

Il solare a concentrazione in ENEA

Marco Montecchi

Fisico-ricercatore presso ENEA-Casaccia

Divisione Solare Termico e Termodinamico

marco.montecchi@enea.it

Dal CNRN all'ENEA

- **1952 CNRN** (Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari)
- **1960 CNEN** (Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare)
- **1982 ENEA 1.0** (comitato nazionale per la ricerca e lo sviluppo dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative)
- **1991 ENEA 2.0** (Ente per le Nuove tecnologie l'Energia e l'Ambiente)
- **2009 ENEA 3.0** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile)

Dal CNRN all'ENEA ... prima esperienza CSP

- 1952 CNRN (Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari)
- 1960 CNEN (Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare)
- 1982 **Torre solare CTSTF nel C. R. Casaccia**
dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative)
- 1991 ENEA 2.0 (Ente per le Nuove tecnologie l'Energia e l'Ambiente)
- 2009 ENEA 3.0 (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile)

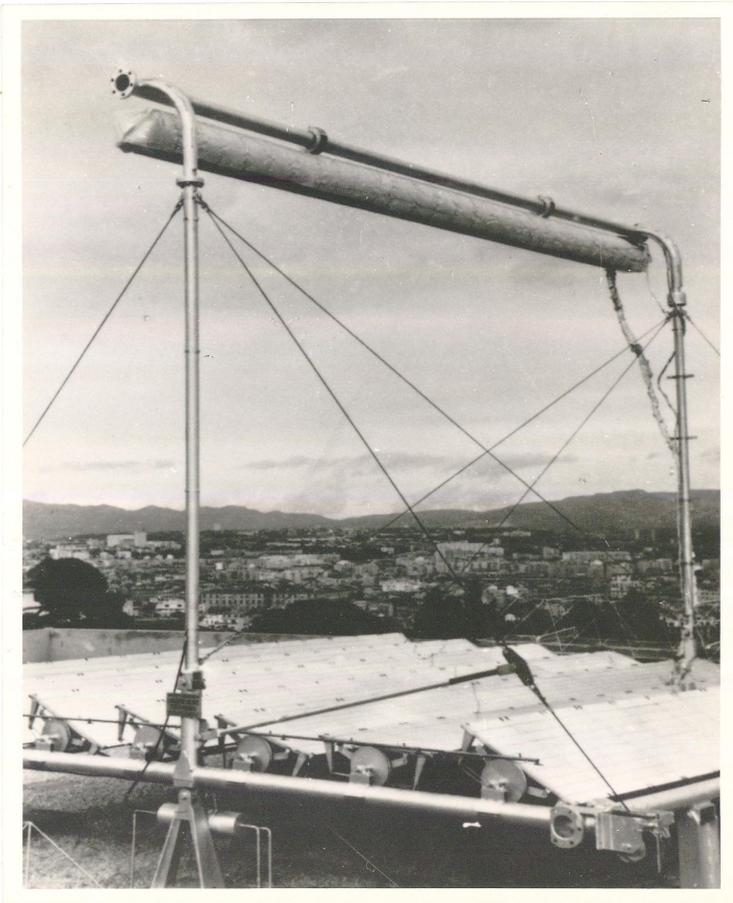
Central Tower Solar Test Facility



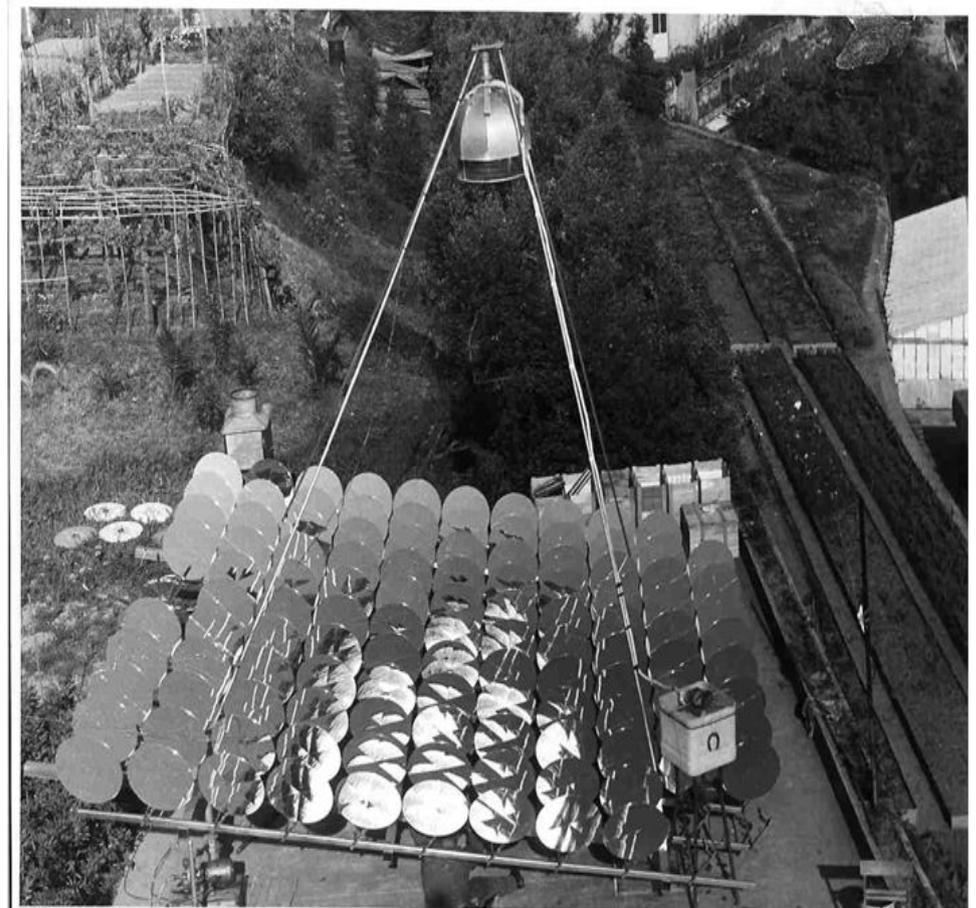
- torre da 40 m
- 810 Eliostati \varnothing 1.1 m
- 11000 Soli in \varnothing 0.3 m
- Caldaia a 3 stadi di conversione (termoionico, termoelettrico, vapore)
- Controllo motorizzato angolo azimutale per file di specchi
- Zenitale manuale

Impianto MINI-TOWER in anticipo di 30 anni !!!

Supervisione di Giovanni Francia (1911 - 1980) già inventore di:



**1°!!! Fresnel lineare
1963 Marsiglia (F)**



**1°!!! impianto a torre
1965 Nervi, GE (I)**

Central Tower Solar Test Facility



- torre da 40 m
- 810 Eliostati
- 11000 S
- Controllo motorizzato angolo azimutale per file di specchi
- Zenitale manuale



**1985 "fallimento" EURELIOS (Adrano -CT)
Chiusura del progetto per ordine vertice ENEA**

Impianto MINI-TOWER in anticipo di 30 anni !!!

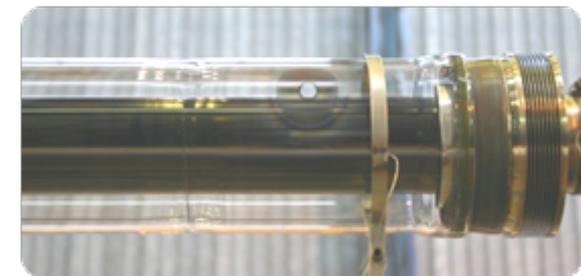
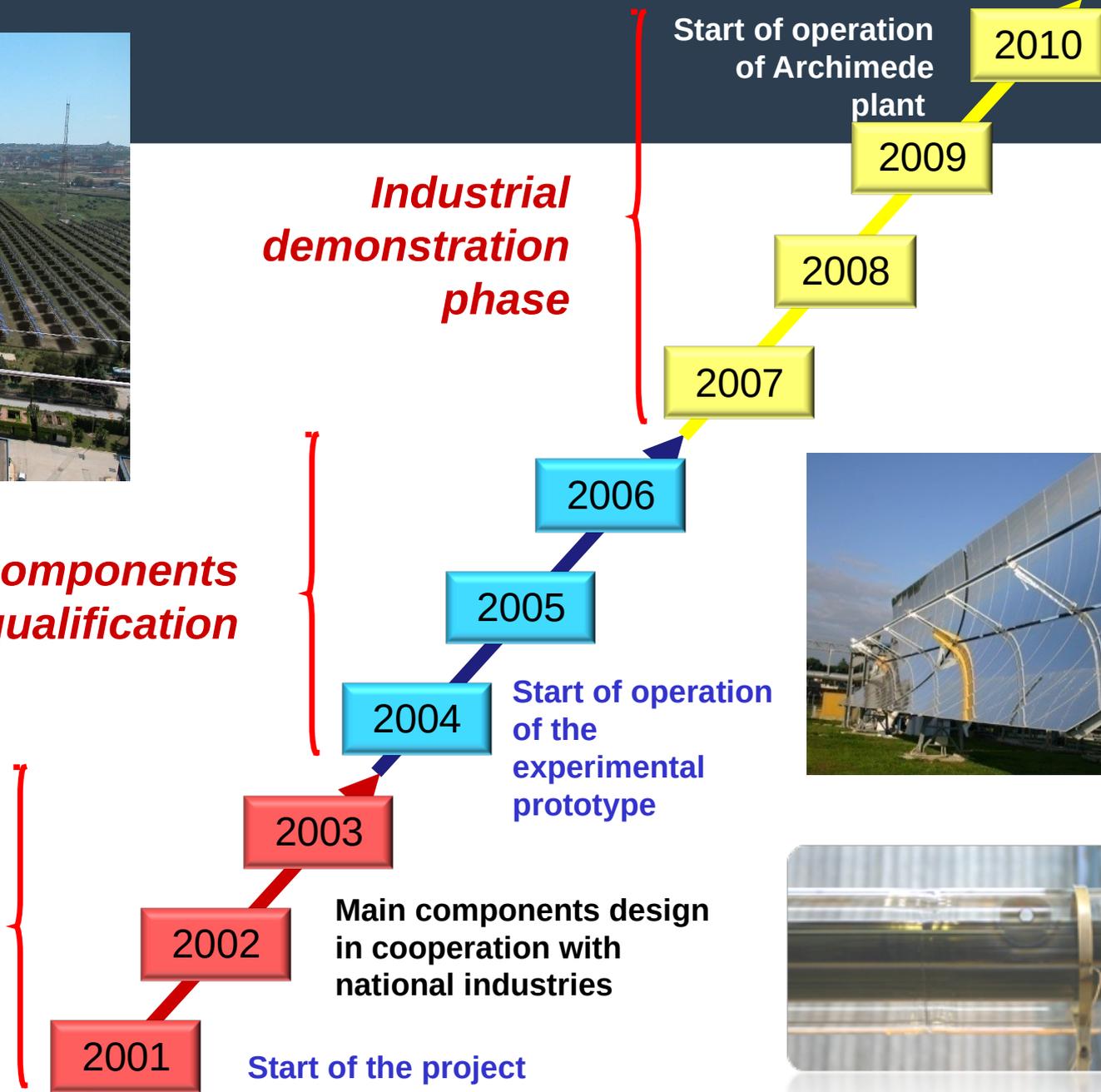
Grande Progetto Solare Termodinamico



Industrial demonstration phase

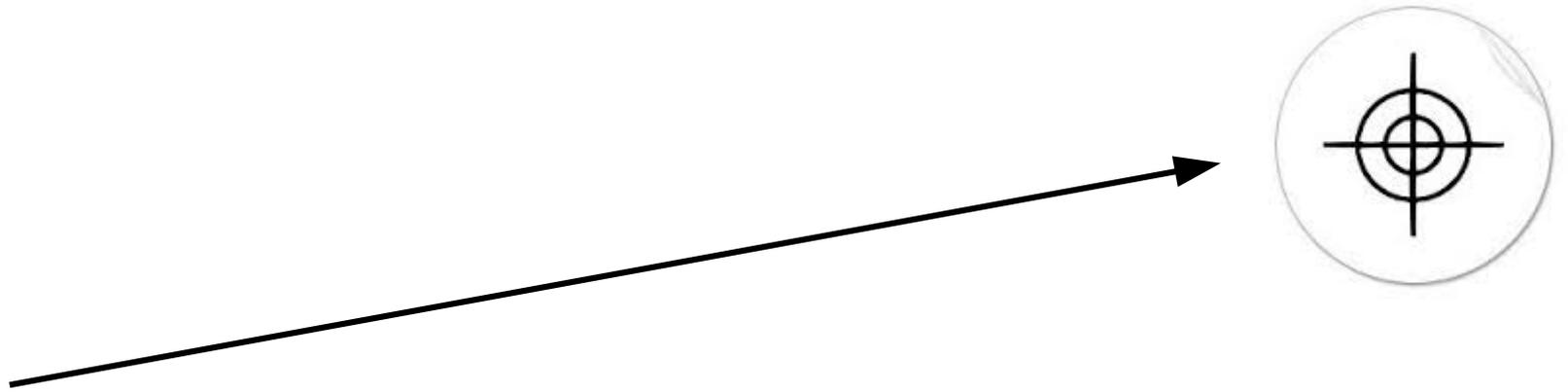
Innovative components test and qualification

Lab research phase



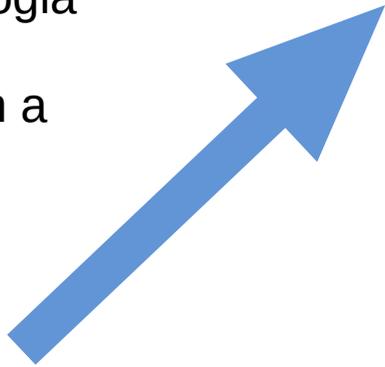
Schema del processo

**Sviluppo
tecnologia
Italiana CSP
parabolic-trough
a sali fusi !!!!**



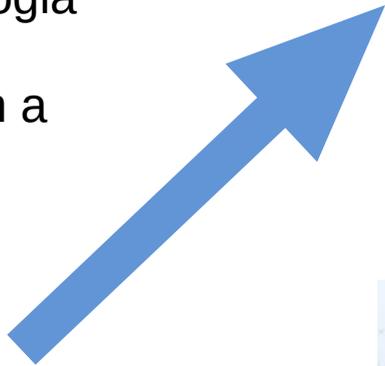
Schema del processo

Sviluppo tecnologia
Italiana CSP
parabolic-trough a
sali fusi



Schema del processo

Sviluppo tecnologia
Italiana CSP
parabolic-trough a
sali fusi



1999

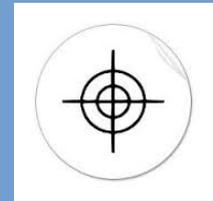


ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

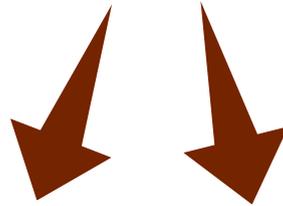
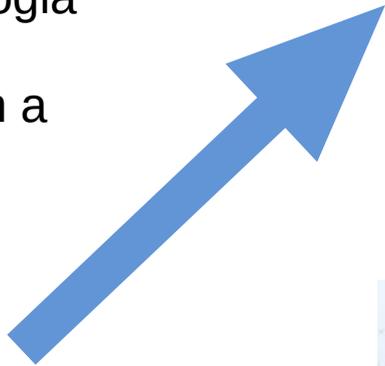


2° governo Prodi (Dic 2007)
10 centrali da 50 MW

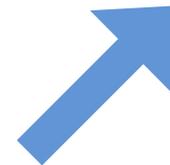


Schema del processo

Sviluppo tecnologia
Italiana CSP
parabolic-trough a
sali fusi



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



2010 Impianto **ENEL Archimede!!!**
1o prototipo al mondo a sali-fusi!!!



Ma nel frattempo



!

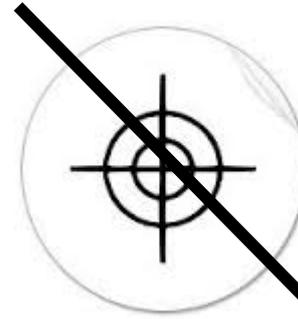


2005



ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



Utilizzo tecnologia
Italiana CSP
parabolic-trough a
sali fusi



Ma nel frattempo l'imprevisto!!!

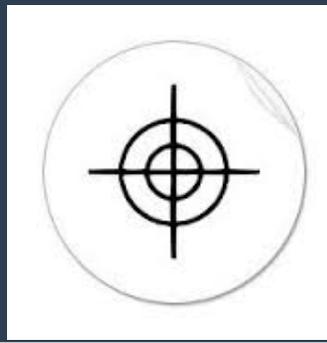


Utilizzo tecnologia Italiana CSP parabolic-trough a sali fusi



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

CSP in Italia oggi: ENEA???

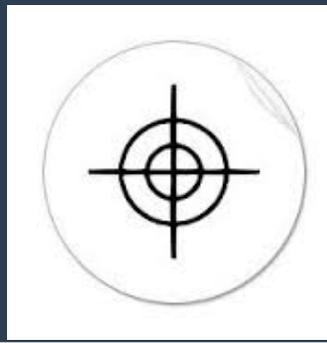


???

Strategia Energetica Nazionale (SEN, 14/Marzo/2013)

- 1) **Ridurre significativamente il gap di costo dell'energia**
- 2) **Raggiungere e superare gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione 2020**
- 3) **Continuare a migliorare la nostra sicurezza ed indipendenza** di approvvigionamento.
- 4) **Favorire la crescita economica** sostenibile attraverso lo sviluppo del settore energetico.

CSP in Italia oggi: ENEA???



???

Strategia Energetica Nazionale (SEN, 14/Marzo/2013)

- 1) **Ridurre significativamente il gap di costo dell'energia**
- 2) **Raggiungere e superare gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione 2020**
- 3) **Continuare a migliorare la nostra sicurezza ed indipendenza** di approvvigionamento.
- 4) **Favorire la crescita economica** sostenibile attraverso lo sviluppo del settore energetico.

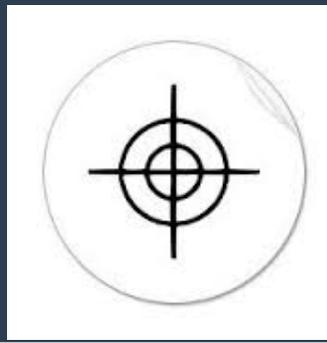


Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Mission ENEA (risposta a Commissione X, 12/03/2015)

- ricerca,
- innovazione tecnologica
- servizi alle imprese, Amministrazioni e cittadini
- energia, ambiente e sviluppo sostenibile
- efficienza energetica del Paese

CSP in Italia oggi: ENEA???



???

Strategia Energetica Nazionale (SEN, 14/Marzo/2013)

- 1) **Ridurre significativamente il gap di costo dell'energia**
- 2) **Raggiungere e superare gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione 2020**
- 3) **Continuare a migliorare la nostra sicurezza ed indipendenza** di approvvigionamento.
- 4) **Favorire la crescita economica** sostenibile attraverso lo sviluppo del settore energetico.



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Mission ENEA (risposta a Commissione X, 12/03/2015)

- ricerca,
- innovazione tecnologica
- servizi alle imprese, Amministrazioni e cittadini
- energia, ambiente e sviluppo sostenibile
- efficienza energetica del Paese

**Mancato finanziamento dal MISE 2^a e 3^a annualità progetto CSP in accordo di programma!
CSP non è considerato strategico !!!**

DM 23 Giugno 2016 prevede incentivi per il solare termodinamico per 120 MW !!!

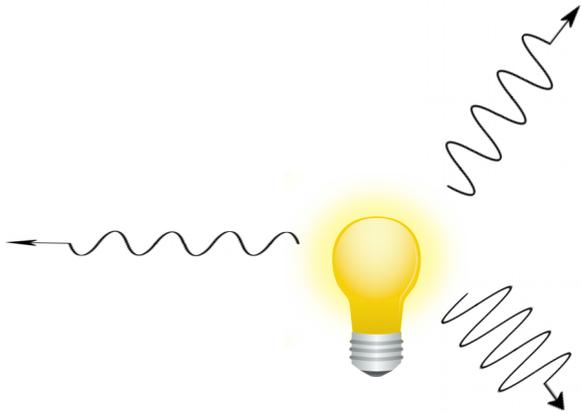
Nonostante tutto in ENEA il CSP....

- **Circa 40 ingegneri, fisici, chimici e tecnici continuano studio e sviluppo delle tecnologie CSP**
- **ENEA offre supporto/consulenza/servizi ad aziende e piccole imprese per CSP**
- **ENEA partecipa a progetti E.U. su CSP**
- **ENEA partecipa attivamente alle attività di standardizzazione internazionale nel CSP (IEC, SolarPACES)**

... grazie a finanziamento da progetti EU

Progetto	Scopo
COMETHY	Sviluppo tecnologie produzione H2 mediante reforming solare
EU-SOLARIS	Creare rete EU infrastrutture di ricerca per CSP e Solar Chemistry
HYSOL	Configurazione innovativa impianto CSP / biomassa
IN-POWER	Sviluppo nuovi componenti/materiali per impianti CSP
MATS	Dimostrativo PT-sali produzione combinata calore-energia elettrica
OMSOP	Realizzazione micro-turbina a gas e test su dish
ORC-PLUS	Definizione sistemi innovativi TES e realizzazione 2 dimostrativi
RESLAG	Riciclo scorie acciaieria come materiale a basso costo per TES in CSP
SFERA II	Rinforzare collaborazione Ricerca UE e favorire accesso installazioni
SOL2HY2	Studio processo zolfo-ibrido per produzione H2 da acqua
STAGE-STE	Rinforzare la collaborazione tra centri ricerca EU
STS MED	Sviluppo piccoli impianti CSP da inserire in contesto urbano
NESTER	Favorire la crescita delle competenze STE del Cyprus Institute

CSP in Italia oggi, qual'è il limite? L'”incoerenza” delle azioni!



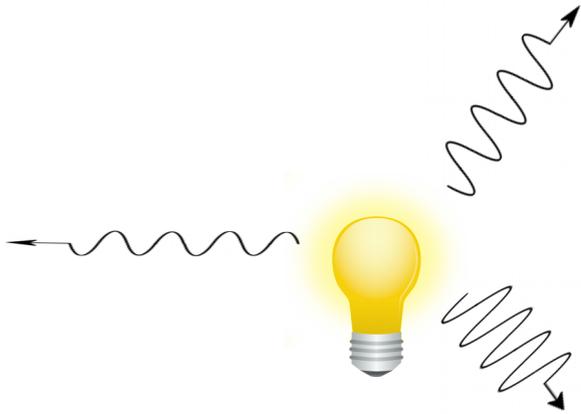
Lampada a incandescenza 10 W:

radiazione **INCOERENTE**

- fotoni nel VIS-NIR-IR
- in ogni direzione

illuminazione fioca !!!

CSP in Italia: come migliorare?

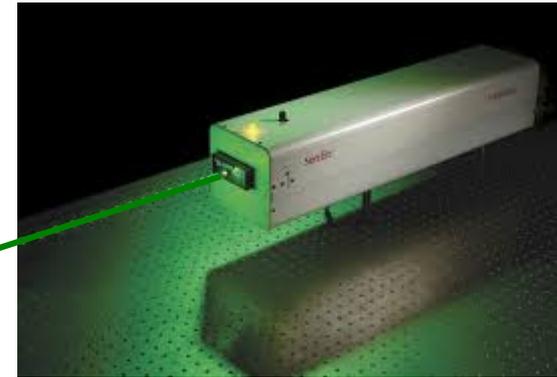
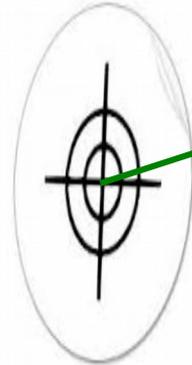


Lampada a incandescenza 10 W:

radiazione **INCOERENTE**

- fotoni nel VIS-NIR-IR
- in ogni direzione

illuminazione fioca !!!



Laser da 10 W:

radiazione **COERENTE**

- unidirezionale
- fotoni di medesima λ
- in fase

letale per l'occhio !!!

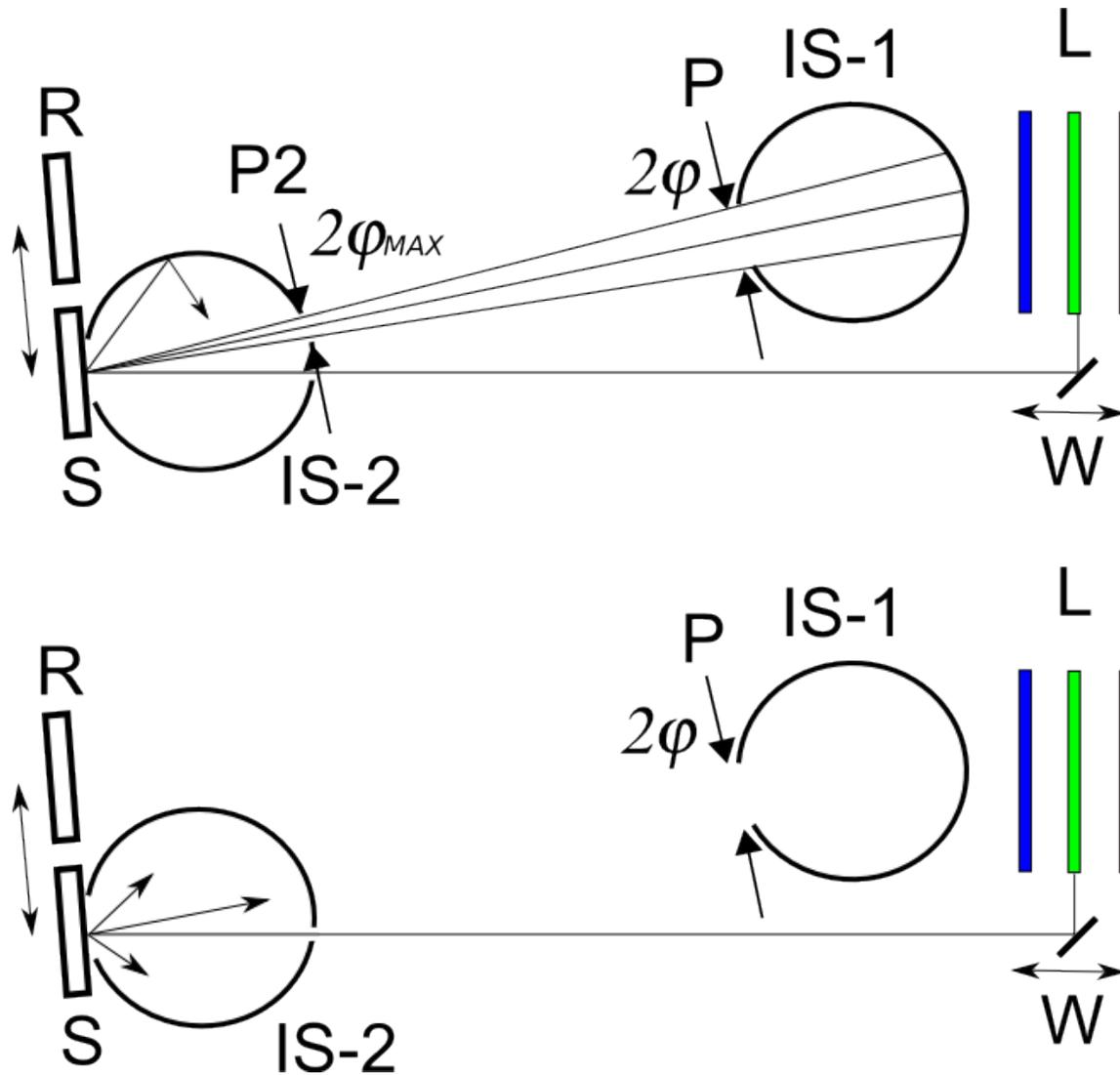
CSP, che fare?

Individuare tipologie CSP strategiche
portare le istanze al mondo
politico/decisionale per rimodulare la
Strategia Energetica Nazionale
e lanciare
progetti CSP strategici
finalizzati e finanziati

ENEA optical facilities: overview

Measurand	Instrument	Status
Solar reflectance	SMQ	operative
Panel shape	VISprofile	operative & marketed
PT modules: <ul style="list-style-type: none">• intercept factor• optimisation• facet compliance	VISfield	operative & marketed
	VISfly	experimental 
Dish shape	VISdish	operative

SMQ: Solar Mirror Qualification



REFLECTANCE:

- near-specular in the range 3-20 mrad
- diffuse beyond 20 mrad

HEMISPHERICAL

$$\frac{\rho_s(\lambda, \theta, \varphi)}{\rho_h(\lambda, \theta, h)}$$

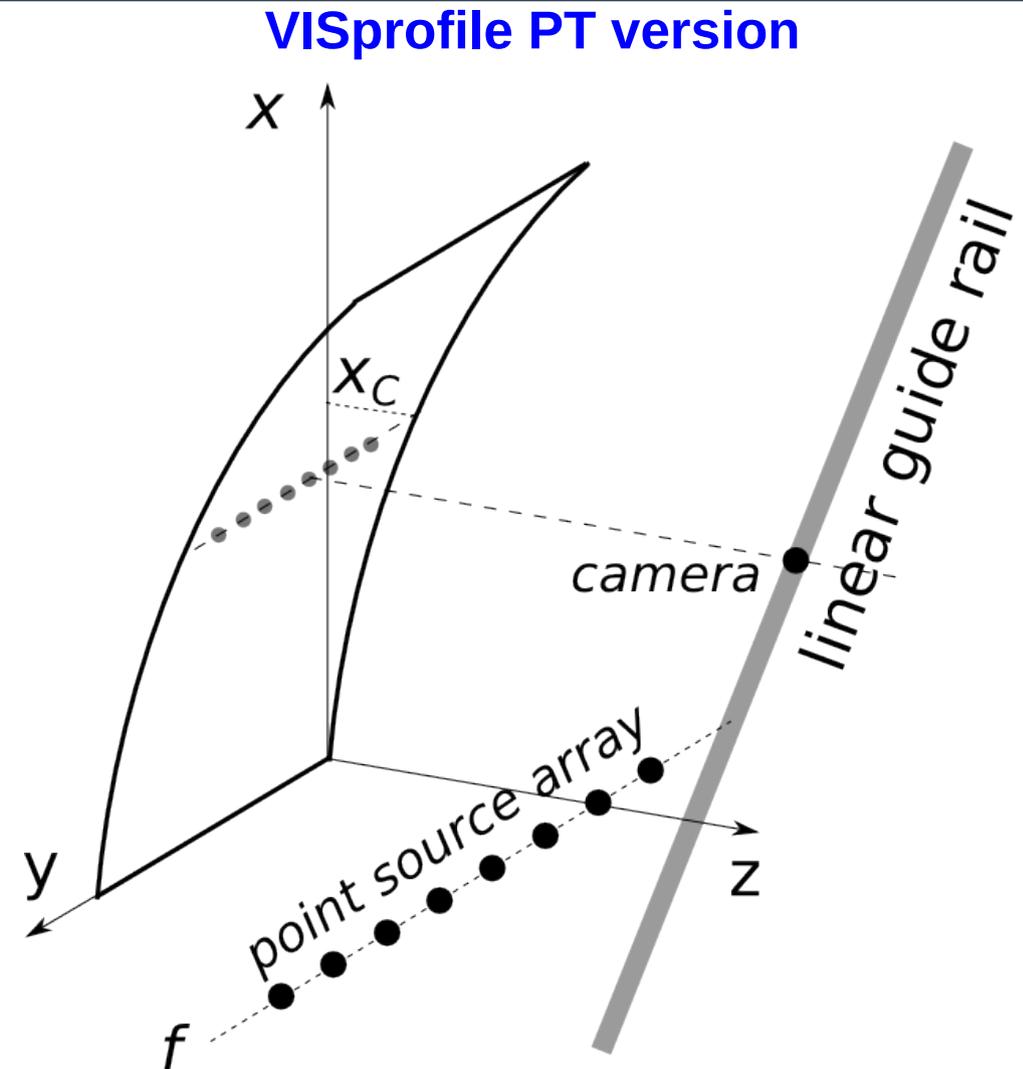
VIS stands for Visual Inspection System

VIS concept:
observation of the
image of an object
put in (close to) the
CSP focus reflector

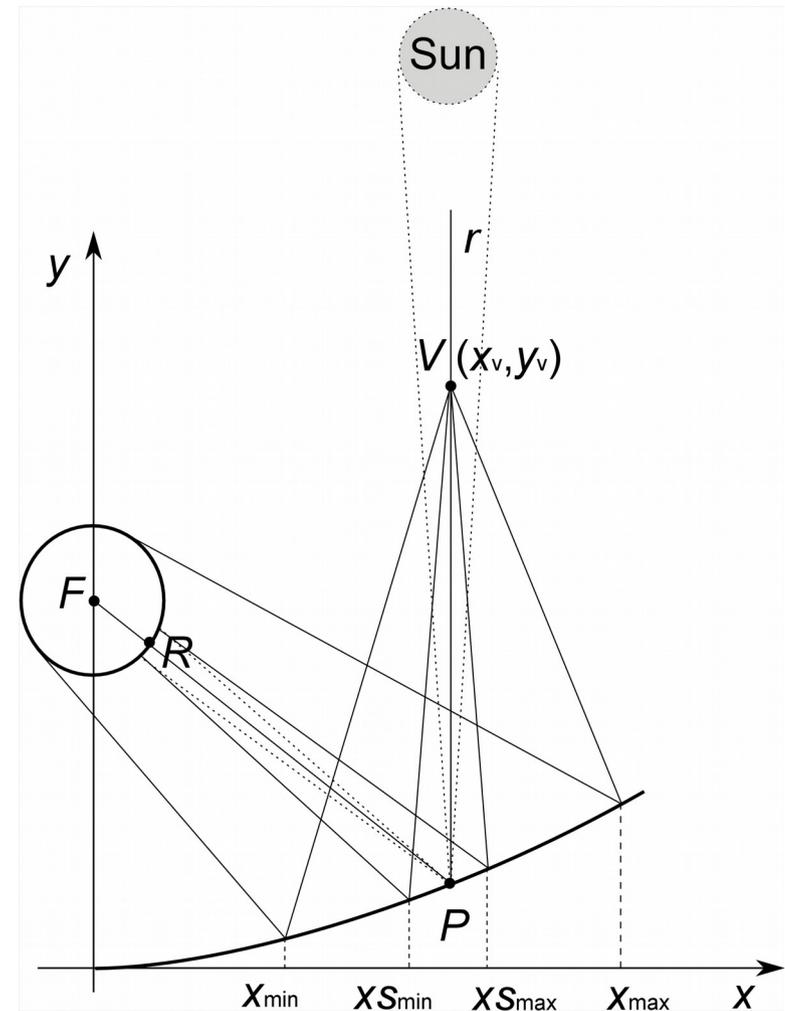
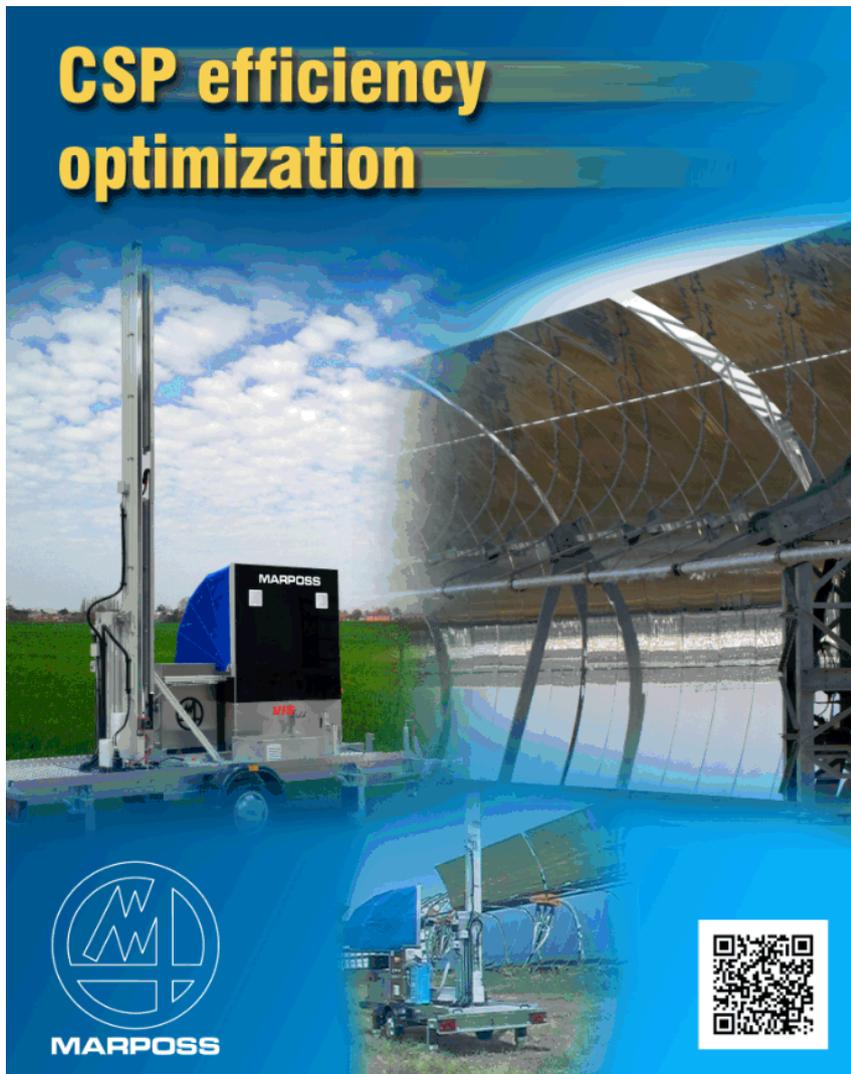
VISprofile

for measuring
facet shape:

- 3D $(x, y, z, \partial x, \partial y)$

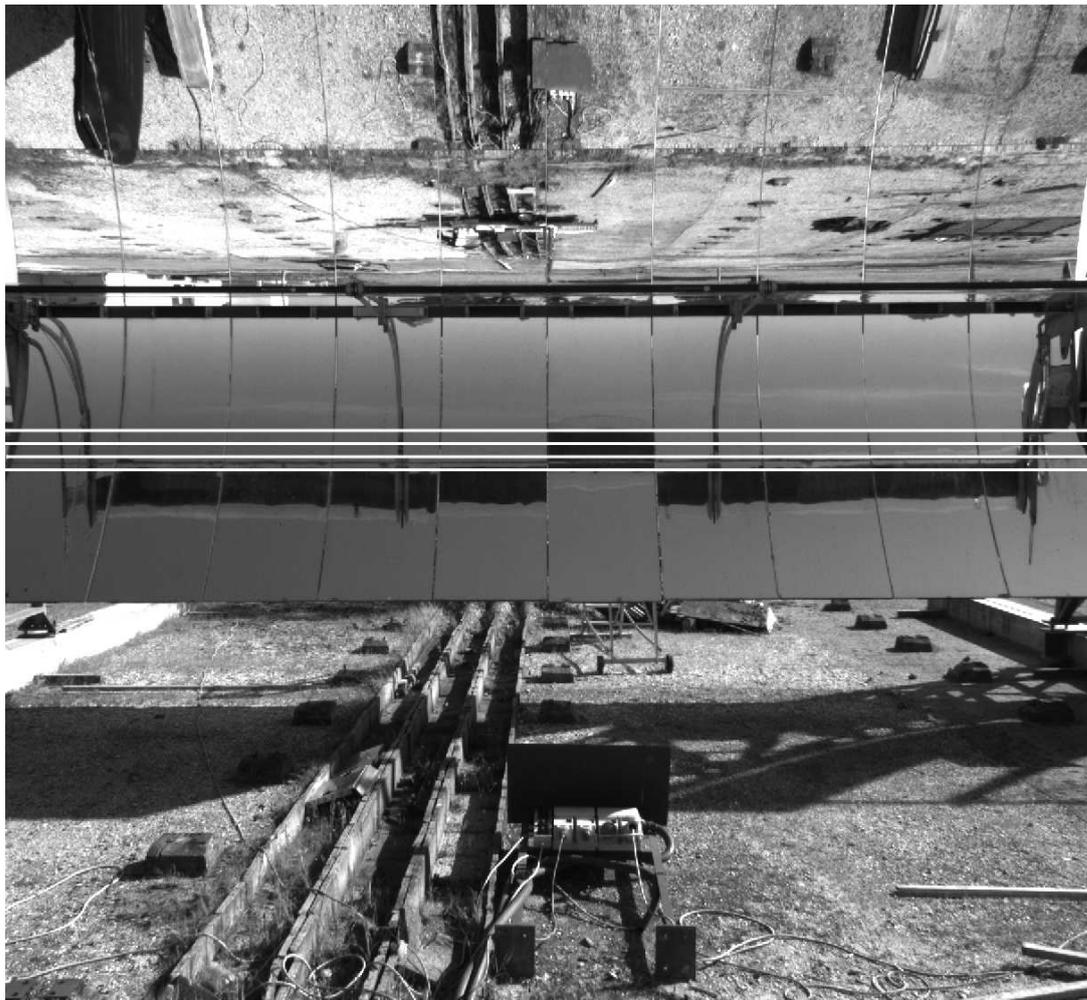


VISfield for in-situ PT-modules check



VISfield intercept factor evaluation

The **intercept factor** is approximately the portion of $[x_{\min}, x_{\max}]$ range covered by the HCE image



Xmin

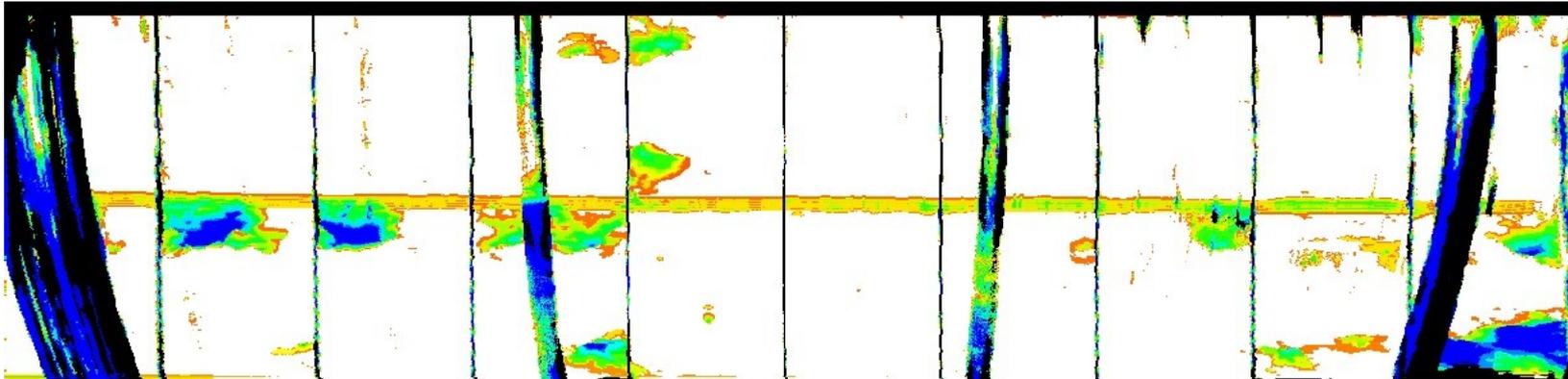
XSmin

XSmax

Xmax

The intercept factor is **directly** evaluated from the image analysis.
(No ray tracing!)

intercept-factor map



VIS functioning:

- intercept-factor measurement
- final check of facet compliance
- facet canting

Optical level functioning:

- measurement of offset and torsion angles
- receiver alignment optimization



VISfly aerial version of VISfield

Restrictive laws &
high cost of drones



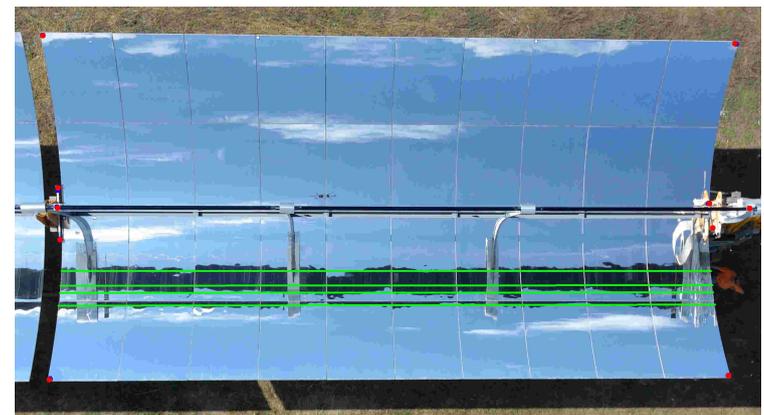
partnership with
experienced drone operator



Main issue:
position and attitude determination.
DGPS and RTK are not yet available.

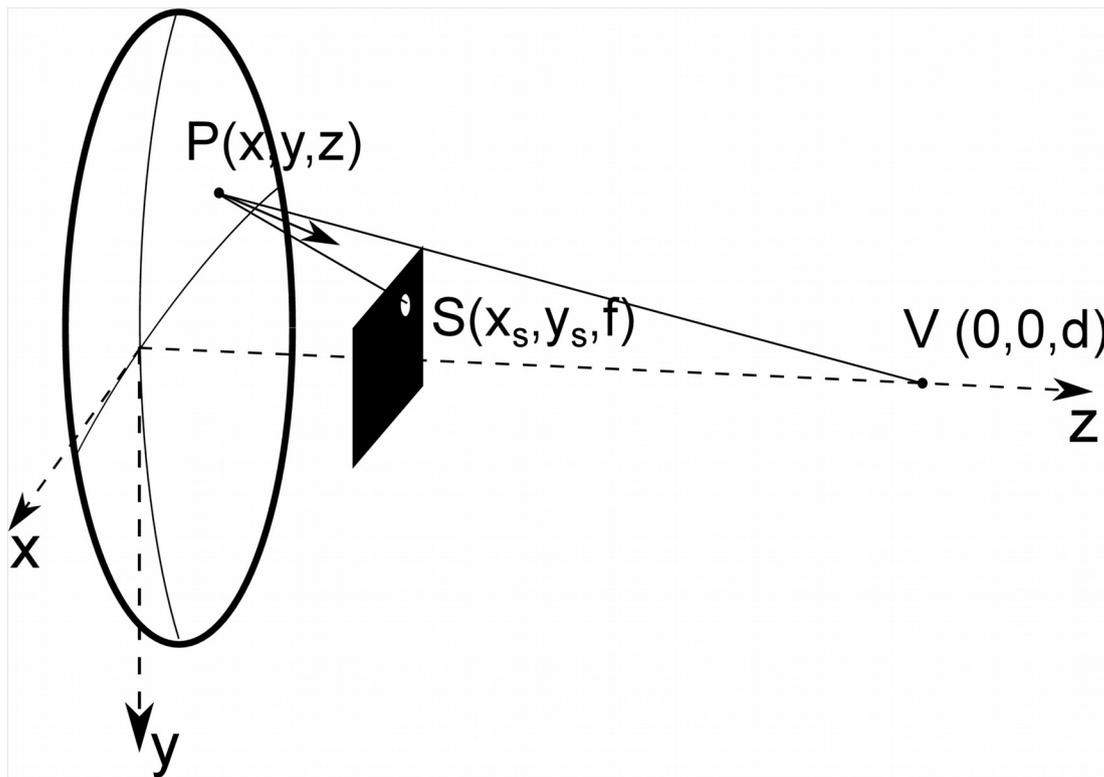


inverse photogrammetry



The activity on VISfly is partially supported by the E.U. project STAGE-STE

VISdish: canting and shape measurement of dish facets



V = observer
 S = point source
 P = dish-point where V sees the S -image

S is set at a number of different positions and each time V acquires an image

By trigonometry
3D $(x, y, z, \partial x, \partial y)$

By ray-tracing prediction of
flux-map

The activity on VISdish is partially supported by the E.U. project OMSop

CSP in ENEA: conclusioni

- **Buon livello di interazione con industria offerta di consulenza/supporto/servizi**
- **Scarsa coerenza dell'insieme di attività di ricerca**
- **CSP non è considerato strategico per il fabbisogno energetico Italiano**
- **Necessità di individuare tipologia e taglia di impianti CSP di potenziale interesse strategico per l'Italia**