



Sunrise

Final Review meeting

Fabio Magrassi*, Stefano Ellero, Giovanni Nieddu

Vincent Moreau, Lorenzo Pisani

f.magrassi@stamtech.com

11 ottobre 2023



+60

PEOPLE

34

YEAR AVERAGE AGE

+25

YEARS SINCE
ESTABLISHMENT

>5

M€ TURNOVER

5

PATENTED
TECHNOLOGIES

#1SME

EU INNOVATION PROJECTS

ABOUT US

STAM is a consulting engineering company that provides support to clients facing new business and technology challenges.

Our Key Strengths:

- Multidisciplinary and Cross-sectoral Expertise
- In house laboratories to develop High-Tech Solutions
- Partnerships with +1000 Major Industries, Start-ups and Research Organizations

OUR OFFICES

◎ Genova

◎ Cagliari

◎ Roma

◎ Bari



ENERGY AND SUSTAINABILITY SERVICES



Feasibility studies



Preliminary engineering design



Equipment specifications



Basic Engineering



Due diligence



Assessment of CO2 reduction potential



Presentazione CRS4

STAM
MASTERING EXCELLENCE

CRS4
IDEAS BECOME LIFE

**SARDEGNA
RICERCHE**



CRS4

**CENTER FOR ADVANCED STUDIES, RESEARCH AND
DEVELOPMENT IN SARDINIA**

Presentazione CRS4

STAM
MASTERING EXCELLENCE

CRS4
IDEAS BECOME LIFE

SARDEGNA
RICERCHE



Interdisciplinary research center located in the **Science and Technology Park** of Pula, Sardinia, Italy. Founded in **1990**; Carlo Rubbia, Nobel Prize, first President, RTD staff of **~130 people**



Our Mission

Research and Development of enabling technologies:

- Artificial Intelligence
- Big data management
- High performance & Quantum computing

APPLICATIVE FOCUS ON

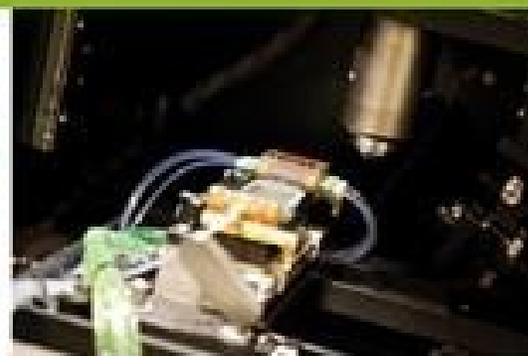
- Information society
- Biosciences
- Aerospace
- Visual computing
- Energy & environment
- Smart cities projects

Presentazione CRS4

STAM
MASTERING EXCELLENCE

CRS4
IDEAS BECOME LIFE

SARDEGNA
RICERCHE



1 High performance Computing Center

- ➔ State of the art computational facilities (6 petaflops, over 8,000 cores and storage of more than 7 petabytes)
- ➔ One of the largest Next Generation Sequencing platforms in Italy

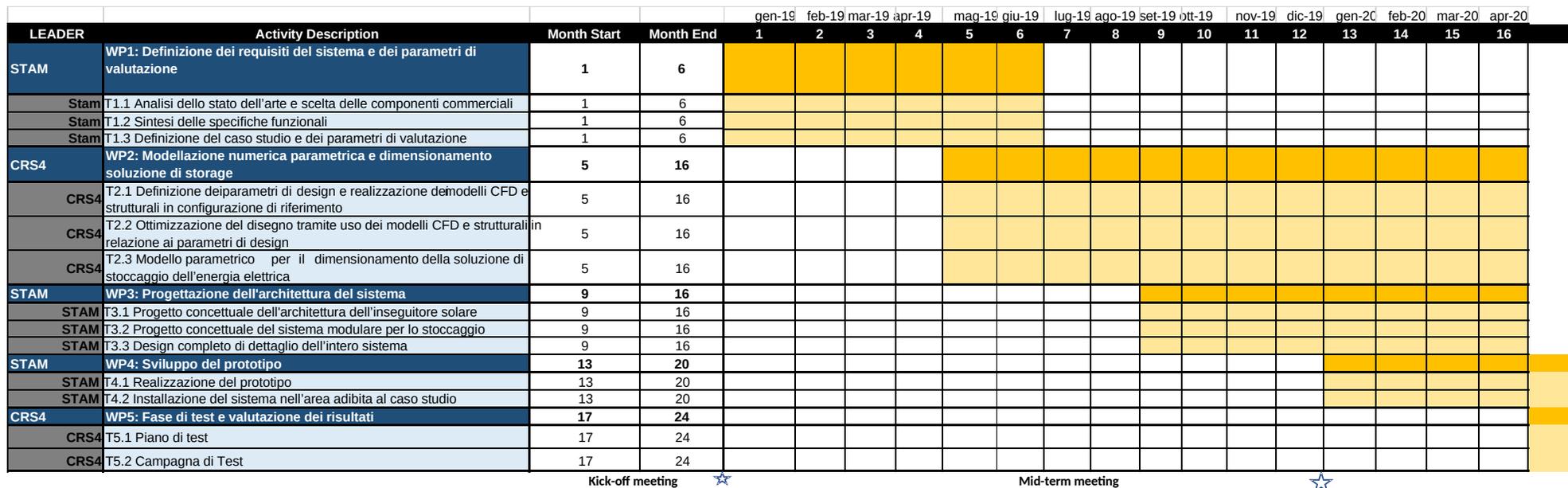


Il Progetto Sunrise

Gantt



Gant Originale

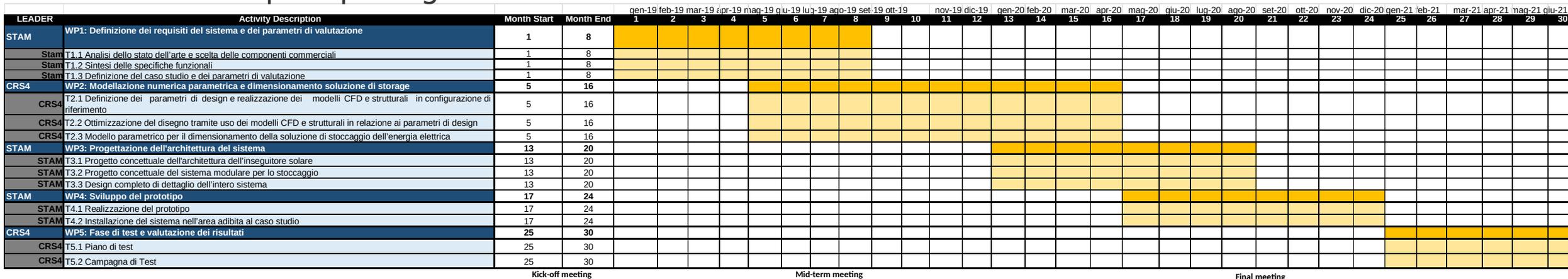


Kick-off meeting ☆

Mid-term meeting



Gant estensione post proroga



Kick-off meeting

Mid-term meeting

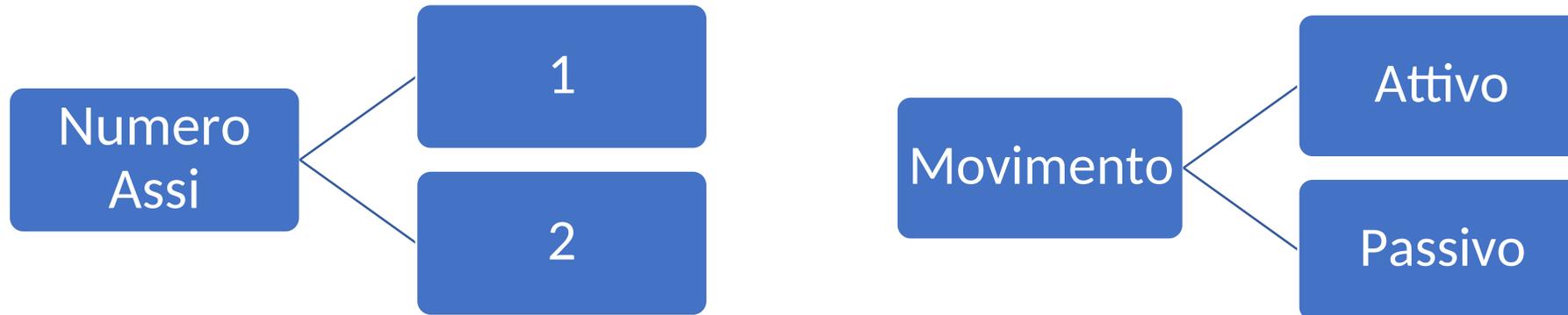
Final meeting



WP1 - Definizione dei requisiti del sistema e dei parametri di valutazione

Tipi di inseguitori solari

Gli inseguitori solari possono essere classificati in base al numero di **assi di rotazione** (1 o 2) e in base al **movimento** che può essere attivo o passivo.



OBIETTIVI SPECIFICI

- Aumento dell'**efficienza energetica**: miglioramento dell'efficienza del pannello montato su SUNRISE rispetto a quella dello stesso pannello in sede fissa.
- Elaborazione di un modello parametrico del sistema per guidare il **design del prototipo** al fine di **massimizzare la produzione di energia**.
- Elaborazione di un modello parametrico per il **dimensionamento della soluzione di stoccaggio** migliore per il tipo di installazione.
- Massima efficienza in **diverse condizioni climatiche** e ridurre al minimo il rischio di danni causati dal vento.
- **Dimensioni ridotte** per una maggiore trasportabilità.

Parametri e mercato di riferimento ed Innovazione



Non esistono al momento sul mercato sistemi di inseguimento solare che siano al contempo passivi e biassiali. Infatti poche aziende che trattano inseguitori passivi fanno con dei sistemi monoasse.



La principale innovazione proposta da SUNRISE risiede nell'implementazione di un sistema passivo basato su una struttura biassiale che permetterà di raggiungere alti livelli di efficienza. Il sistema passivo, oltre l'integrazione di un sistema distoccaggio consentirà l'accumulo di energia nelle ore di maggiore produzione ed un rilascio nei momenti di richiesta in cui la produzione è azzerata (ad esempio nelle ore notturne).

Requisiti di sistema e specifiche



Elementi sensibili al calore: Il requisito di moto passivo verrà perseguito tramite degli elementi sensibili al calore, o elementi termodilatanti, **HRE (Heat Responsive Elements)** che sono quindi contemporaneamente sensori e attuatori del sistema. Questi elementi dovranno massimizzare la loro deformazione quando sottoposti al calore solare. Per questo motivo saranno analizzati i rivestimenti in grado di condizionare il movimento deformante.

Unità di **inversione e moltiplicazione di movimento MTU** (Motion Transmission Unit) Un amplificatore meccanico amplifica la deformazione termica elastica degli HRE, per massimizzare l'efficienza dei pannelli fotovoltaici durante l'intera giornata. La progettazione dell'amplificatore e l'intera architettura meccanica dell'inseguitore solare passivo saranno eseguite al fine di massimizzare l'efficienza dei pannelli fotovoltaici in base alla deformazione termica degli elementi sensibili al calore. Il sistema sarà progettato anche per essere in grado di funzionare anche in condizioni di vento.

Sistema a due gradi di libertà: Il sistema, grazie ai suoi due gradi di libertà, permetterà di ottenere **fino al 40% in più di energia rispetto ai sistemi fissi (l'8% in più rispetto ai sistemi mono-asse).**

Per far sì che l'inseguitore riesca ad ottimizzare la massima energia solare disponibile, il sistema verrà dimensionato in maniera da avere una libertà di movimento pressoché totale, stimando come obiettivi una capacità di rotazione potenzialmente fino a **180° sull'asse azimutale e compresa tra -30°** su quello verticale.

Sono presi in considerazione fenomeni esterni, quali il vento, che esercitando un effetto di raffreddamento una vera e propria spinta sul pannello, ne influenzerà il movimento.



WP2 - Modellazione numerica parametrica e dimensionamento soluzione di storage

Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento



Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento

Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento



Modellazione numerica parametrica: quadro generale

L'obiettivo è di ottimizzare (massimizzare) la resa del o dei pannelli solari, minimizzando però altri parametri del sistema:

- Bassi costi
- Bassa necessità di manutenzione
- Non necessitare di sistemi ausiliare elettrici o elettronici.
- Robustezza complessiva
- Facilità d'uso, d'installazione e di disinstallazione

Punti salienti da considerare sono:

- L'ubicazione geografica e temporale.
- L'intensità del segnale termico e l'ottimizzazione del suo sfruttamento.
- Il fattore moltiplicativo del segnale dal sistema meccanico.
- La qualità del puntamento in due direzioni: azimutale e in altezza.

Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento



Modellazione numerica parametrica: quadro generale

Possiamo individuare due casi limiti e un caso intermedio in due configurazioni di riferimento:

- Il polo nord il 21 giugno: il sole percorre tutto l'orizzonte a 23° di altezza
- L'equatore il 21 giugno: il sole sale da Est e ci rimane fino a mezzogiorno dove sta alla verticale per riscendere ad ovest.
- Cagliari, il 21 giugno: il sole si alza ad Est-Nord-Est, passa ad Est poi Sud-Est e Sud a mezzogiorno dove culmina a 74° di altezza, per riscendere a Sud-Ovest, Ovest, e poi tramontare ad Ovest-Nord-Ovest.
- Cagliari, il 21 dicembre: : il sole si alza ad Est-Sud-Est, passa a Sud a mezzogiorno dove culmina a 27° di altezza, per riscendere verso Sud-Ovest, e poi tramontare ad Ovest-Sud-Ovest.

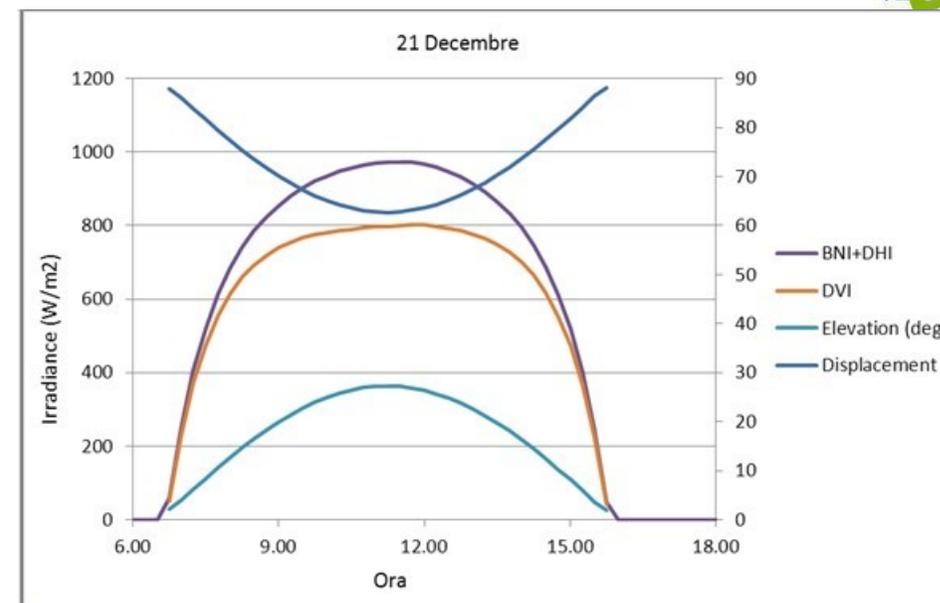
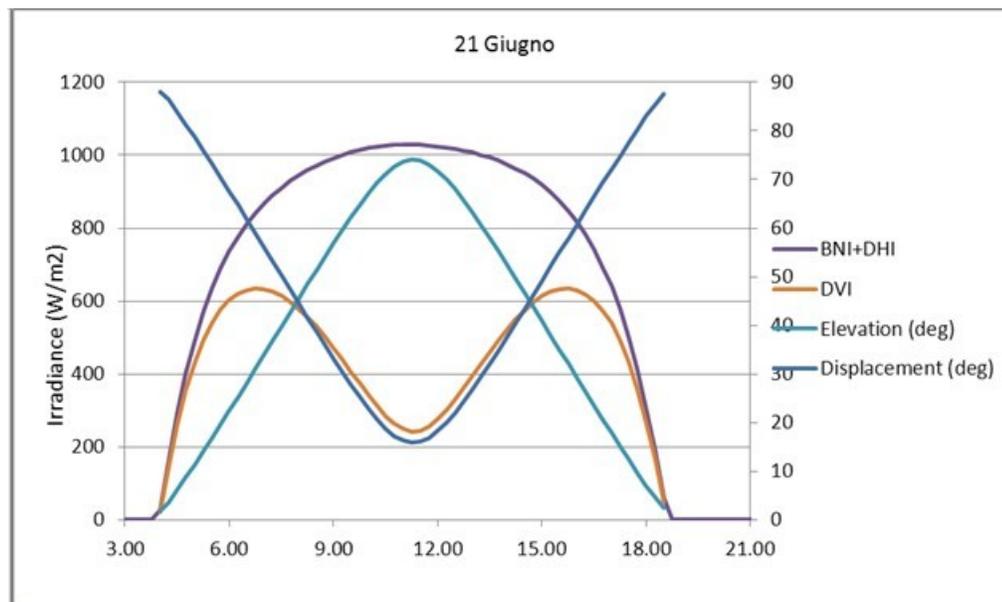


Terminologia:

- BNI: Beam Normal Irradiation -> per massima resa del pannello
- BVI: Beam Vertical Irradiation -> per l'irraggiamento delle aste verticali
- DVI: Direct Vertical Irradiation -> irraggiamento diretto delle aste verticali

La DVI e` il segnale che si vuole usare per controllare lo spostamento del pannello.

Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento



Tipici dati «Clear Sky» (CS) vicino a Bari nei solstizi. Lo spostamento angolare ideale dalla verticale (Displacement) viene dato in blu.

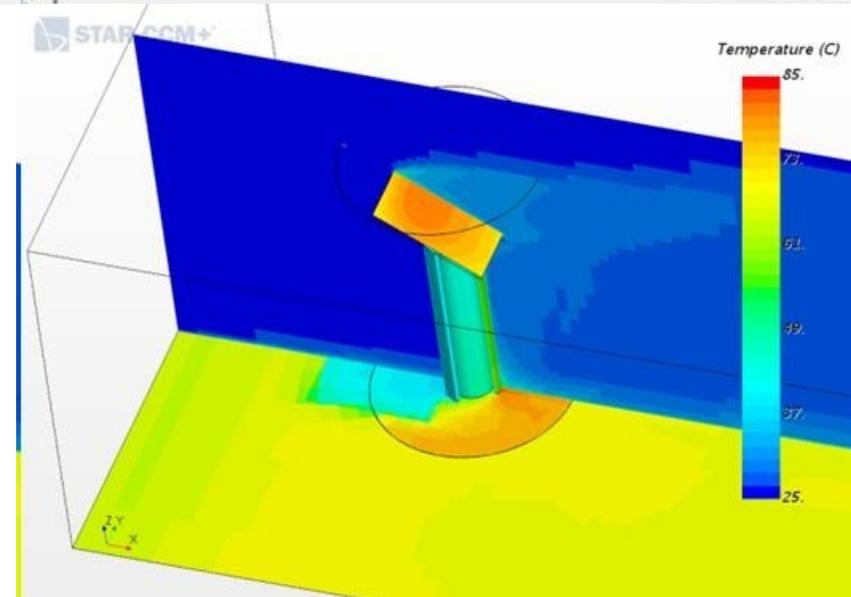
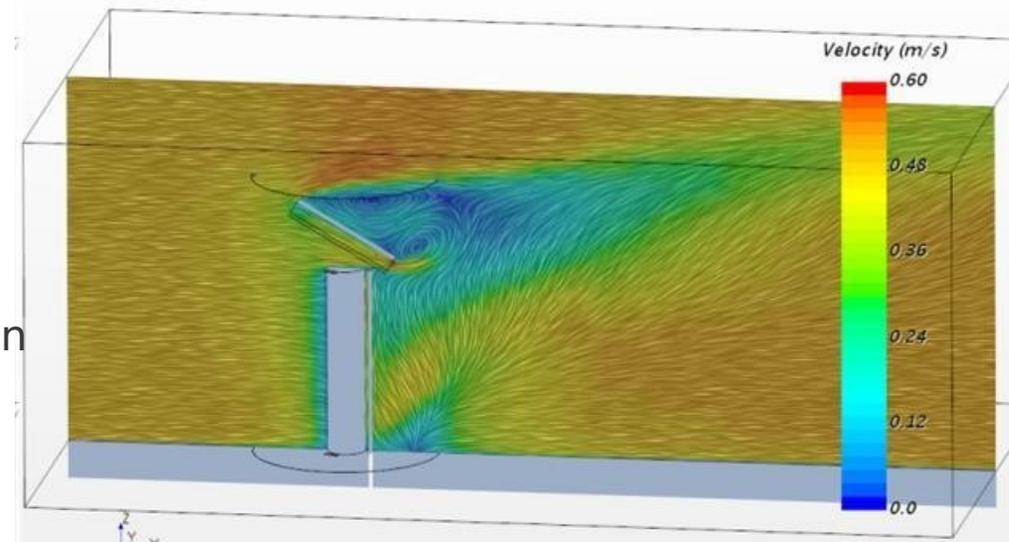
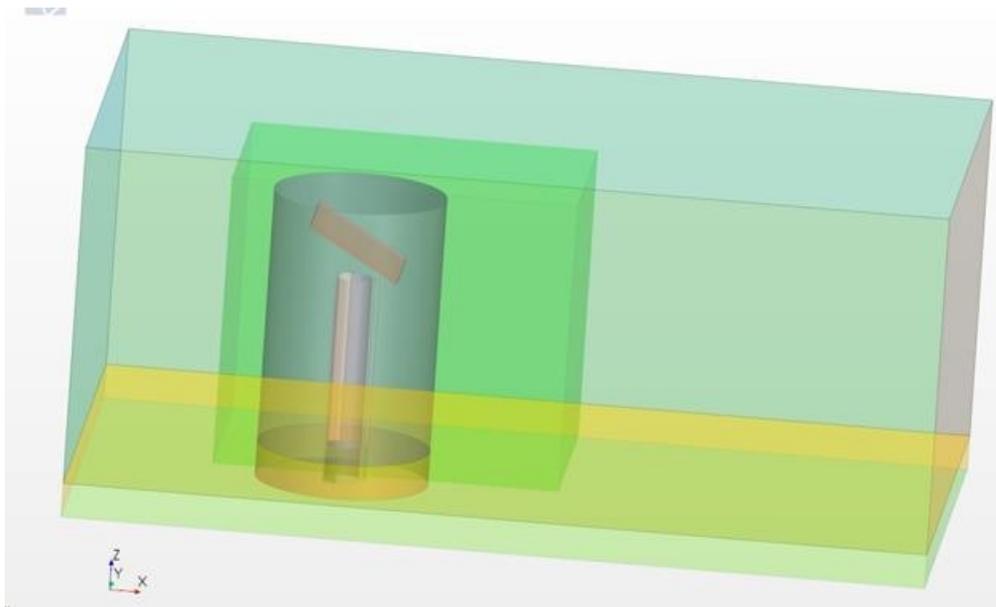
- D'estate: la DVI segue parzialmente lo spostamento ideale
- D'inverno: le due curve variano in modo opposto.

Le cose si presentano in modo più complicato di quanto aspettato.

Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento

Fattibilità tecnica dell'approccio CFD

- Diversi materiali: Aria, acciaio, terreno.
- Diversi modelli: fluido, termico, irraggiamento solare+ termico
- Scale dal centimetro a 10 metri
- Modularità per orientazione rispetto al vento (in vista poi alla inclinazione del pannello).



Si nota un effetto devastante del vento

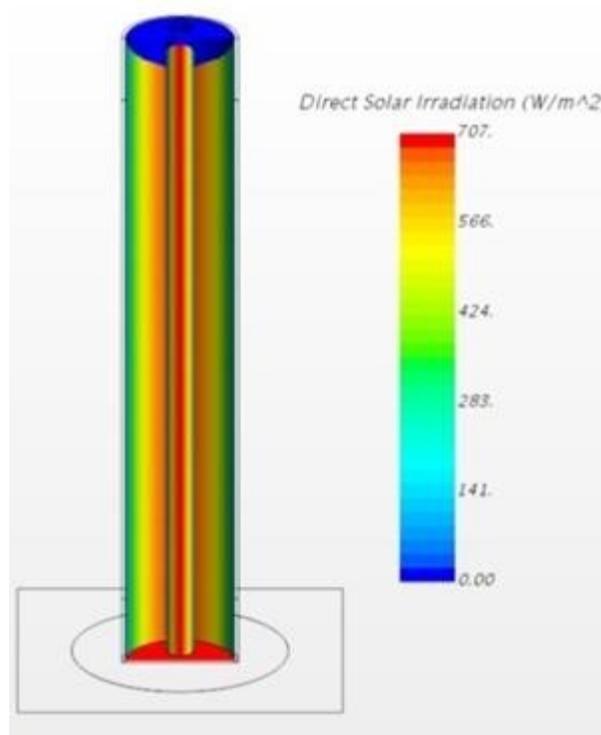
Prove di ottimizzazione

- Dalle curve di DVI vs. spostamento, si evidenzia la necessità di organizzare meglio l'andamento del irraggiamento/ dilazione termica/ spostamento del pannello.
- Per guadagnare spazio di manovra bisogna per primo massimizzare la resa:
 - Massimizzare il differenziale di temperatura
 - Massimizzare indipendentemente lo spostamento
 - Rimuovere la dipendenza dall'orientazione azimutale

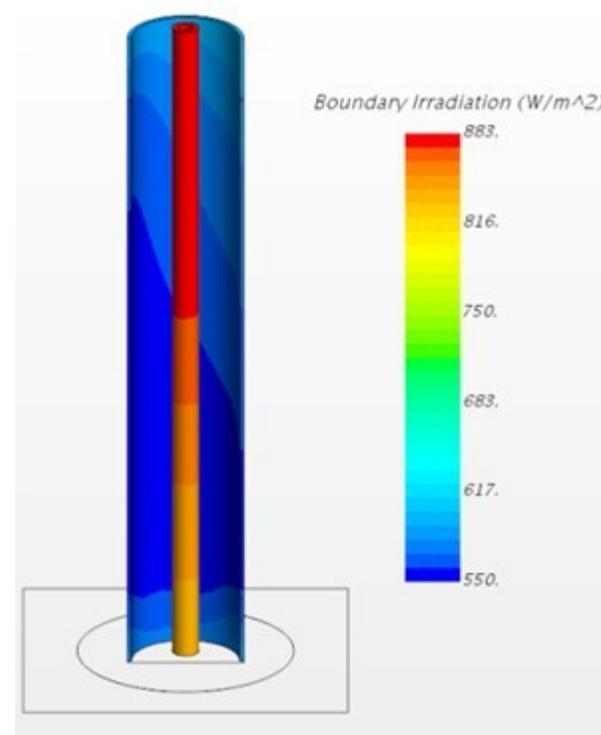
Si può allora provare a calibrare l'irraggiamento sullo spostamento verticale richiesto

Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento

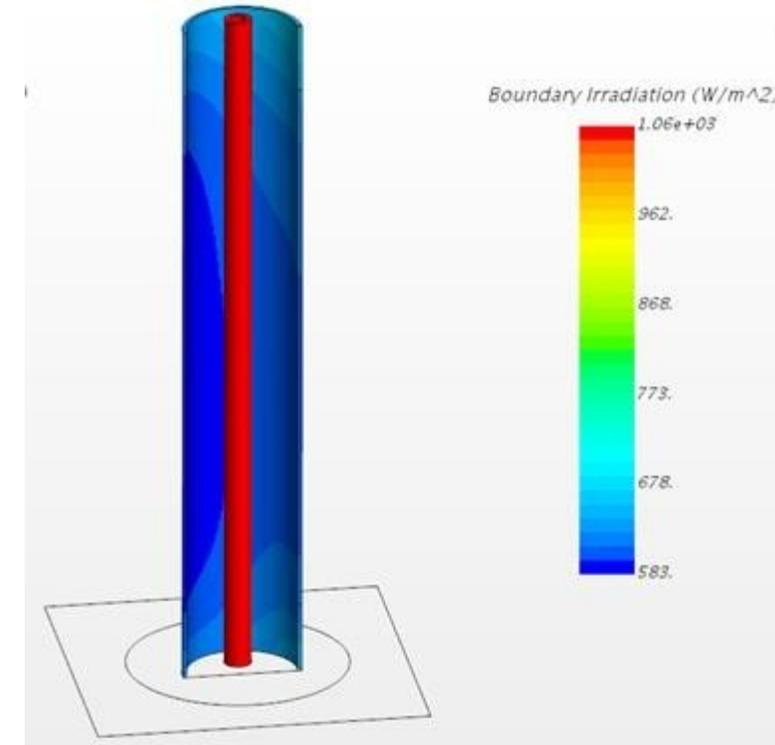
Modello di asta (Motion Transmission Unit): ottimizzazione del riscaldamento



Irraggiamento solare



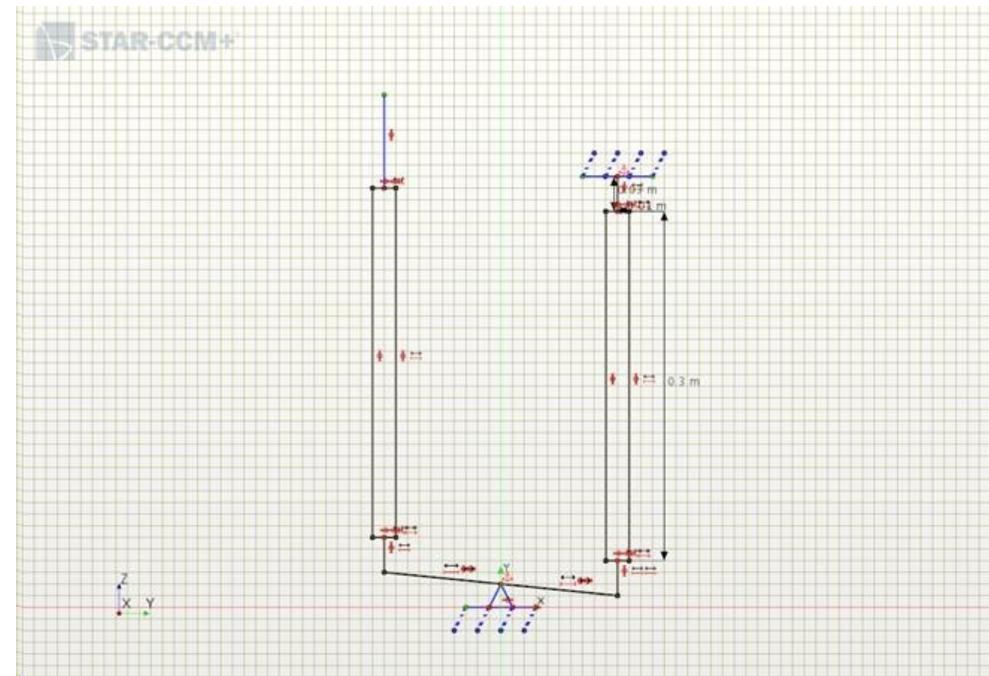
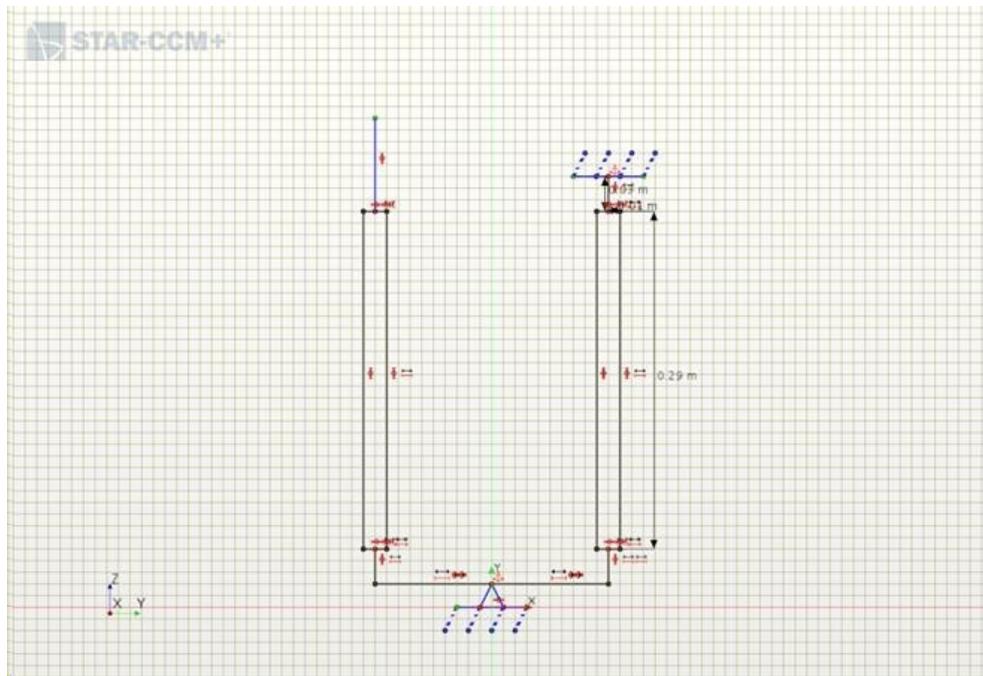
Irraggiamento termico



Irraggiamento termico e ingresso ostruito

Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento

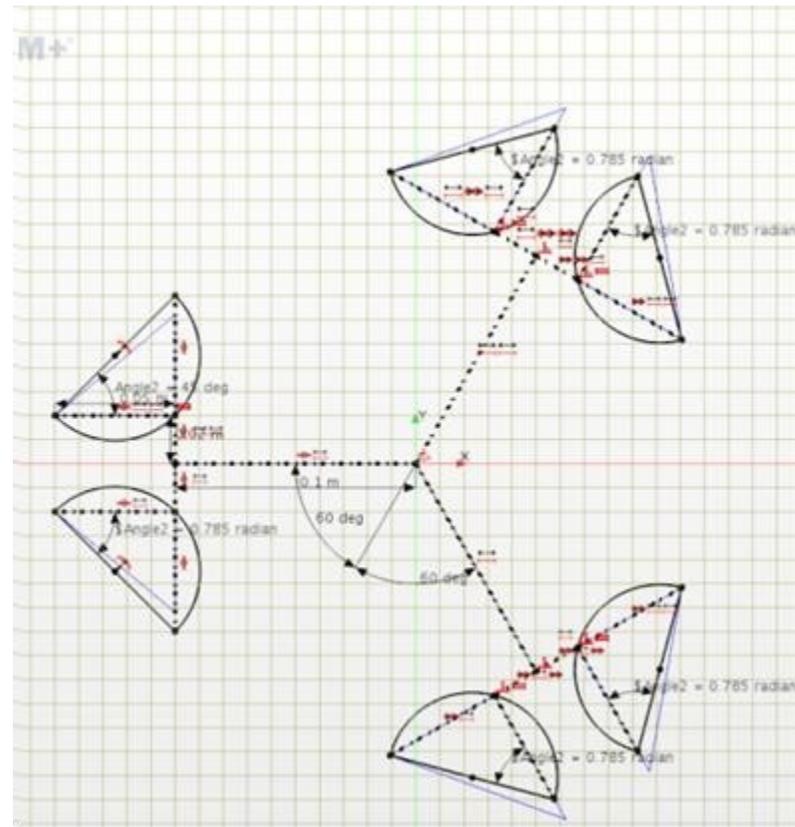
Modello di asta (Motion Transmission Unit): duplicazione della dilatazione



Sketch concettuale per due aste in parallelo che possono sommare le loro dilatazioni. A sinistra, la posizione di riposo. A destra, effetto leva delle aste allungate

Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento

Modello di asta (Motion Transmission Unit): indipendenza dell'orientazione azimutale.



Sketch concettuale visto dall'alto per sei MTU: la disposizione minimizza la dipendenza azimutale assieme a quella verticale.

Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento

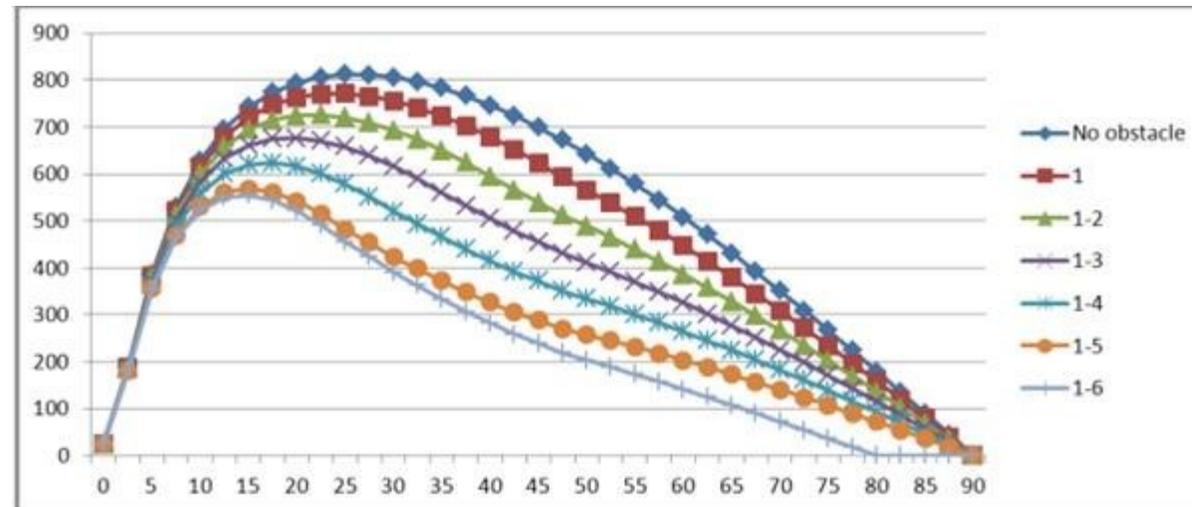
Modello di asta (Motion Transmission Unit): profilazione verticale

La profilazione verticale consiste nell'aggiungere ombreggiature per rendere la quantità di irraggiamento sulle aste il più possibile proporzionale allo spostamento voluto per il pannello solare.

Vari aspetti sono stati contemplati:

- L'ombra portata dal pannello, dipendendo sia dalla posizione del sole che dalla propria orientazione complica drasticamente il trattamento. Il problema viene annullato inserendo una corona sufficientemente grande fra il pannello e le MUT.
- Altre corone possono essere installate a diverse altezze delle MUT per limitare parte dell'irraggiamento quando il sole è su altezze medio-alte.
- Ulteriore problema: per il sole basso, la DVI dipende molto dalla trasmittanza dell'aria.

Intensità dell'illuminazione a secondo dell'elevazione del sole (in gradi) su una asta verticale inserendo uno ad uno dei profilers orizzontali. Trasmittanza dell'aria per atmosfera 0.9.

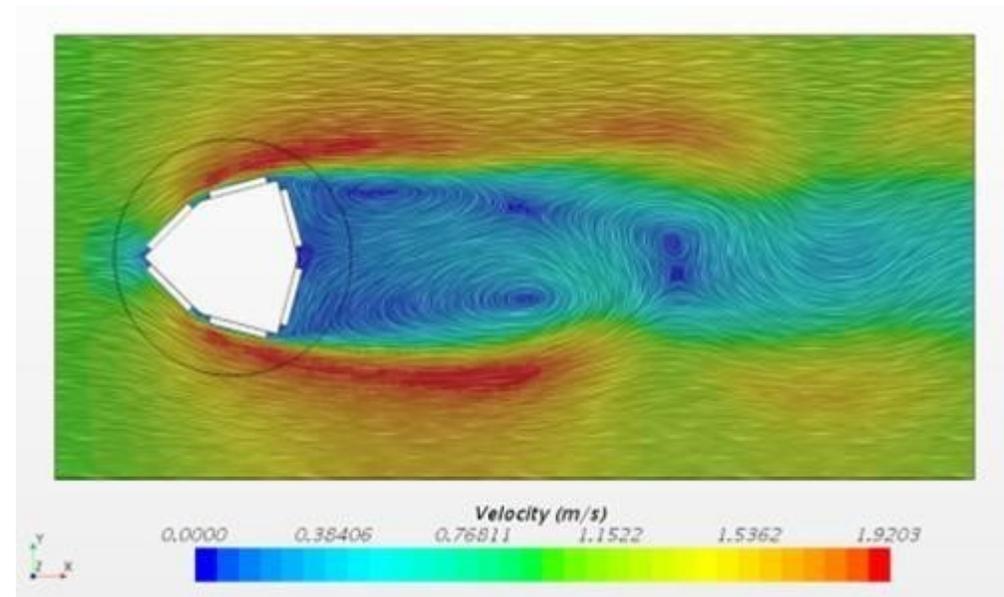
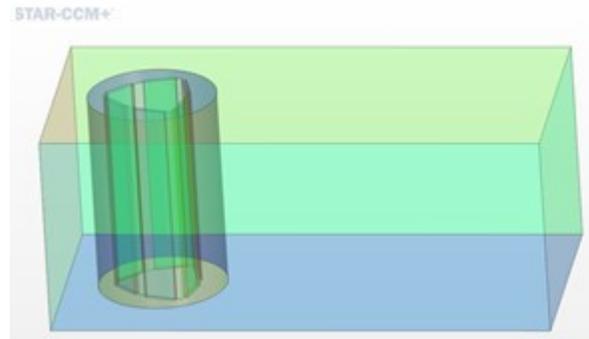
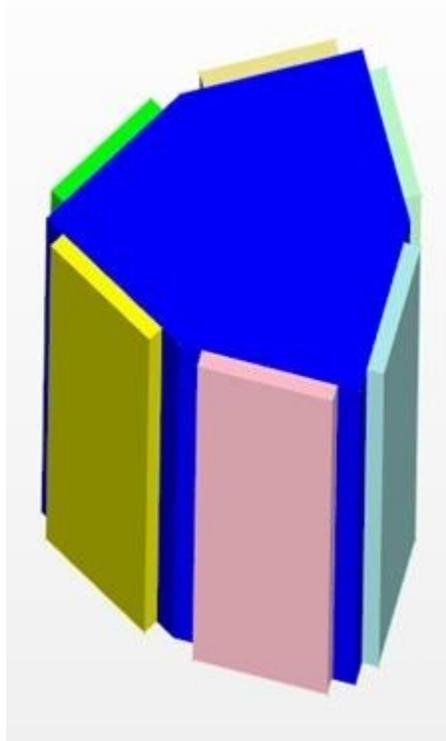


Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento

Modello di asta (Motion Transmission Unit): effetto del vento

L'effetto del vento sulla temperature delle aste viene effettuato su una geometria semplificata per venti da 0.2 m/s a 10 m/s.

A solo 1 m/s, l'effetto del vento e` devastante: l'aumento di temperatura dell'asta faccia al sole varia da 10.9 a 26.8 K a secondo della sola direzione del vento.



Parte 1 lavori preparatori prima del primo modello CAD di riferimento



Risultati intermedi

- Le modifiche proposte al disegno di base non possono essere implementate perché troppo complicate e magari anche poco praticabili considerando l'importante obiettivo di semplicità`.
- Il lavoro a permesso di inquadrare meglio buona parte della problematica sottostante e di poter rispondere a domande del tipo: perché non avete fatto in quest'altro modo.
- Dal punto di vista numerico, questi studi preliminari hanno permesso di prendere confidenza con l'implementazione della modellistica necessaria e con l'approccio modulare della geometria.
- L'effetto devastante della minima brezza non potrà non essere preso in conto.

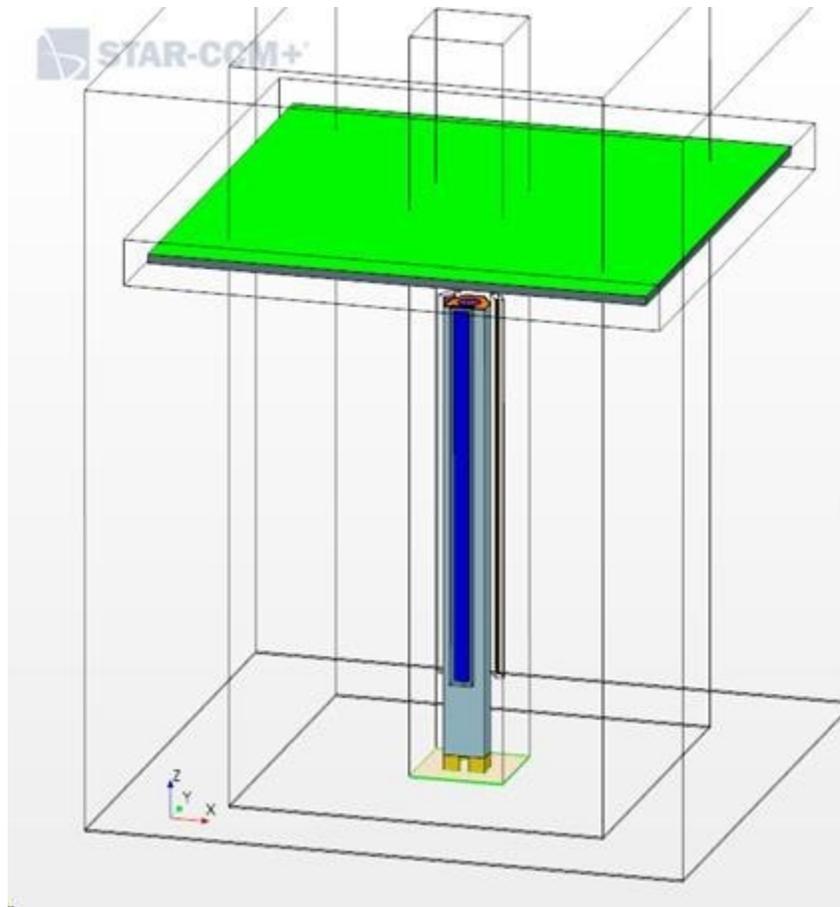
Parte 2 lavori preparatori con il primo modello CAD di riferimento



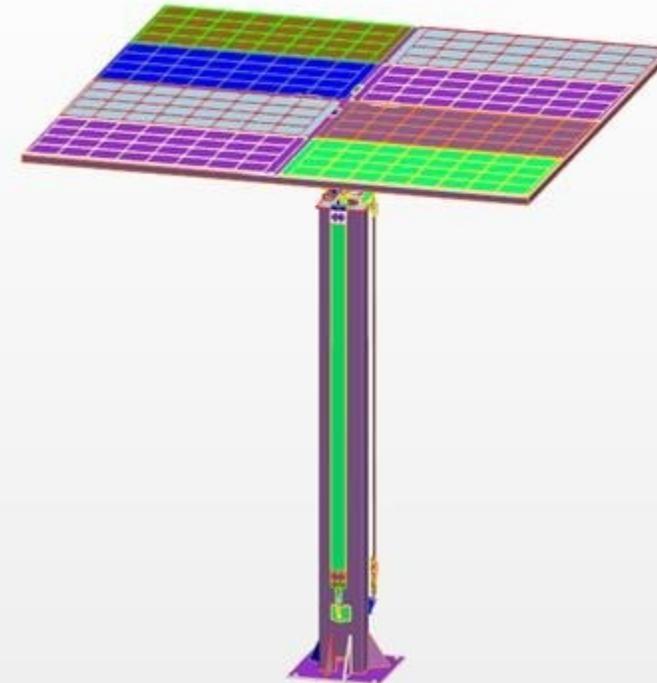
Parte 2 lavori preparatori con il primo modello CAD di riferimento

Parte 2 lavori preparatori con il primo modello CAD di riferimento

Il primo modello CAD e la sua rappresentazione CFD



Modello CFD



Modello CAD

Parte 2 lavori preparatori con il primo modello CAD di riferimento



Il primo modello CAD e la sua rappresentazione CFD: caso di riferimento

Materiali:

Piastra di supporto, tronco, aste e pannello in acciaio

Pavimentazione di cemento (spesso 1 cm).

Aria: gas ideale, incompressibile

Il modello di irraggiamento prende in conto tre componenti:

- L'irraggiamento diretto dal sole
- L'irraggiamento indiretto dal sole
- L'irraggiamento da corpo nero dalle superfici solide

Parametri dello studio

In un primo momento

- Aria: temperatura e velocità del vento, fissato proveniente da Est
- Posizione del sole: azimuth ed altezza (in gradi sull'orizzonte)
- Intensità dell'irraggiamento solare diretto e diffuso.
- Emissività delle singole superfici, potendo differenziare le principali facce.

In un secondo momento

- La posizione del pannello
- Altri materiali per le aste.

Caso di riferimento

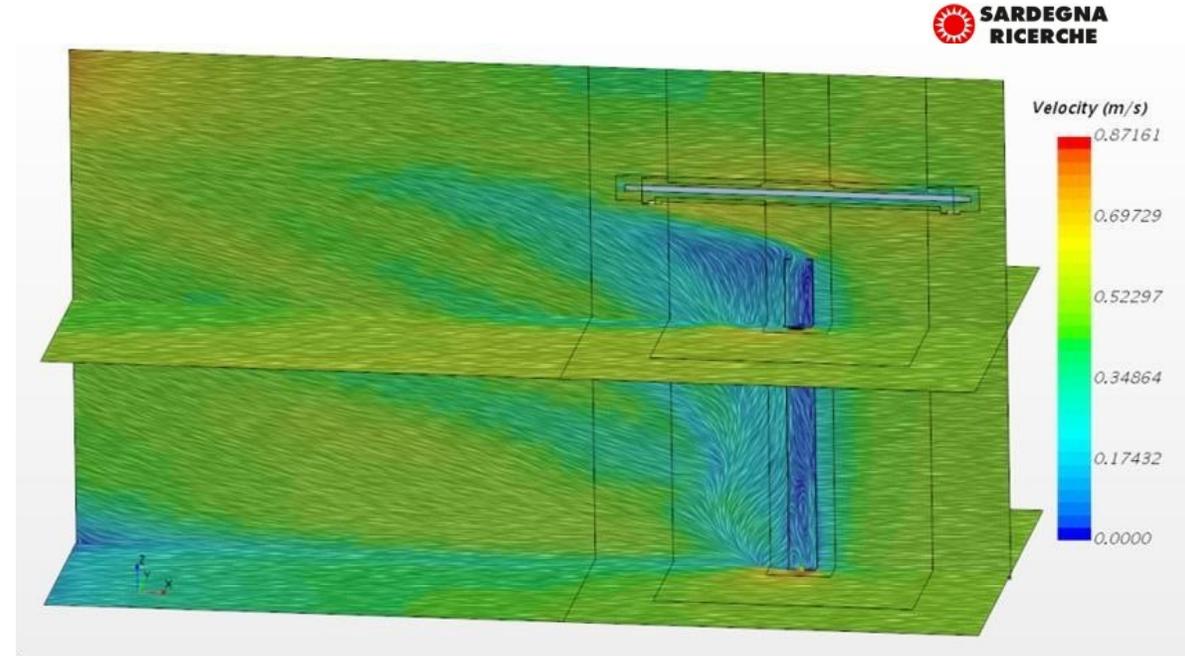
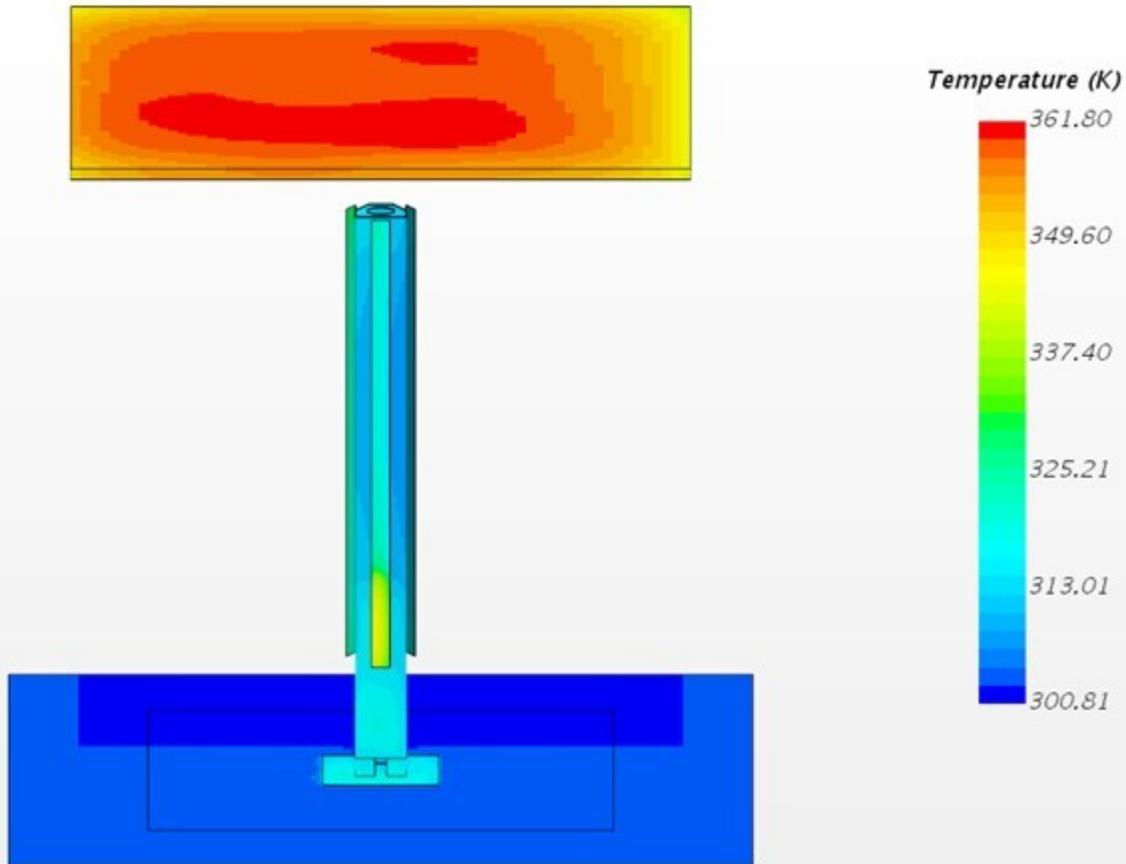
- Aria: velocità d'ingresso 0.5 m/s a 300 K.
- Sole a Sud, altezza 60 gradi.
- Irraggiamento: diretto 1000 W/m², indiretto 200 W/m²

Emissività «e»:

- Superfici nere: $e=0.9$
- Superfici bianche: $e=0.2$

Parte 2 lavori preparatori con il primo modello CAD di riferimento

Il primo modello CAD e la sua rappresentazione CFD: caso di riferimento



Si nota il riscaldamento dell'asta solo nella parte bassa.

- Asta Est: 40.8 C
- Asta Sud: 50.1 C
- Asta Ovest: 50.8 C.
- Il sole e` a Sud ma il pannello si orienterebbe verso sud-ovest (sotto veneto)

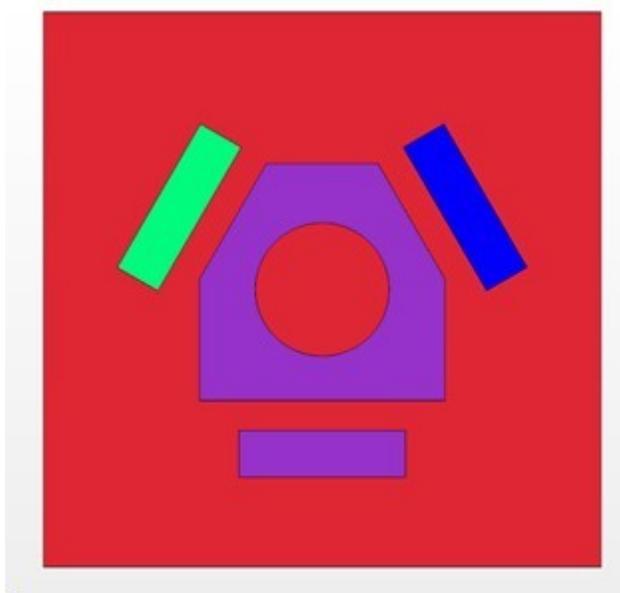
Parte 2 lavori preparatori con il primo modello CAD di riferimento

Il primo modello CAD e la sua rappresentazione CFD: caso di riferimento

Un primo studio parametrico conferma l'effetto deleterio del vento.

Quindi si trasforma la «Bounding Box» BB delle aste in «baffle» e si guarda a cosa succede a secondo delle proprietà della BB: conduttivo o no, totalmente trasparente o no.

L'aggiunta delle BB porta ad una notevole benché incompleta simmetrizzazione delle aste est ed ovest



Parte 2 lavori preparatori con il primo modello CAD di riferimento

Il primo modello CAD e la sua rappresentazione CFD: caso di riferimento

Svariate varianti sono provate in vari studi parametrici.

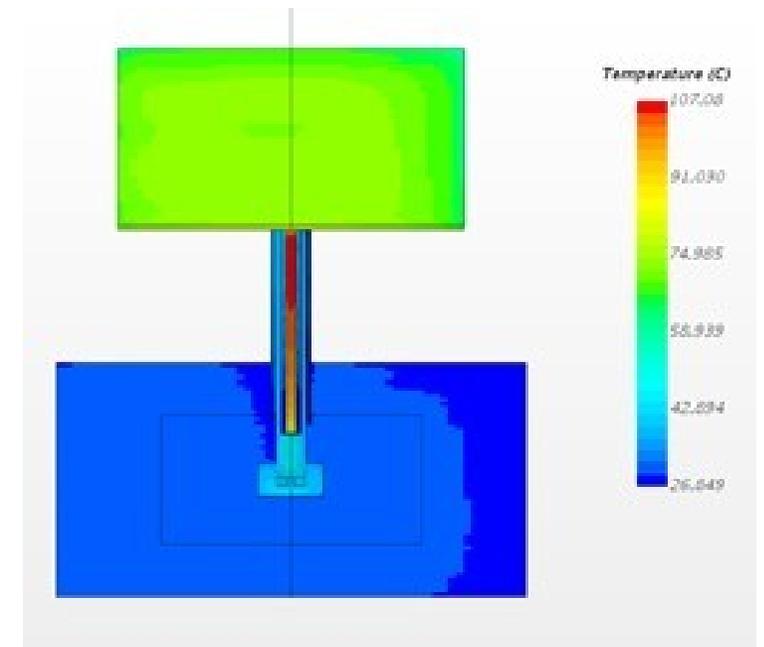
- Modifica della BB per impedire l'irraggiamento non gradito da dietro
- Si simmetrizza il dominio computazionale per ridurre effetti differenziati della luce diffusa.
- Si limita l'effetto cammino nelle BB, mettendo una resistenza idraulica all'ingresso in basso.

Conclusione preliminare

Con il sole alzato a 30 gradi e a Sud, il differenziale di temperatura media delle aste passa da ~43K con il pannello orizzontale ma si riduce a ~28K se il pannello si inchina di 30 gradi, a ~23K per un pannello a 45 gradi e a ~18K per il pannello in posizione ottimale, inclinato di 60 gradi.

Per questo, è stato necessario:

- Incapsulare le aste in una BB
- Rendere riflettente la parete della BB verso il tronco
- Dimensionare la BB in modo che le aste Est e Ovest non fossero illuminate direttamente
- Limitare il flusso d'aria dentro la BB riducendone l'apertura.



Vista dal sole

Parte 2 lavori preparatori con il primo modello CAD di riferimento



Il primo modello CAD e la sua rappresentazione CFD: caso di riferimento

Ulteriori studi parametrici riguardano:

- Il cambio da acciaio ad alluminio per le aste (l'emissività viene dal rivestimento superficiale)
- L'effetto della luce indiretta sulle aste ombreggiate.
- L'effetto delle proprietà della superficie del suolo
- Il cambio di forma delle BB per catturare meglio la luce sulle aste.
- Il colore del tronco: bianco o nero.

Si indica un possibile cambio di forma del tronco per intercettare irraggiamenti con graditi.

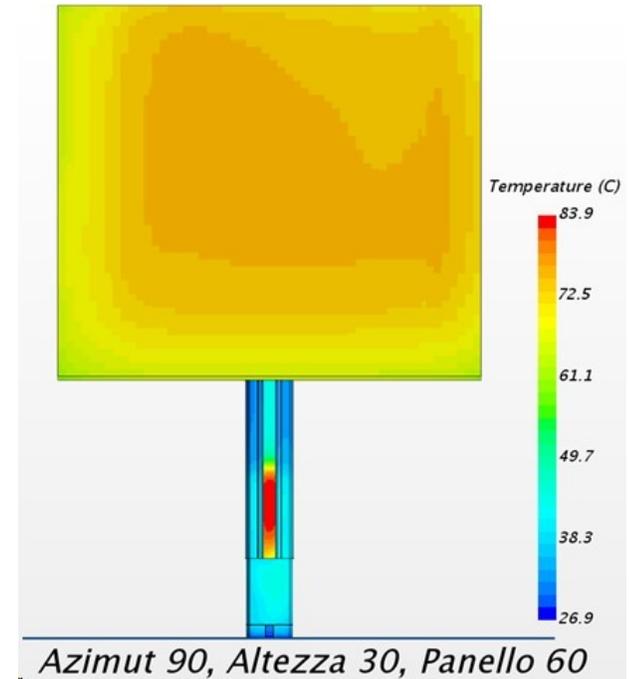
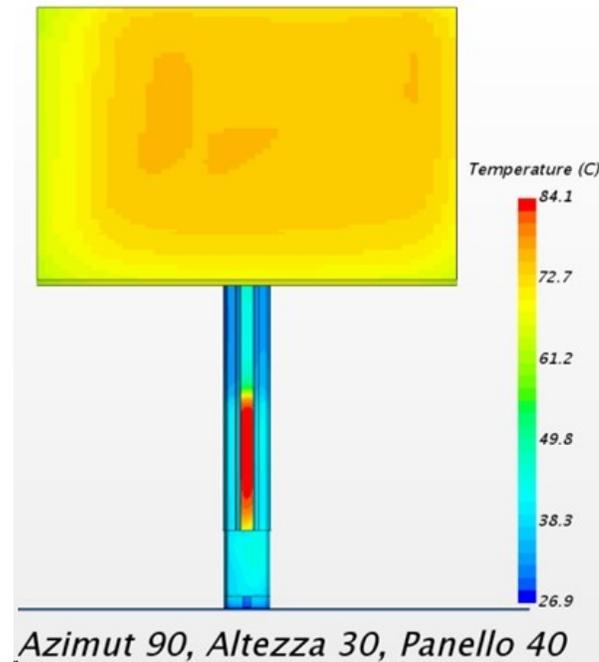
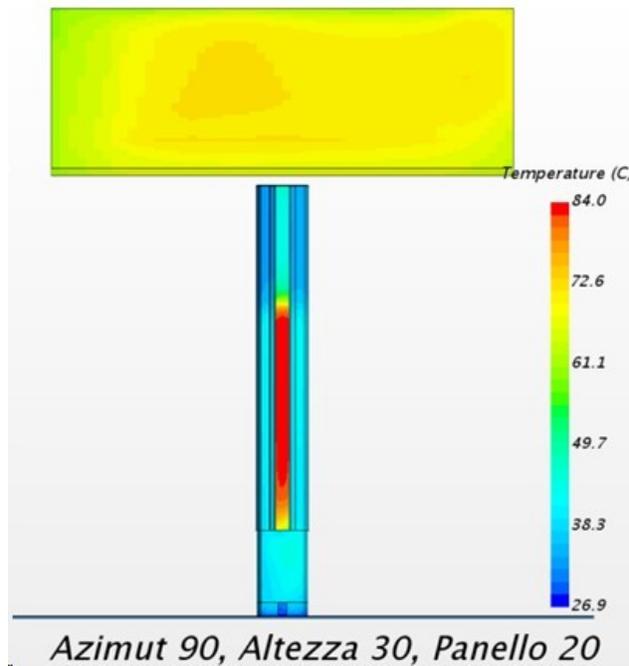
Si indica una possibile aggiunta di riflettori sul tronco, anche se il guadagno è minimo.

Con queste varianti si riesce senza pannello sovrastante ad avere un differenziale di temperatura dell'ordine di 40 K.

Parte 2 lavori preparatori con il primo modello CAD di riferimento

Il primo modello CAD e la sua rappresentazione CFD

L'orientazione del pannello sovrastante limita drasticamente il differenziale di temperatura media delle aste anche se il massimo di temperatura rimane a circa 84 C.



Parte 2 lavori preparatori con il primo modello CAD di riferimento



Il primo modello CAD e la sua rappresentazione CFD

Tronco base, pannello ridotto

Si riprende il tronco originale con un pannello sovrastante ridotto di misura a $(dx,dy)=(1.8m, 2.05m)$.

In precedenza, i valori dell'irraggiamento erano leggermente sovrastimati, i nuovi valori sono:

- Irraggiamento solare diretto: 900 W/m²,
- Irraggiamento solare diffuso: 100 W/m².
- Sole a Sud
- Altezza 30 gradi
- Pannello orizzontale

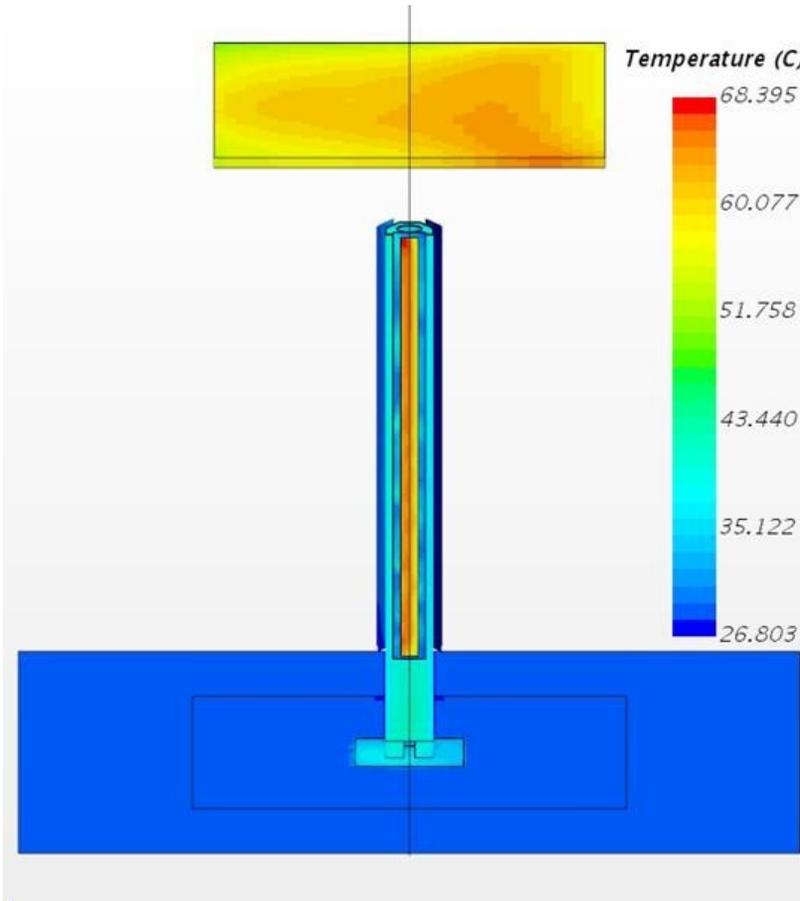
In questo caso, l'ombra progettata dal pannello non investe l'asta Sud.

Caso \ T Asta [C]	Est	Sud	Ovest	Nota
12B01	44.3	85.0	45.0	BB ottimizzata per illuminazione frontale
12B02	47.5	69.3	55.9	BB tolta (disegno base) brezza 0.5 m/s
12B03	42.7	62.5	53.5	BB tolta (disegno base) brezza 1.0 m/s
12B04	43.0	84.9	44.8	Come 12B01 ma brezza alzata a 1 m/s
12B05	46.3	91.8	47.0	Come 12B01 con BB inlet resistivo (100)

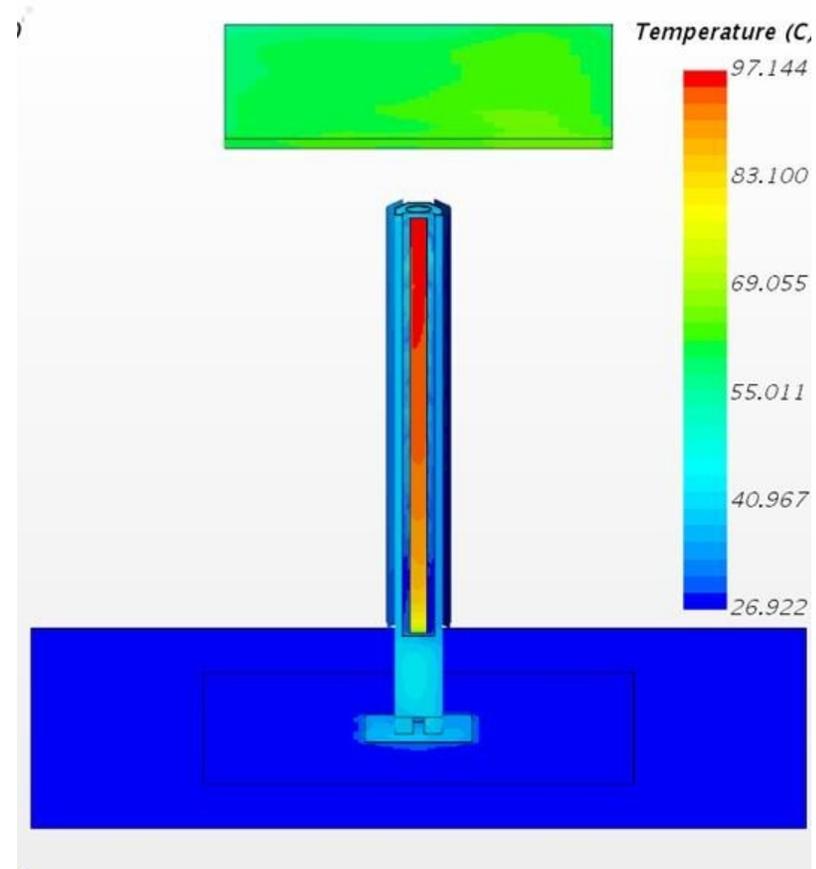
Tabella 16: Geometria di riferimento del tronco. Temperatura delle aste a secondo della presenza o no della BB, della velocità del vento e di un ingresso resistivo all'ingresso della BB.

Parte 2 lavori preparatori con il primo modello CAD di riferimento

Il primo modello CAD e la sua rappresentazione CFD Tronco base, pannello ridotto



Prima



Dopo

Conclusioni al D2.1

Anche se concettualmente molto semplice, la realizzazione del Solar Tracker si rivela piena di insidie. Vari fattori sono stati inizialmente sostanzialmente ignorati: (i) il forte effetto del vento, anche molto debole, sulla temperatura degli attuatori, l'effetto dell'ombra dal pannello sovrastante, (iii) la bidimensionalità del tracciamento sia in verticale che in orizzontale e (iv) la sottostima del fattore moltiplicativo del movimento necessario.

I tre primi fattori sono stati affrontati in vari studi preliminari e vari tentativi di disegni concettuali. I quarto

fattore può essere risolto al livello meccanico, a prescindere della termica valutata tramite codice CFD. Il disegno di un prototipo è stato proposto che permette di mettere in opera e verificare tutta la catena di rifornimento, la componentistica e i sistemi di misurazione. Non sembra però in grado di fornire rilevanti spostamenti del pannello sovrastante, che sia in ampiezza che in direzionalità. Accorgimenti, implementabili in un secondo tempo sullo stesso prototipo dovrebbero permettere di risolvere il problema della direzionalità e di migliorare anche se in modo decisamente insufficiente il problema dell'ampiezza del movimento. Si confida per risolvere quest'ultimo aspetto su una seconda versione del prototipo, diversa dell'attuale solo nel sistema moltiplicativo di spostamento.

Questo approccio scaglionato è stato reso necessario dalla complessità inaspettata sottostante alla corretta implementazione del concetto di base. Questa complessità spiega anche a posteriori la scarsità dei sistemi concorrenti.

Parte 3 Dimensionamento soluzione di storage



Parte 3 Dimensionamento soluzione di storage

Parte 3 Dimensionamento soluzione di storage



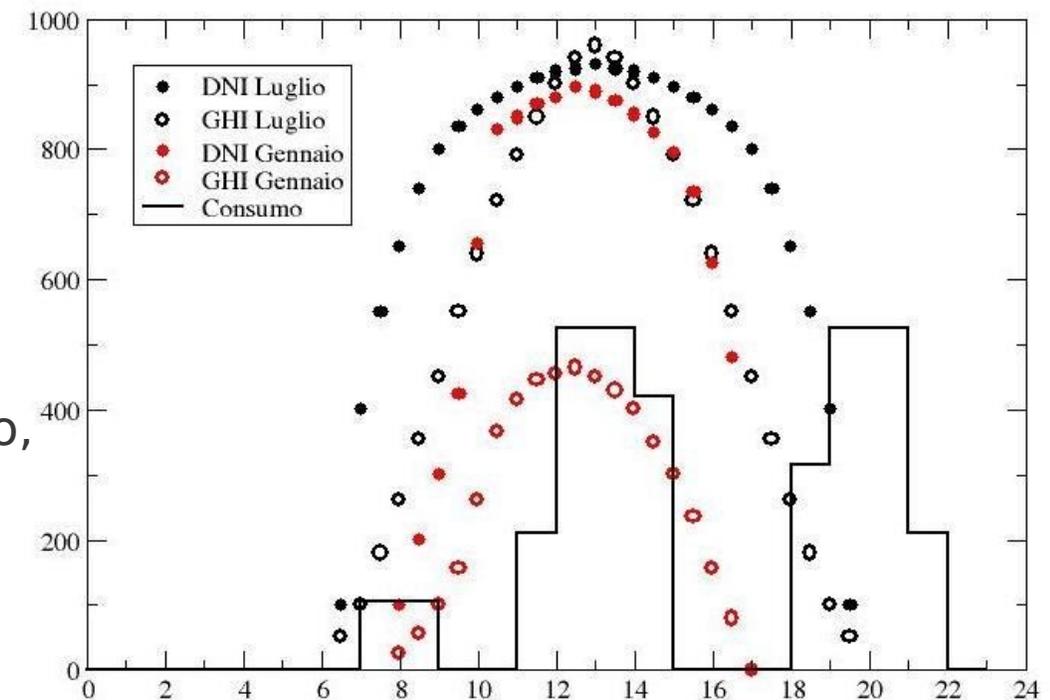
Il modello considerato per il dimensionamento dello storage considera i tre elementi del sistema energetico produzione, consumo e stoccaggio - e li combina con equazioni di bilancio per calcolare l'evoluzione della carica della batteria con l'andare del tempo.

Input: curve produzione e consumo

Output: livello di carica della batteria, eccesso produzione, buio cumulato

Parametri: dimensione batteria, dimensione fotovoltaico, traslazione temporale del consumo

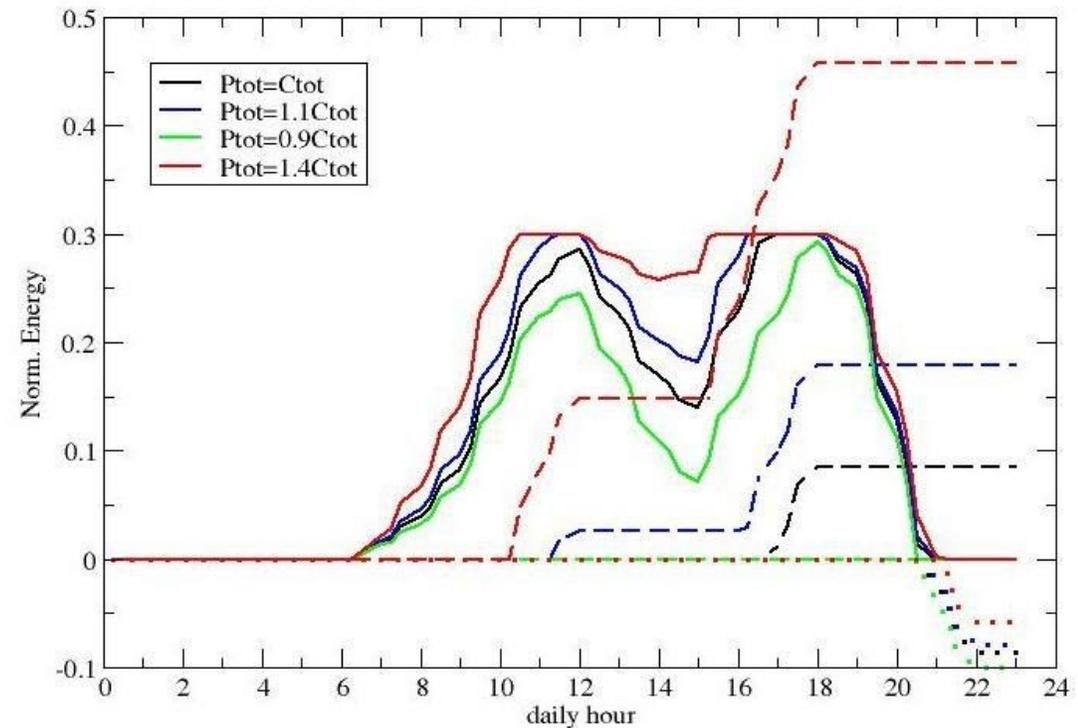
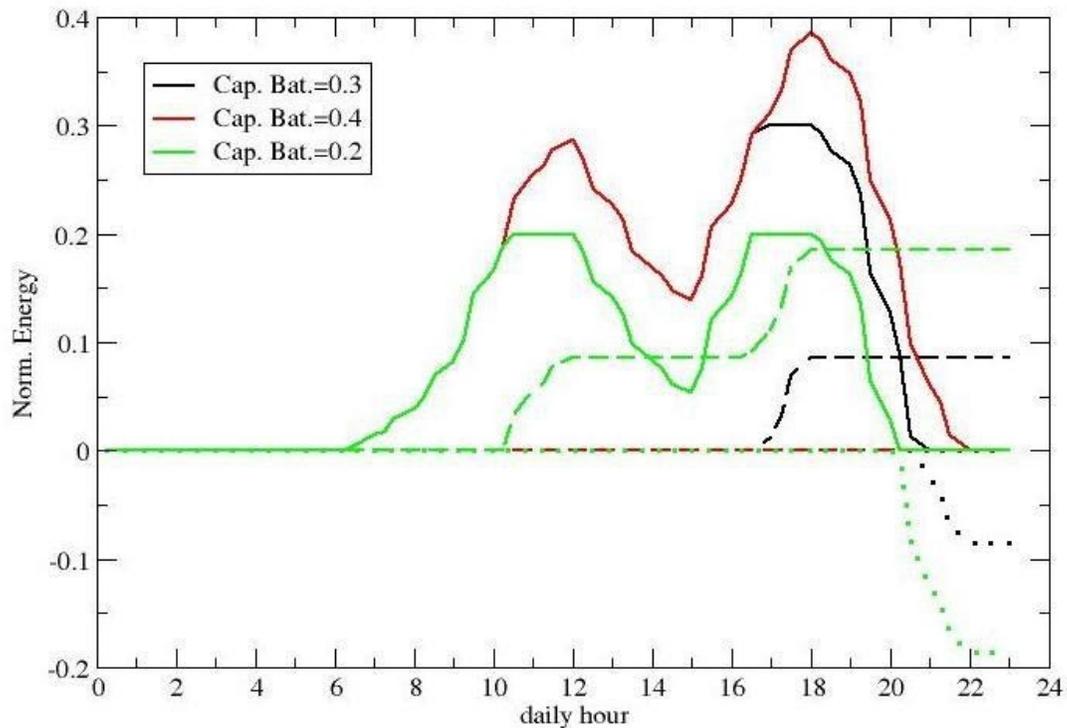
Esempio di input



Parte 3 Dimensionamento soluzione di storage



Esempi di output: livello di carica della batteria (curve continue), eccesso produzione (curve tratteggiate), buio cumulato (curve a puntini) al variare della capacità della batteria (sinistra) e della dimensione del fotovoltaico (destra)



Parte 3 Dimensionamento soluzione di storage

Software per dimensionare sistemi reali.

Criteri d'ottimizzazione per guidare il dimensionamento del sistema:

La dimensione ideale della batteria dipende dallo sfasamento temporale fra produzione e consumo ed è quindi fortemente dipendente dall'utilizzo.

Quando il sistema fotovoltaico è sovradimensionato rispetto al consumo giornaliero (giornata estiva) l'eccesso di produzione non influisce in modo significativo sull'ottimizzazione del sistema di stoccaggio. L'energia prodotta in più, finisce quasi tutta in "energia in eccesso" e viene buttata via.

Confrontando le curve di produzione di un sistema ad inseguimento con quelle di un sistema fisso, si nota che l'utilizzo di un sistema ad inseguimento, oltre a portare benefici nel dimensionamento del sistema fotovoltaico, è utile anche a ridurre le dimensioni dell'accumulo.

Per quanto riguarda il carico tipo considerato nel progetto, una batteria che copra il 50% del carico sarebbe sufficiente per coprire sia la giornata tipo invernale che quella estiva. Dato il carattere esplorativo del progetto, riteniamo però utile l'acquisto di un sistema di accumulo che arrivi a coprire l'intero carico giornaliero, insieme ad uno strumento per registrarne il livello di carica. Questo permetterebbe di studiare anche giornate reali con insolazione diversa da quella "tipo" considerata per questo studio.



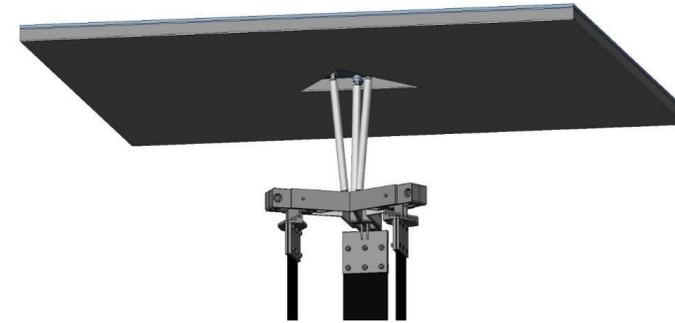
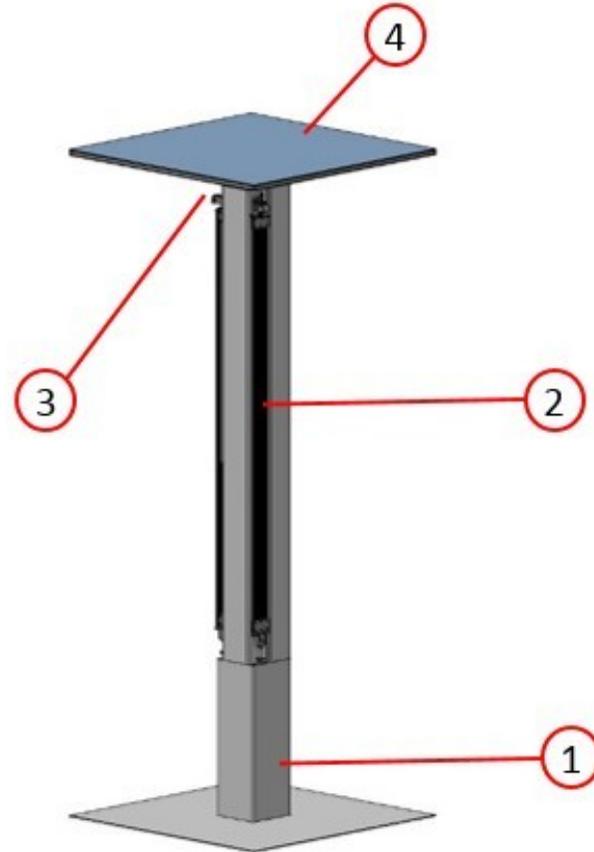


WP3 - Progettazione dell'architettura del sistema

Progettazione del sistema SUNRISE

Il sistema concettuale SUNRISE è composto in maniera molto schematica da quattro elementi principali, rappresentati in Figura

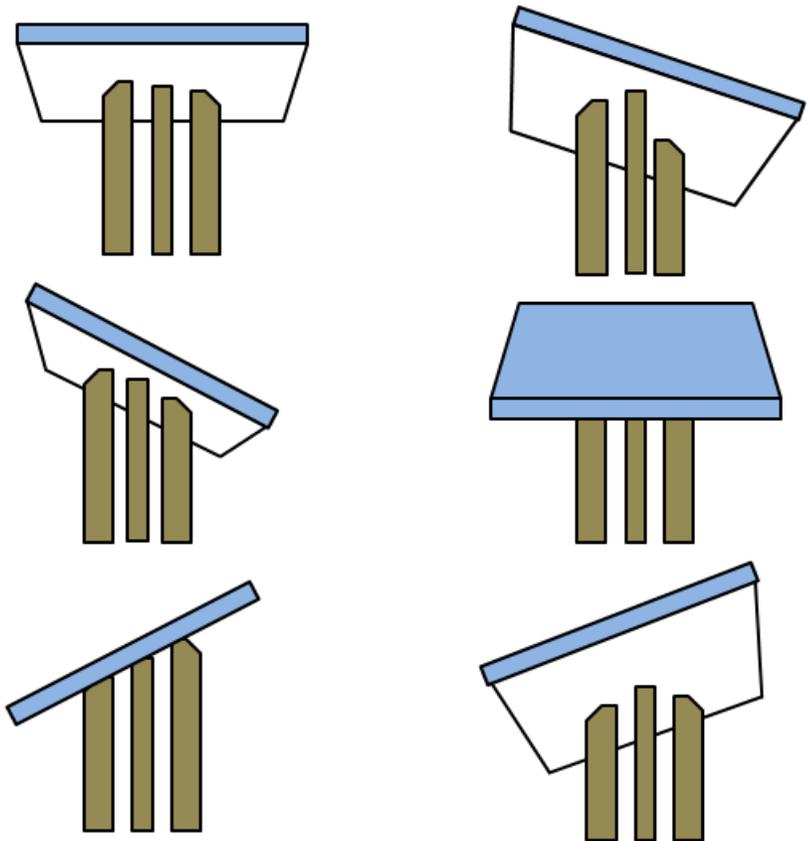
1. Stelo.
2. Elementi dilatanti HRE (Heat Responsive Elements).
3. Unità di moltiplicazione di movimento MTU (Motion Transmission Unit).
4. Supporto per i pannelli fotovoltaici.



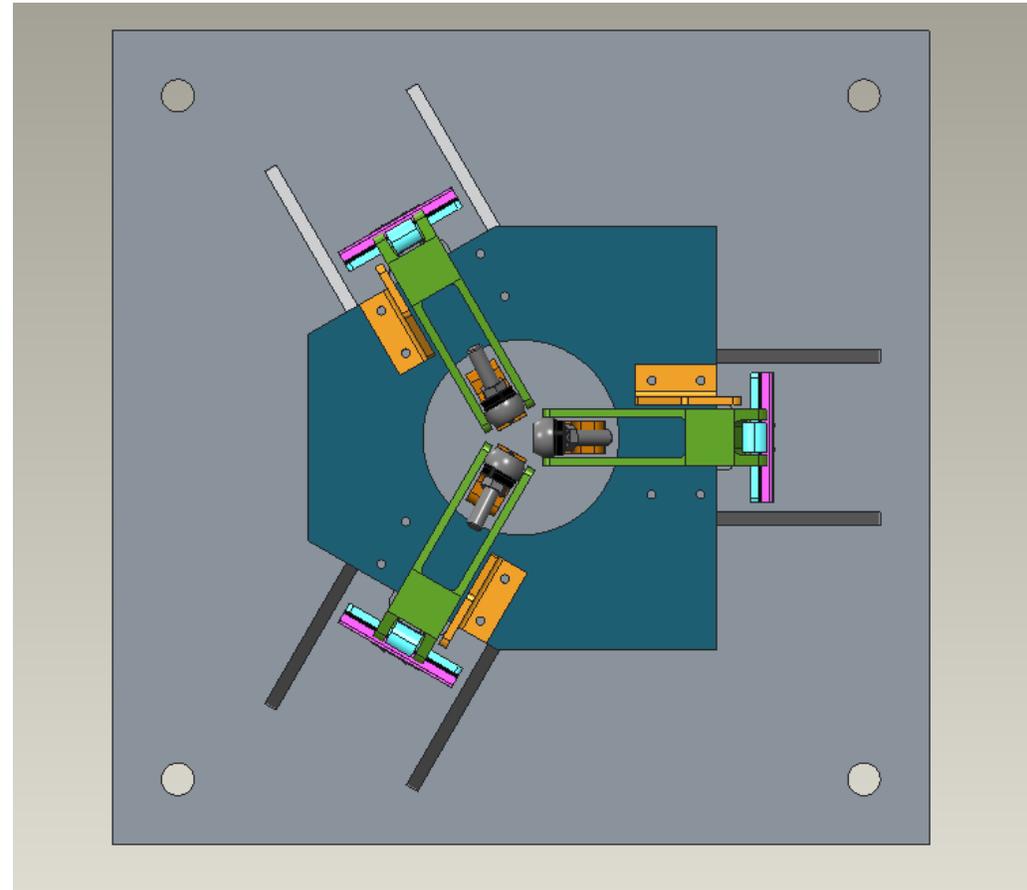
Dettagli leverismi di moltiplicazione del movimento



Progettazione del sistema SUNRISE

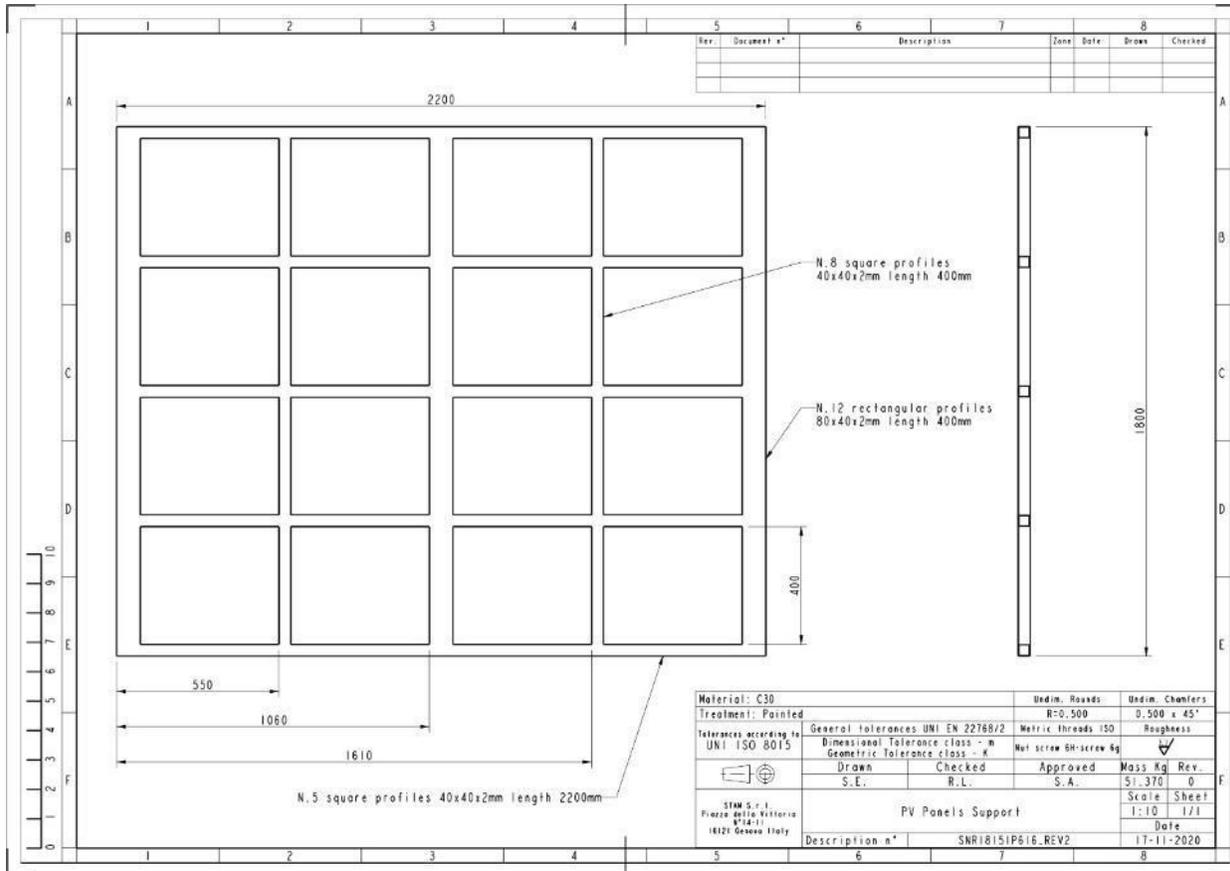


Sequenza di funzionamento del sistema

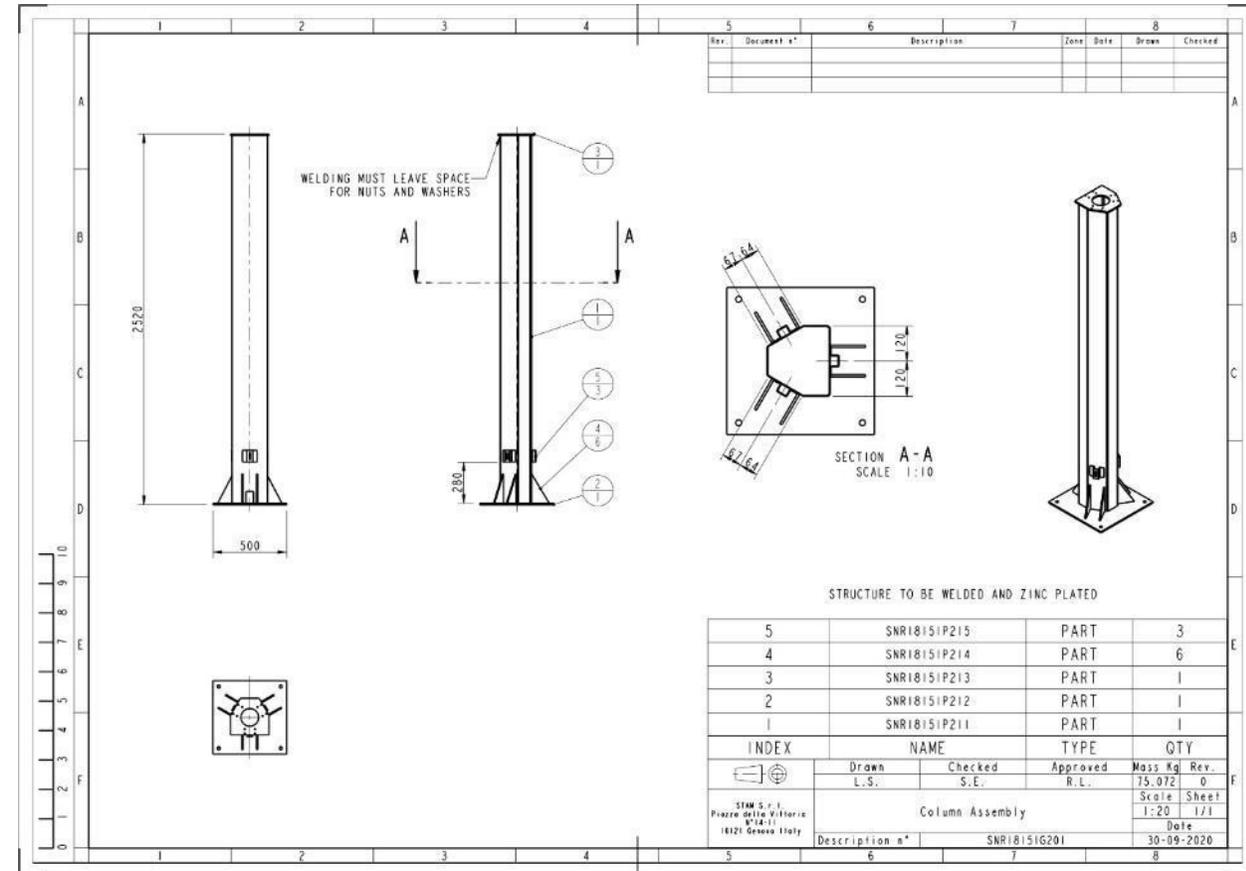


Visione dall'altro del modello costruttivo

Progetto infrastrutture

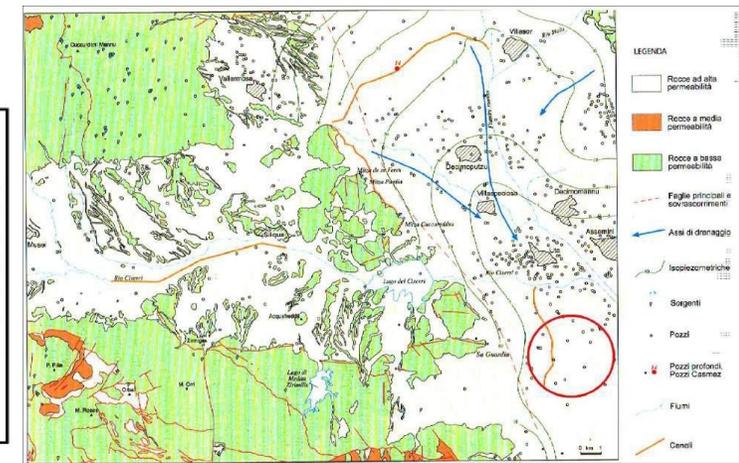
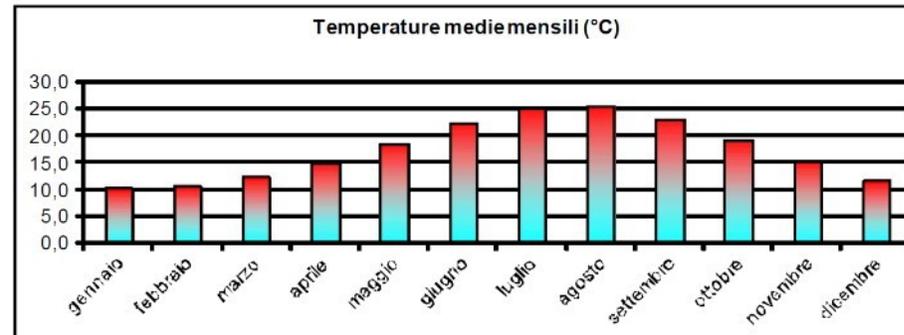
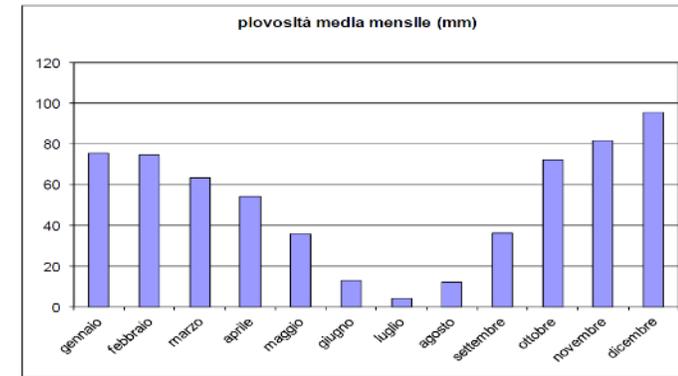
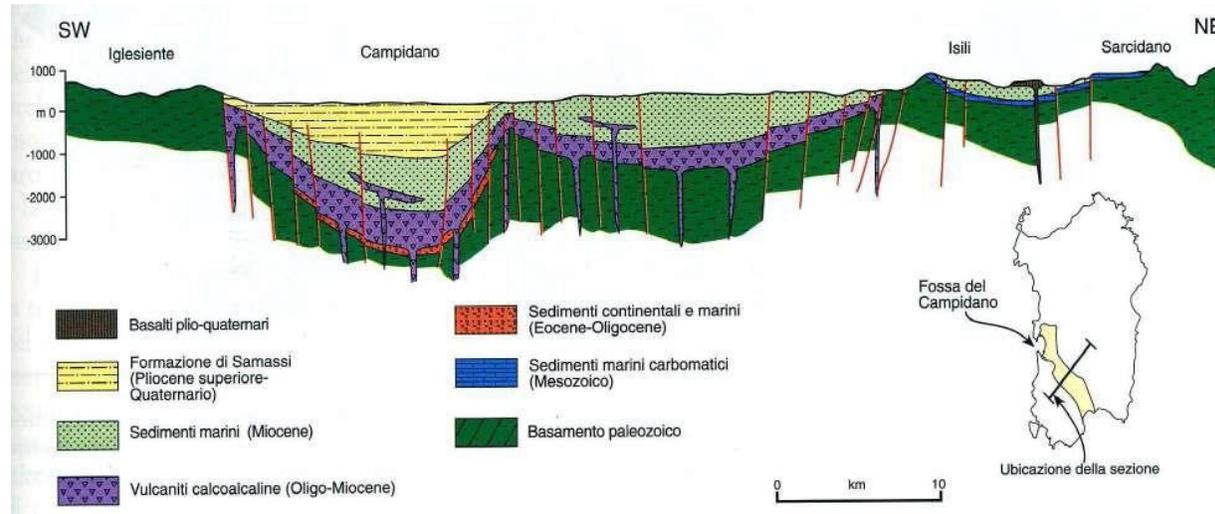
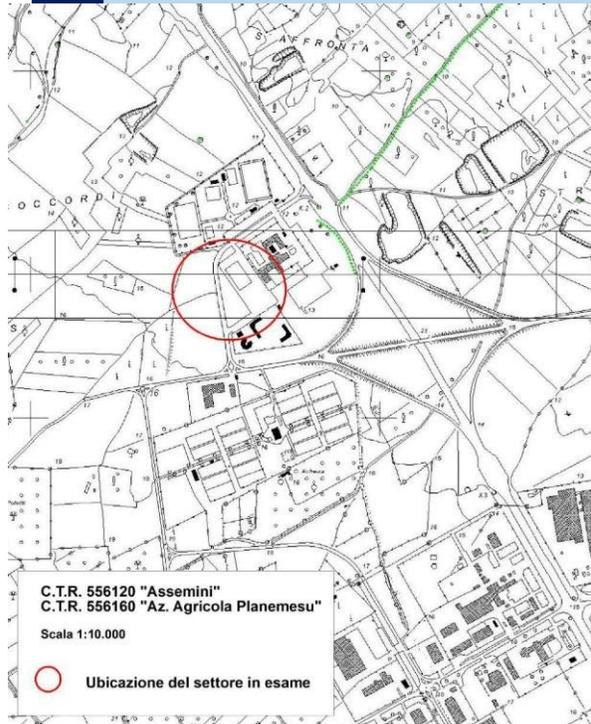


Progetto supporto pannelli

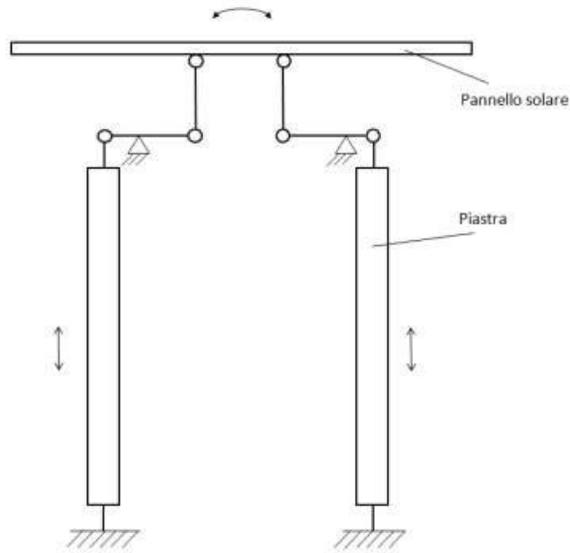


Progetto stelo

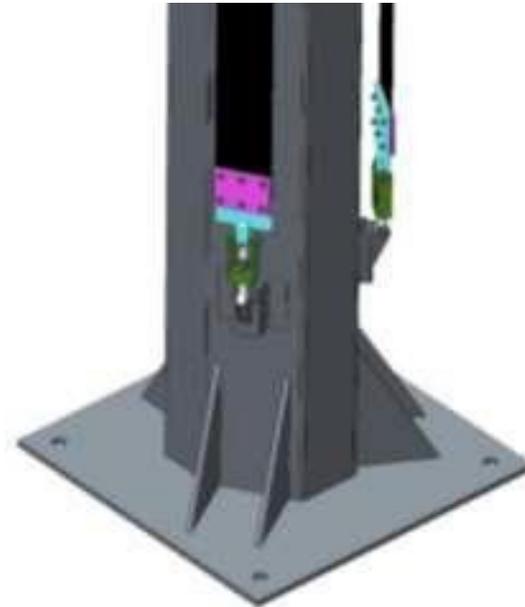
Inquadramenti progettuali



Progetto esecutivo



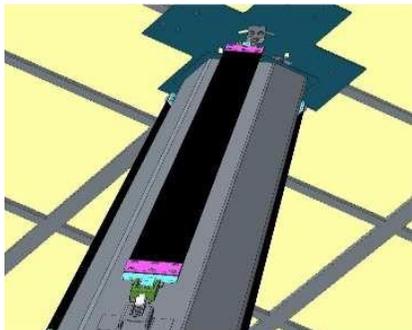
Schema statico concettuale



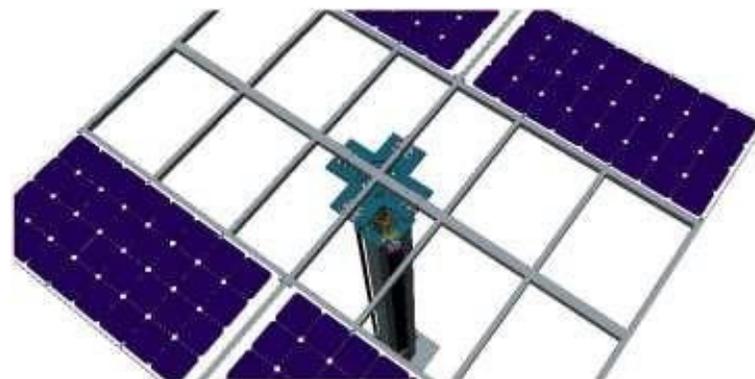
Base della struttura di supporto



Cinematica del sistema

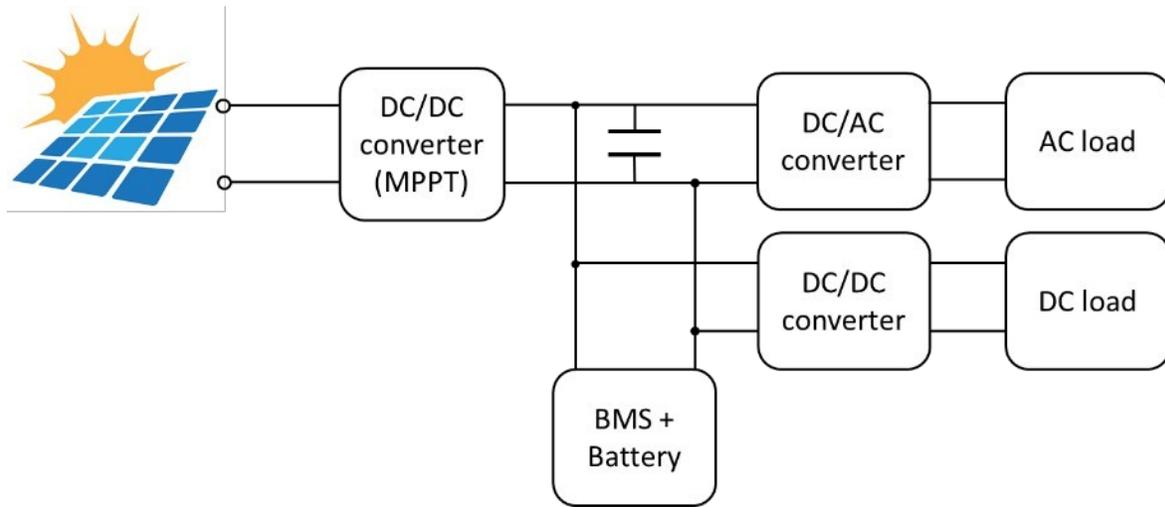


Sistemi dilatanti



Particolare dell'interfaccia tra inseguitore e moduli FV.

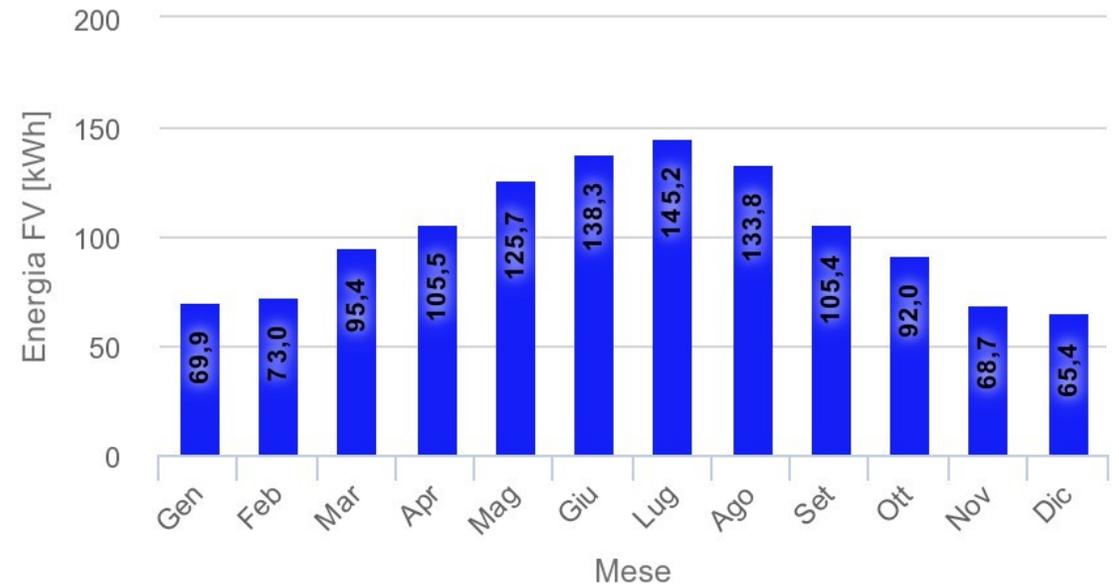
Sistema di stoccaggio



Architettura del sistema

Energia mensile da sistemi FV ad inseguimento

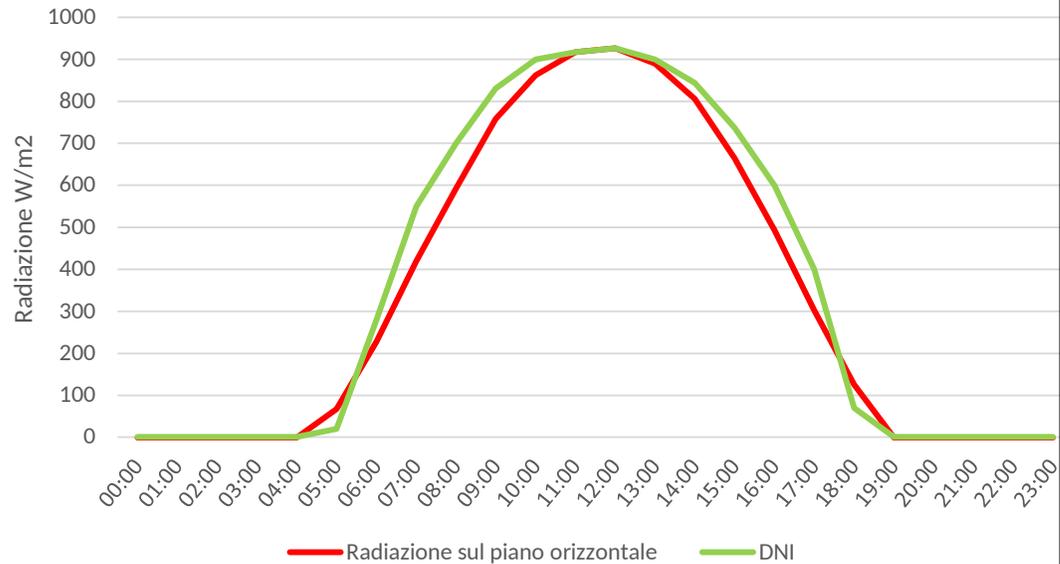
(C) PVGIS, 2020



Stima di producibilità a Cagliari

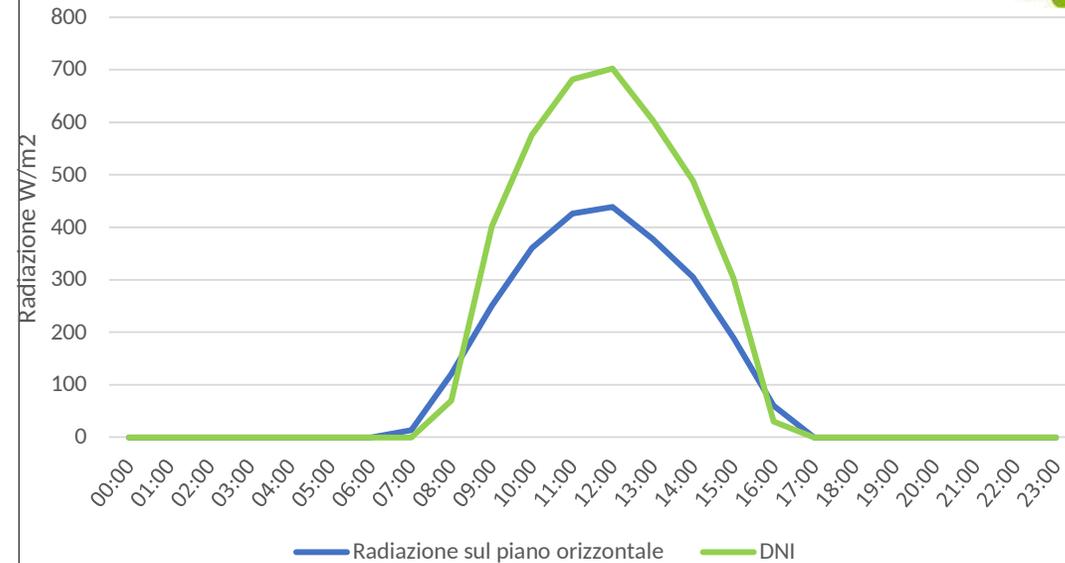
Sistema di stoccaggio

15 Luglio 2019 - Cagliari - Macchiareddu



Giornata tipo estiva

15 Gennaio 2019 - Cagliari - Macchiareddu

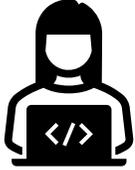


Giornata tipo invernale

Le batterie scelte sono della BYD Company Ltd., multinazionale leader nel settore tecnologico con sede a Shenzhen, in Cina. Sono stati scelti 2 moduli PYLONTECH US2000CA01V00101, di capacità singola 3.5kWh, per un totale di 7kWh.



Sistema di stoccaggio



Modello parametrico per il dimensionamento della soluzione di stoccaggio dell'energia elettrica.

Input

I dati di produzione elettrica "prod" "np" intervalli temporali regolari fra un tempo iniziale "startp" e un tempo finale "endp", sono letti dal file 'dati_dni'.

I dati di consumo elettrico "cons" "nc" intervalli temporali regolari fra un tempo iniziale "startc" e un tempo finale "endc", sono letti dal file 'dati_cons'.

Lo stoccaggio è definito da 2 parametri: la carica massima della batteria "battmax" e la carica iniziale "batt0"

Output

Il modello valuta la **carica della batteria**, **il cumulo di energia** gettata via quando la batteria è completamente carica e **l'energia mancante all'utenza**, quando la batteria è completamente scarica. Il **landamento temporale** di queste 3 quantità è riportato nei seguenti files: 'Carica batteria', 'Cumulato eccesso' e 'Cumulato energia mancante'.



WP4 - Sviluppo del prototipo

Installazione

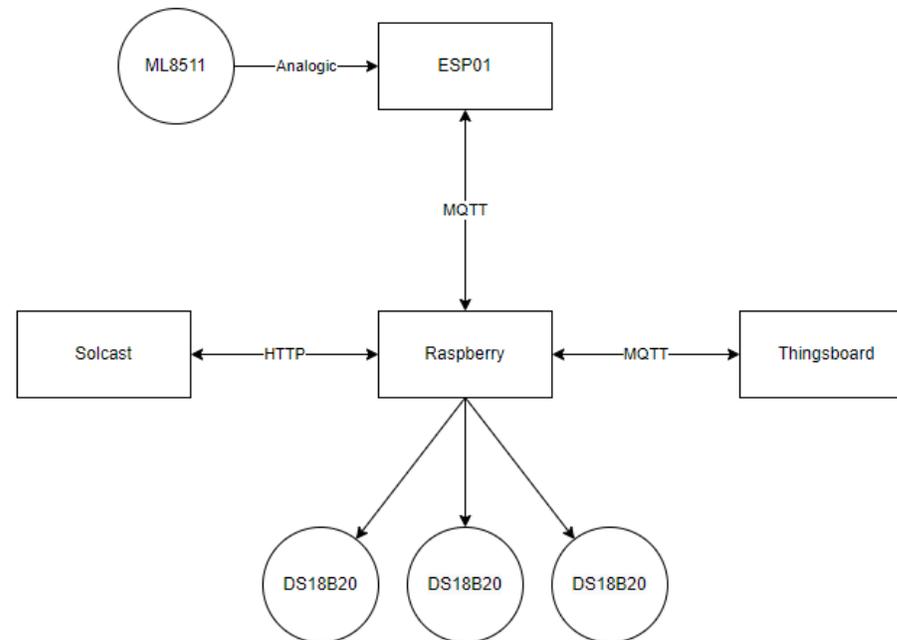


Installazione

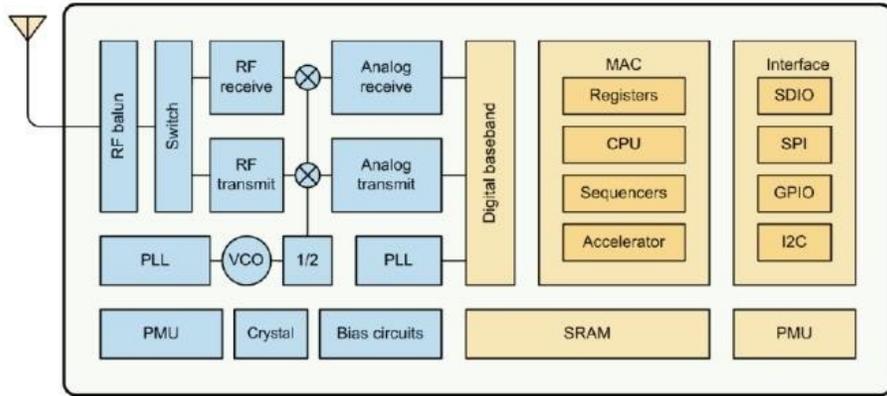


Il montaggio finale della struttura di supporto dei pannelli fotovoltaici è rimasto incompleto a causa dell'eccessivo peso dell'insieme con i pannelli stessi. Per validare comunque il progetto in termini di potenzialità di movimento tramite gli attuatori passivi congeniati, si è sostituito il tutto con un pannello di test in plexiglass

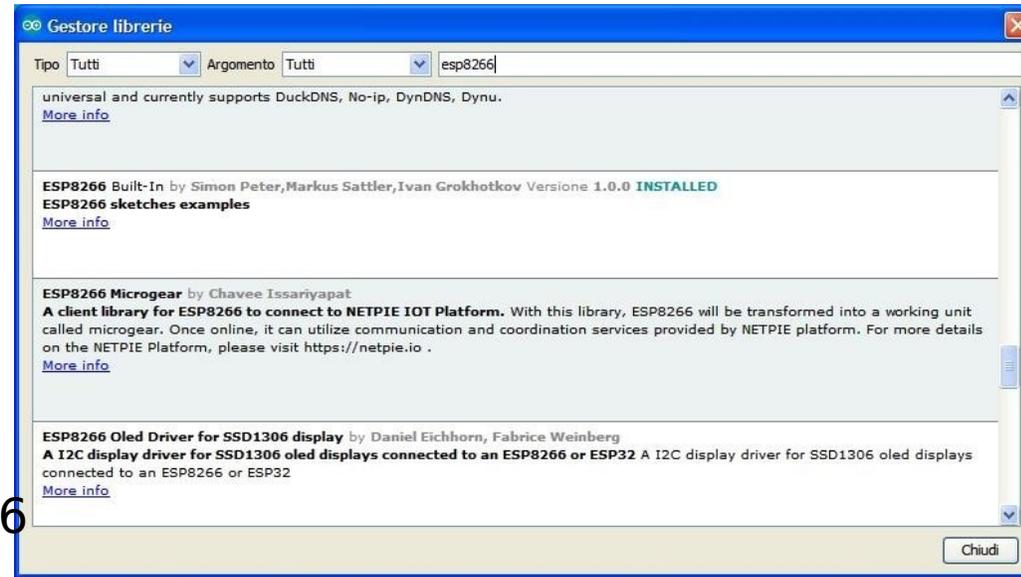
Installazione e Architettura sensori



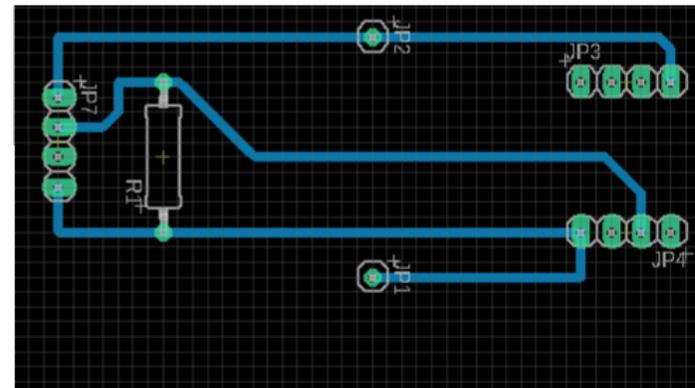
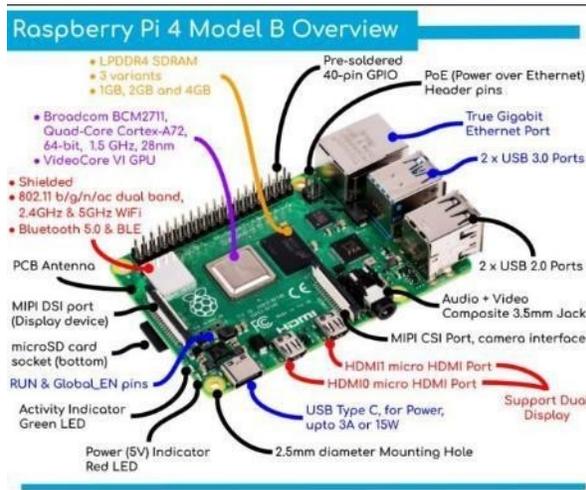
Elettronica e Informatica di supporto



Schema a blocchi dell'integrato ESP8266

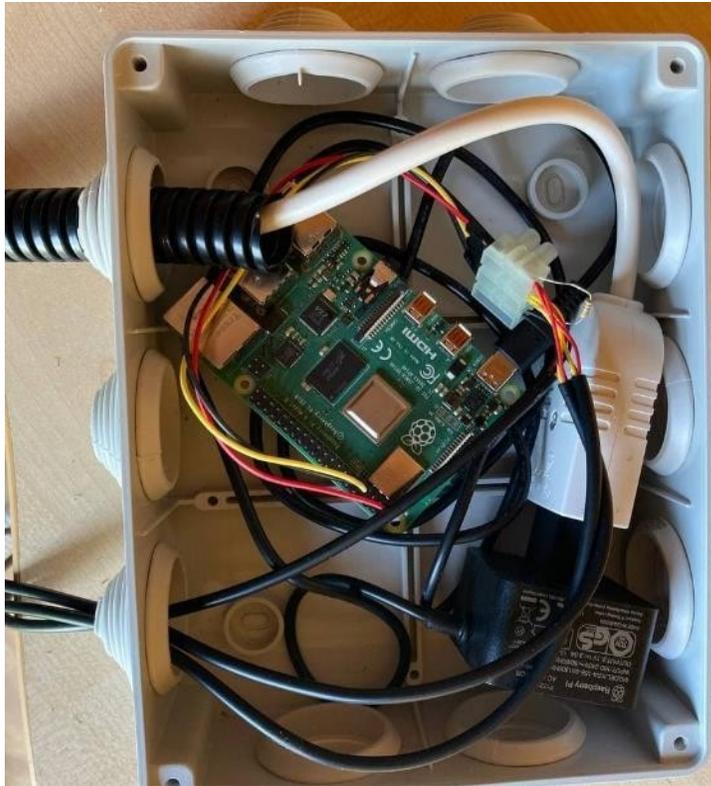


Gestione delle librerie

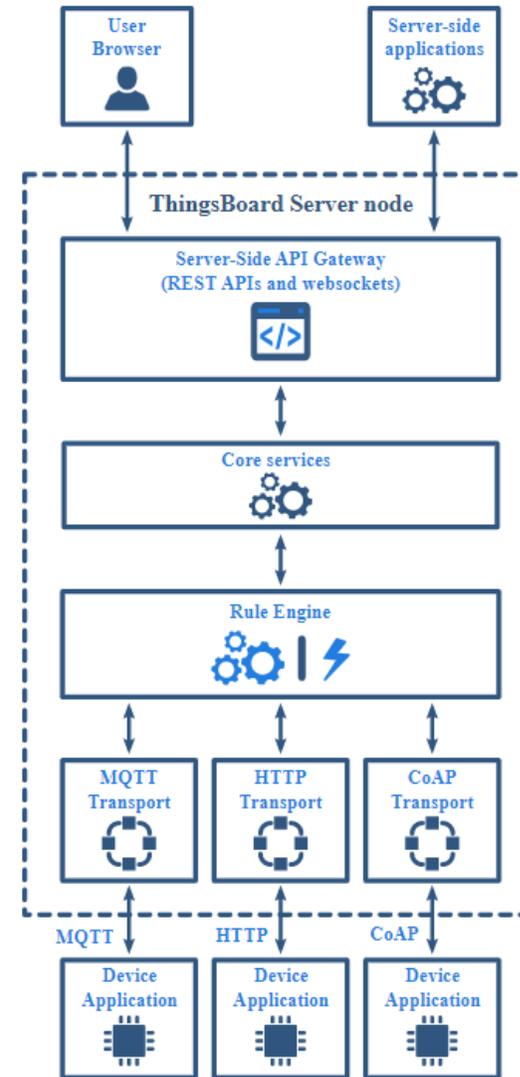


Schema circuito SUNRISE

Circuiti



Scatola sensori e Raspberry



Panoramica architettura di alto livello di Thingsboard

Sistema di controllo informatico



Dashboard Monitoraggio Sunrise

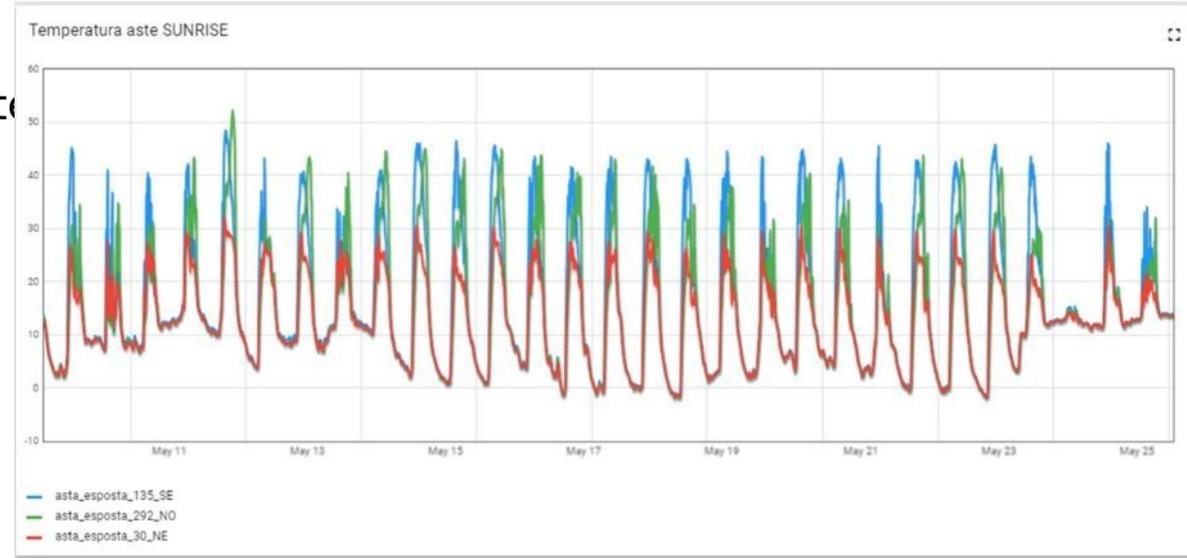


WP5 - Fase di test e valutazione dei risultati

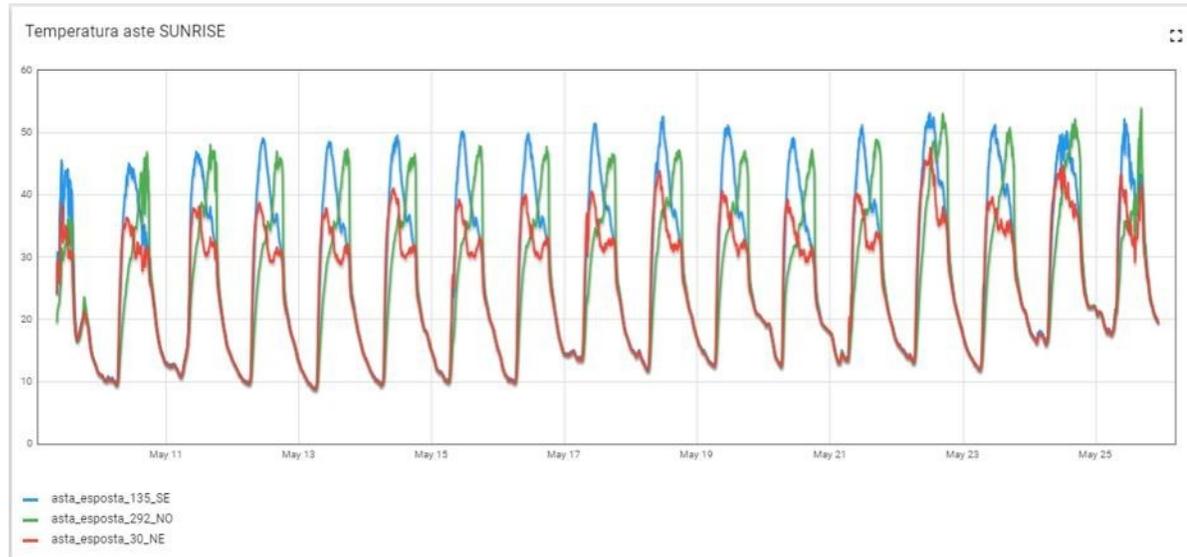
Test sul prototipo



Test temperatura aste
assenza di copertura
plexiglass



Test Temperatura
aste in presenza
di copertura
plexiglass



Check
irraggiamento
tramite
SOLCAST

Dal prototipo al suo modello CFD



Modello geometrico dal CAD

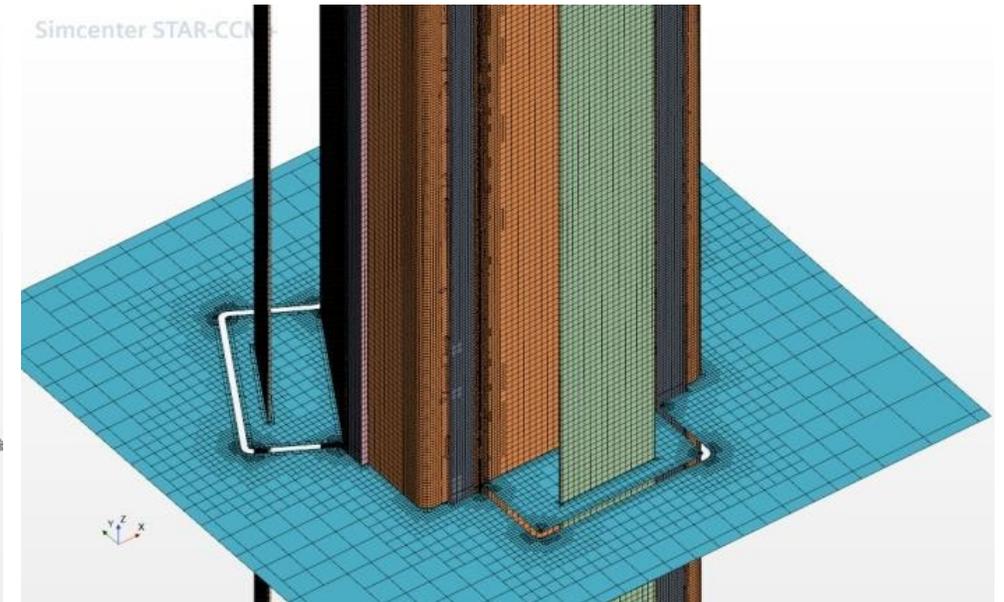
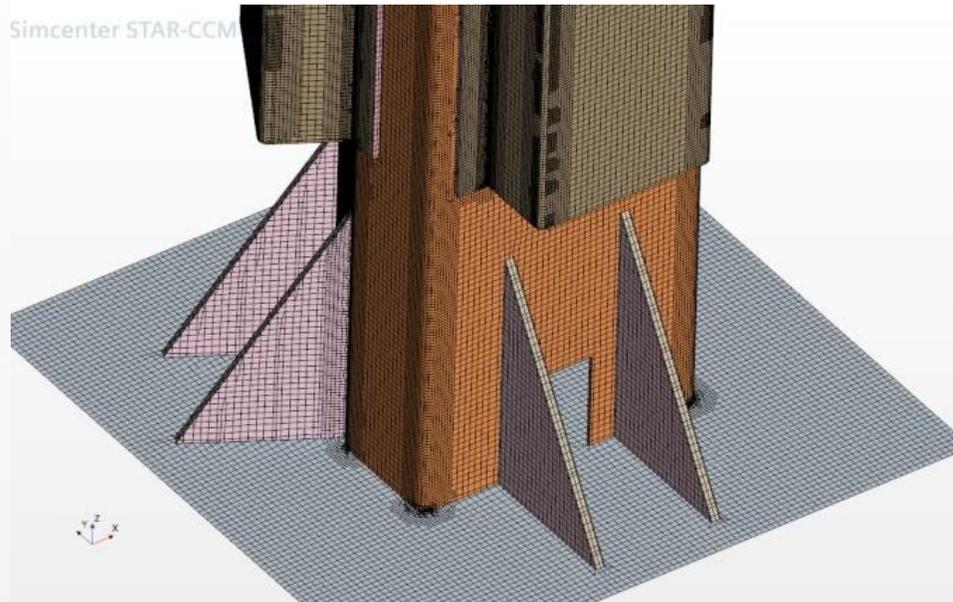
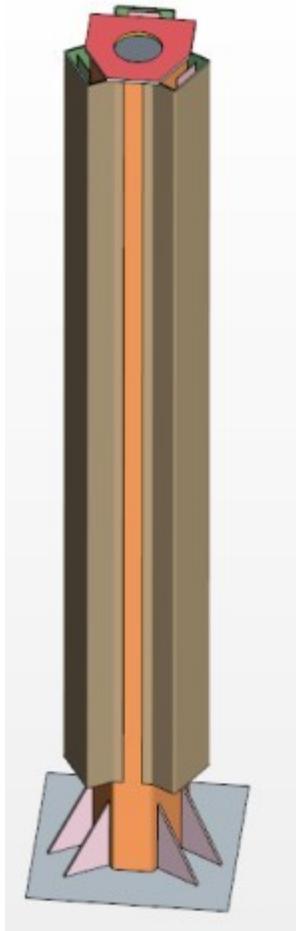
Un primo modello geometrico CFD e` stato prodotto direttamente a partire del file .stp di CAD:

- Sono stati eliminati tutti pezzi piccoli, i bulloni, la parte superiore del meccanismo attuatore.
- Sono stati tappati i buchi lasciati con procedure interne al software CFD (STARCCM+).
- Sono state eliminate alcune doppie pareti residue.
- I pezzi rimasti sono:
 - Il tronco
 - La piastra sovrastante al tronco
 - La piastra di appoggio del tronco
 - Tre aste, anche dette attuatori
 - Tre paraventi.

Per i scopi del modello CFD, è totalmente inutile, e sarebbe anche proibitivo, avere una descrizione dettagliata del pannello sovrastante, in quanto serve solo per il suo effetto ombra. Un semplice pannello rettangolare è sufficiente e perfettamente in grado di riprodurre tale effetto.

Dal prototipo al suo modello CFD

Dal prototipo al suo modello CFD



Prototipo costruito dal disegno CAD. Sinistra: base ripulita dai componenti non utili al modello CFD. Centro e destra: illustrazioni della griglia computazionale.

Dal prototipo al suo modello CFD



Dal prototipo al suo modello CFD



Un modello geometrico per la CFD è stato quindi assemblato e una griglia computazionale elaborata. Purtroppo, questa griglia è composta da 8.3 M volumi ed è troppo grossa per essere comodamente sfruttata. La causa principale del numero eccessivo di celle viene dalle smussature del tronco e dei paraventi, che richiedono una discretizzazione molto fine su tutta la loro lunghezza. Non si può procedere ad una discretizzazione grossolana perché in quella condizione, si perderebbe un buon contatto fra la griglia per l'aria e quella per le strutture, dovuto alla sottigliezza di queste ultime. Non si può neppure rinunciare alle strutture che hanno un ruolo importantissimo nel trasporto sia conduttivo che radiativo del calore necessario per catturare la temperatura degli attuatori.

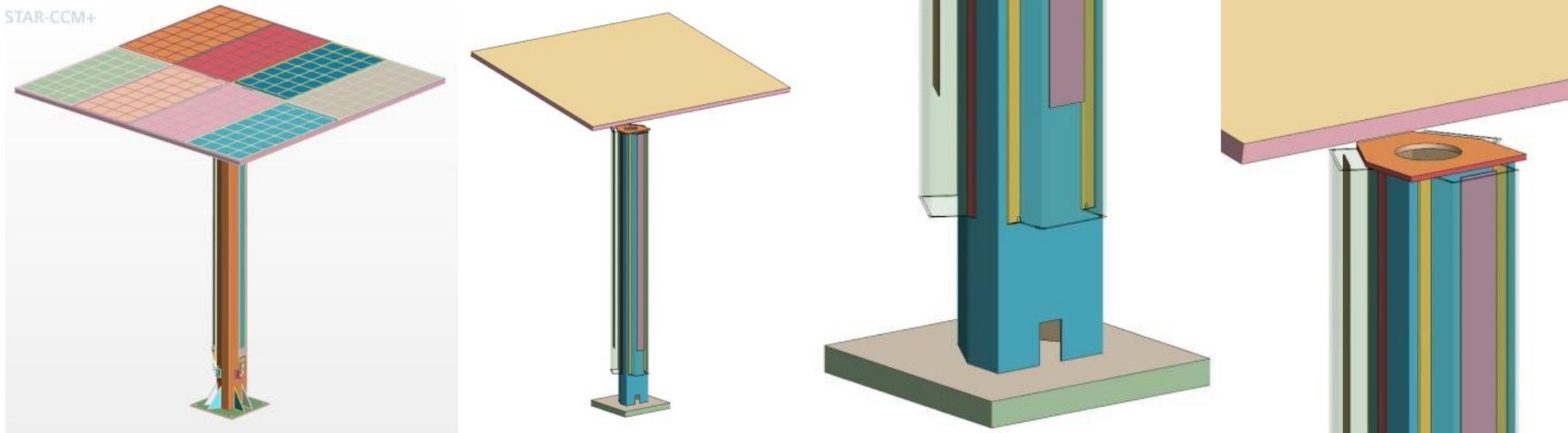


Questo modello geometrico CFD è stato quindi tralasciato. E' però servito per le misure come modello di riferimento ad un modello ricostruito da capo con il CAD CFD rimuovendo le smussature.

Dal prototipo al suo modello CFD

Dal prototipo al suo modello CFD

Un modello geometrico per la CFD è stato quindi ricostruito da capo: la griglia si riduce da 8.3M a 1.1M.

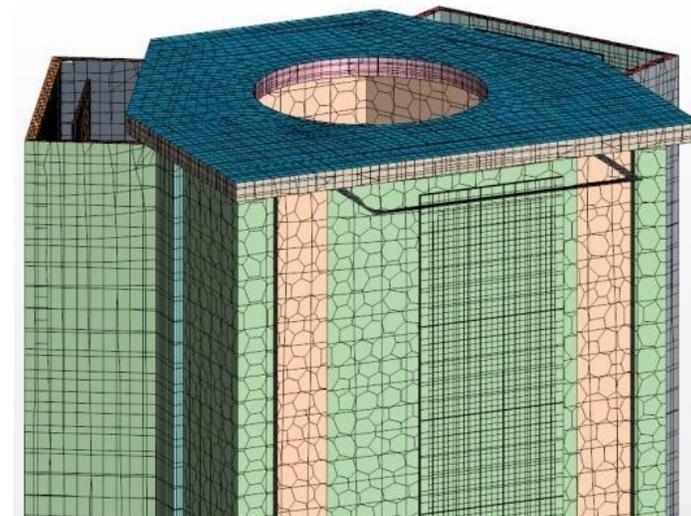
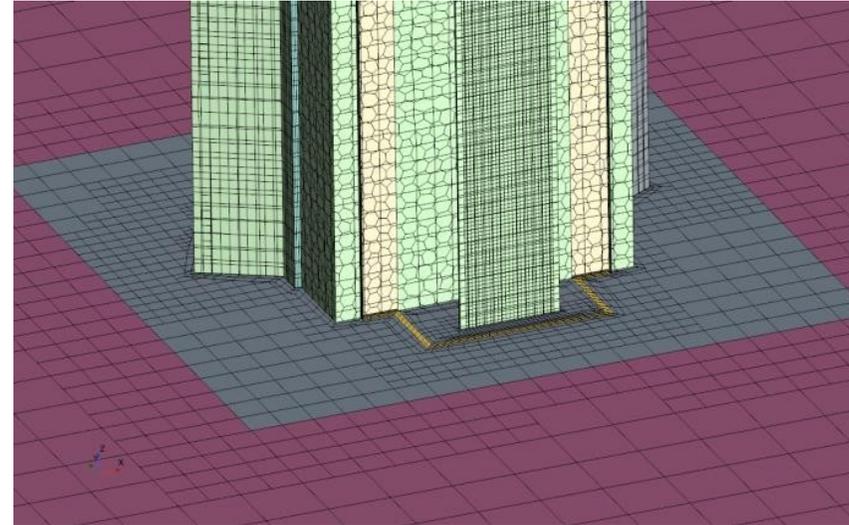
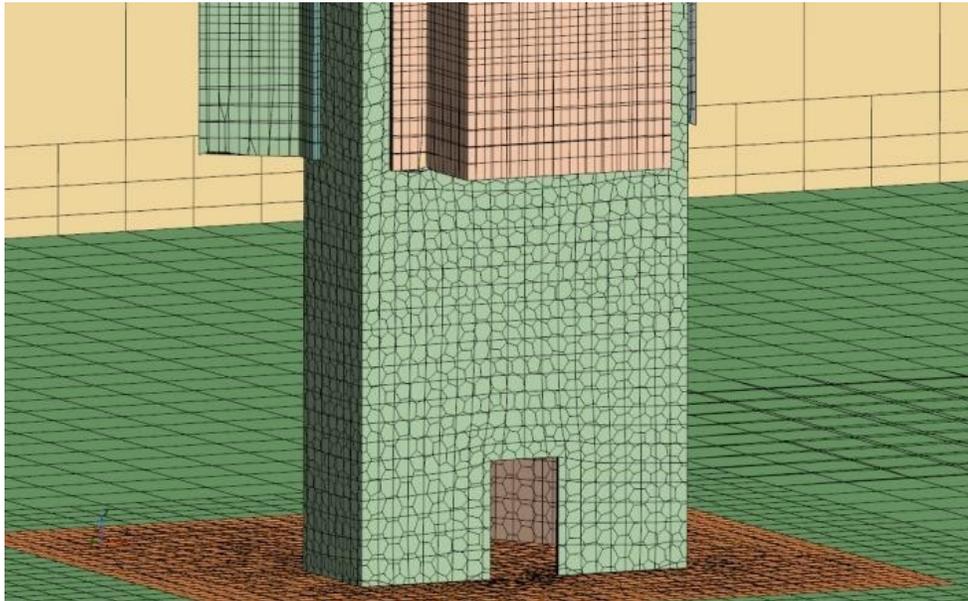


A destra il modello CAD del prototipo ; centro e sinistra la sua controparte CFD.

Dal prototipo al suo modello CFD

Dal prototipo al suo modello CFD

Un modello geometrico per la CFD è stato quindi ricostruito da capo: la griglia si riduce da 8.3M a 1.1M.



Griglia computazionale con tracia delle pareti non conformali.

Dal prototipo al suo modello CFD



Dal prototipo al suo modello CFD

Modello fisico

Materiali:

Piastra di supporto, tronco e piastra sovrastante in acciaio

Aste e pannello in alluminio.

Pavimentazione di cemento (spesso 5 cm).

Paraventi in plexiglas.

Il modello di irraggiamento prende in conto quattro componenti:

- L'irraggiamento diretto dal sole
- L'irraggiamento indiretto dal sole
- L'irraggiamento da corpo nero dalle superfici solide
- L'irraggiamento da corpo nero ambiente, proveniente dalle superficie trasparenti esterne del dominio computazionale.

Modello di irraggiamento multiband:

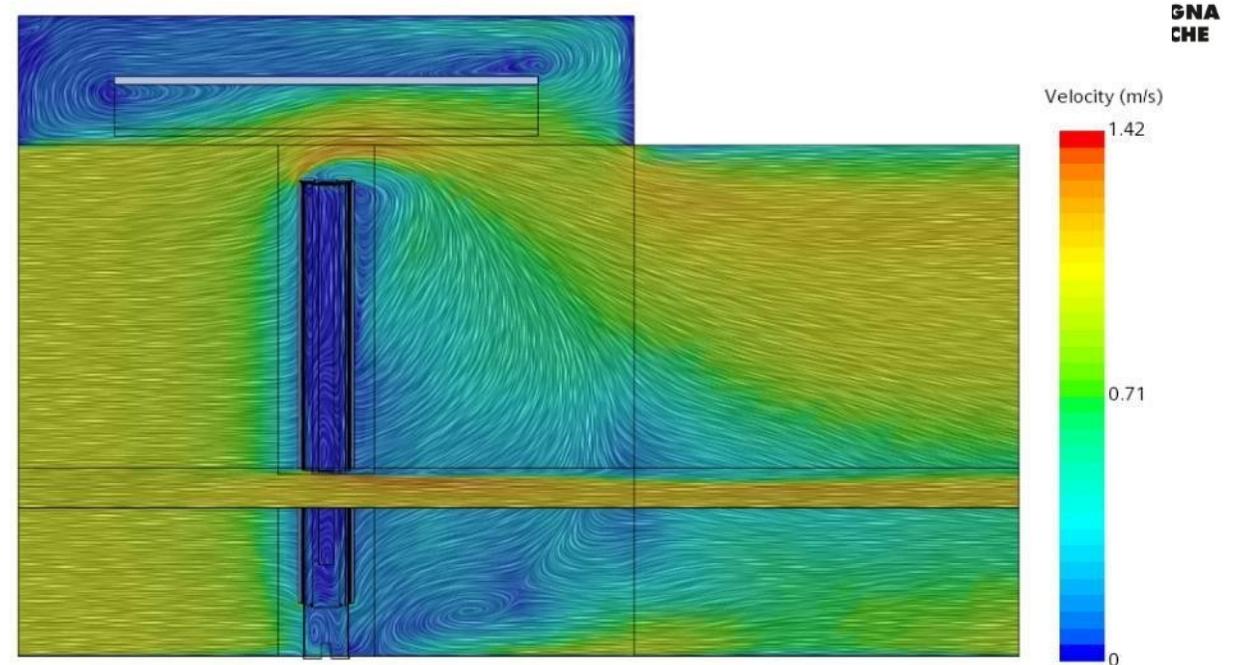
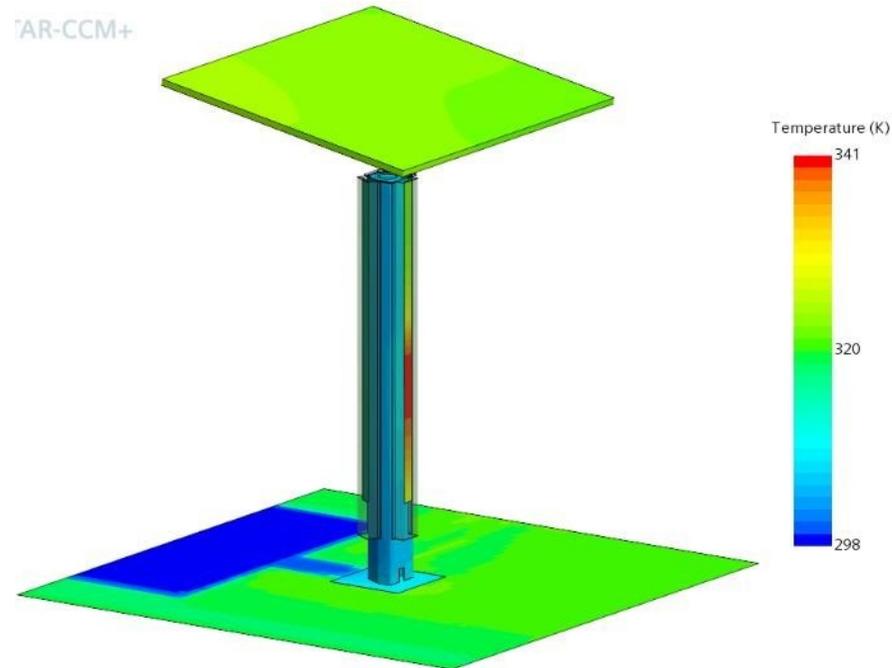
Due bande: Solare/Termico separate a 2500 nm.

Il plexiglas viene considerato opaco nel termico con emissività 0.8.

Dal prototipo al suo modello CFD

Dal prototipo al suo modello CFD

Caso di riferimento



Il punto più importante è la temperatura media su ciascuna delle aste, ossia:

- Asta Est: 318.8 K
- Asta Sud: 331.4 K
- Asta Ovest: 313.0 K.

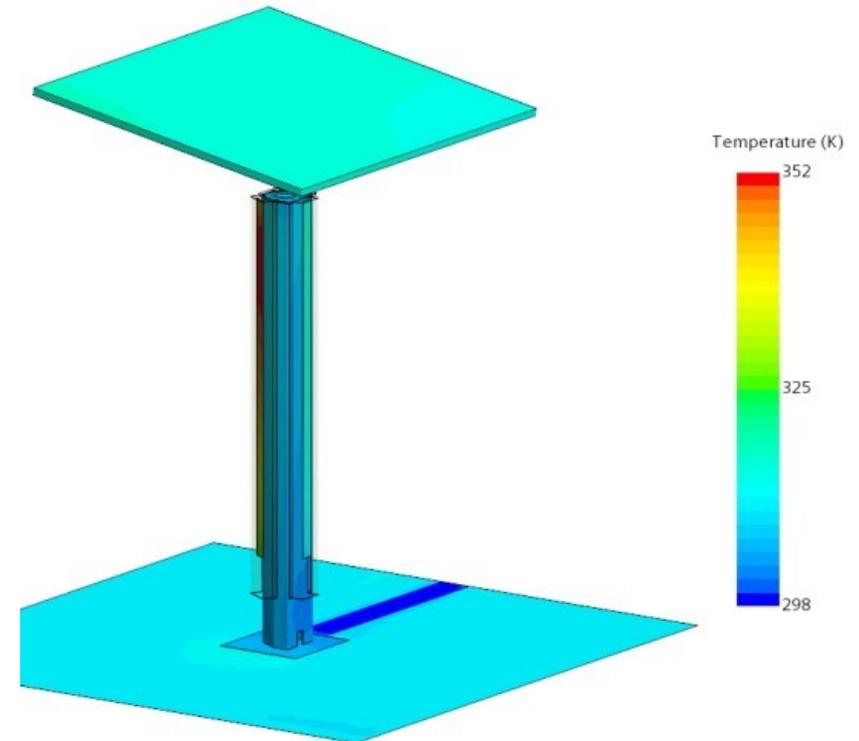
Dal prototipo al suo modello CFD

Dal prototipo al suo modello CFD

Effetto del vento in presenza di paraventi

In questo studio guardiamo l'effetto della direzione del vento. Infatti, usando la simmetria del modello CFD, piazziamo il sole ad Est poi ad Ovest, alzato di 30 gradi, con vento sempre da Ovest ad 1m/s. L'ombra dovuta al pannello diventa trascurabile e ci aspettiamo temperature medie massime delle aste decisamente più alte.

Si vede un differenziale di 6.6 gradi per l'asta calda a secondo se sta faccia a o sotto il vento. Per l'asta fredda, questo differenziale si abbassa a 4.1 gradi. Il differenziale fra Est e Ovest somma i due precedenti ed è di 40.4 K in un caso e di soli 29.7 K nell'altro caso.



Dal prototipo al suo modello CFD



Dal prototipo al suo modello CFD

Effetto di alcune varianti

Oltre a venti più forti (5 e 10m/s), si è guardato a diversi valori del DNI, a paraventi con riflessività solare a 0.1 o 0.2 (sporco) ed a emissività termica delle aste a 0.6 o 0.3. Quest'ultimo caso porta ad incrementi notevoli di temperatura ma richiederebbe vernici speciali con proprietà molto particolari.

In generale, il differenziale di temperature non supera i 30 K.

Dal prototipo al suo modello CFD



Dal prototipo al suo modello CFD

Confronto con dati sperimentali

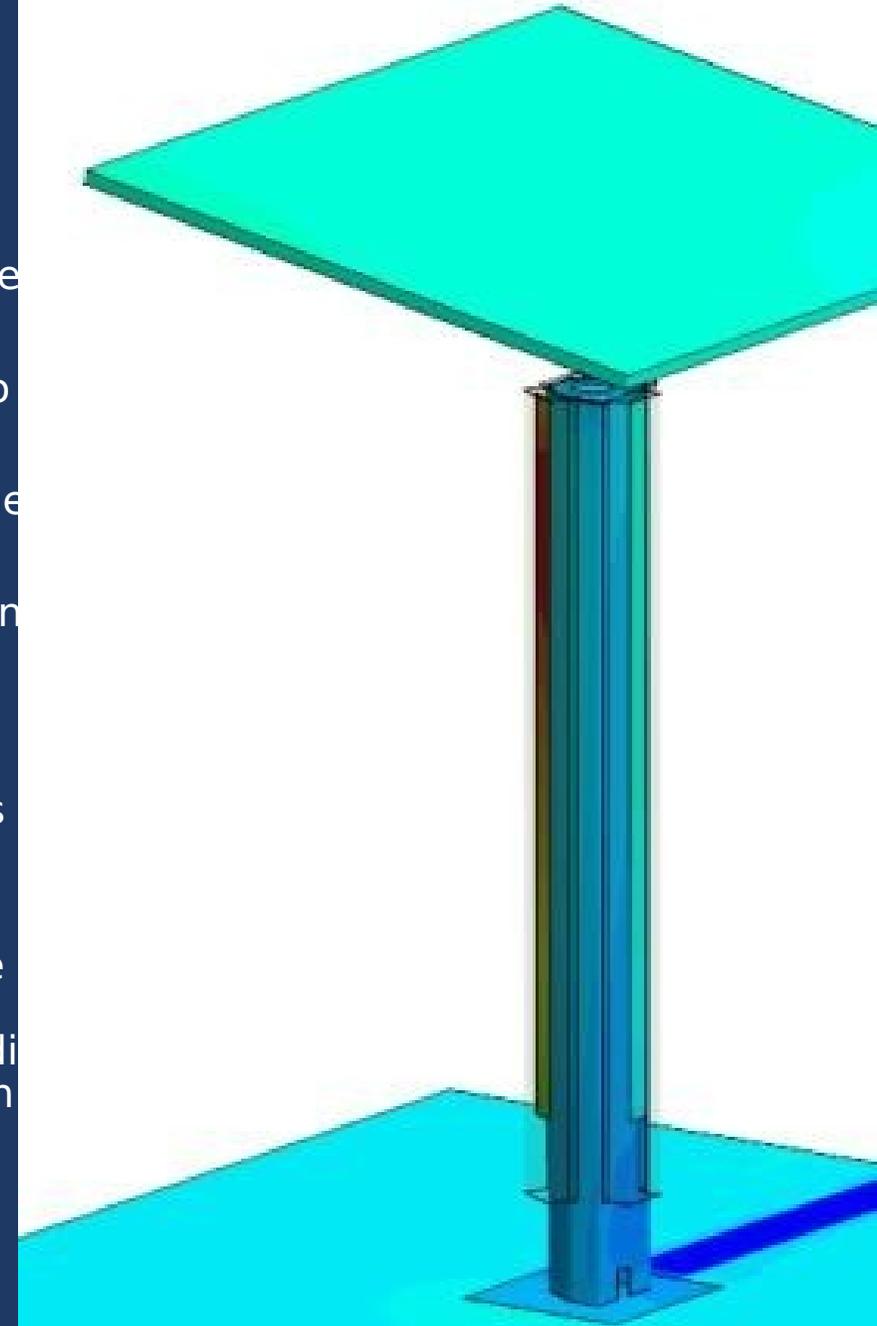
Un confronto diretto con dati sperimentali non è totalmente possibile in quanto:

- Il vento non è costante
- Il vento locale è perturbato da la struttura vicina
- La struttura sembra provocare forte riflessioni direzionali.
- Non si sa il livello di sporcizia dei componenti, a seguito di piogge magari cariche di sabbia del deserto come spesso accade da queste parti.

Tenendo conto di queste limitazioni, dalla selezione di alcuni dati sperimentali, appare che quando le condizioni ambientali sono buone, allora il differenziale di temperatura delle aste sfiora il 20 gradi, in linea con quanto aspettato.

CONCLUSIONI

- Il Sistema di inseguimento solare è stato progettato, costruito per validarne la fattibilità
- Durante le fasi di montaggio si è riscontrato un problema di stabilità dovuto al peso della struttura di supporto dei pannelli.
- Il sistema è stato testato senza supporto di pannelli per validarne comunque la bontà
- I risultati ottenuti confermano i dubbi costruttivi e vincolano il sistema ad una realizzazione con materiali speciali che mantengano la capacità di respingere vincoli di trazione e di compressione anche se sottoposti a dilatazione significativa.
- Un altro punto significativo riguarda la copertura con i pannelli al plexiglass che sono risultati di notevole aiuto e potrebbero essere riproposti in una versione aggiornata del sistema.
- In conclusione, il sistema pensato e realizzato non potrà essere realizzato e commercializzato allo stato attuale nel settore di riferimento pensato all'inizio del progetto. I possibili campi di utilizzo prevedono una struttura di dimensioni più significative e di costo di realizzazione molto più elevato. Un possibile campo di esplorazione potrebbe essere quello delle colonie spaziali.





CONTACTS

PROMOTING A JUST TRANSITION
TO GREEN HYDROGEN IN AFRICA

 stamtech.com

 [STAM S.r.l](#)

 [Stam_Tech](#)

 [stam_tech](#)

stamtech.com