposed by thermal energy in the elemental atoms which form the semiconductor to be grown

Example of GaAs Deposition by MOVPE



Il Progetto APOLLON

Analisi Ambientale ed economica

Componente	Costo (Euro/W)
Cella solare	0.3-0.5
Sistema ottico	0.5
Assemblaggio del modulo	0.7-0.9
Inseguitore ed installazione	0.5

Costo del sistema a concentrazione = 2 -2.5 Euro/W