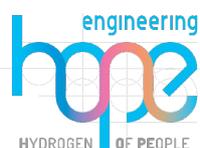


PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO
LOCALITA' CASCINA POMPOGNO
COMUNI DI BARENGO E BRIONA NELLA PROVINCIA DI NOVARA
E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN
DENOMINAZIONE IMPIANTO - PVA001 CAMERONA
POTENZA NOMINALE - 43.1 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

PROGETTAZIONE E SIA



HOPE engineering
ing. Fabio PACCAPELO
ing. Andrea ANGELINI
arch. Gaetano FORNARELLI
arch. Andrea GIUFFRIDA
ing. Francesca SACCAROLA

PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

ing. Roberto DI MONTE

AGRONOMIA E STUDI COLUTRALI



dott. agr. Mauro CERFEDA
dott. agr. Davide CERFEDA
dott. agr. Marco MASCIADA

STUDI SPECIALISTICI E AMBIENTALI



AMBIENTE & PAESAGGIO

Ambiente & Paesaggio
dott. agr. Ivo RABBOGLIATTI
dott. agr. Fabrizio BREGANNI
dott.ssa Valeria GOSMAR
dott. geol. Palo MILLEMACEI

ARCHEOLOGIA

dott.ssa Elena POLETTI

COLLABORAZIONE SCIENTIFICA

UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLE PRODUZIONI VEGETALI SOSTENIBILI
prof. Stefano AMADUCCI

PD.R.1 RELAZIONI GENERALI

R.1.4 Progetto delle aree agrivoltaiche sperimentali, relazione descrittiva

Scala

REV.	DATA	DESCRIZIONE
	06-23	prima emissione



INDICE

1	SISTEMA AGRIVOLTAICO SPERIMENTALE SU TENSOSTRUTTURA	2
1.1	INTRODUZIONE	2
1.2	LA CANOPEA	2
2	LE TENSOSTRUTTURE	3
2.1	MODELLO PRODUTTIVO	4
2.1.1	<i>Uso del suolo</i>	4
2.1.2	<i>Sistema fotovoltaico</i>	4
2.2	CANOPEA – LATO SUPERIORE	5
3	MODELLO SOLARE	6
3.1	IL MODULO	6
3.2	MODELLO PER IL CAMBIAMENTO CLIMATICO	6
3.2.1	<i>Controllo climatico</i>	6



1 SISTEMA AGRIVOLTAICO SPERIMENTALE SU TENSOSTRUTTURA

1.1 INTRODUZIONE

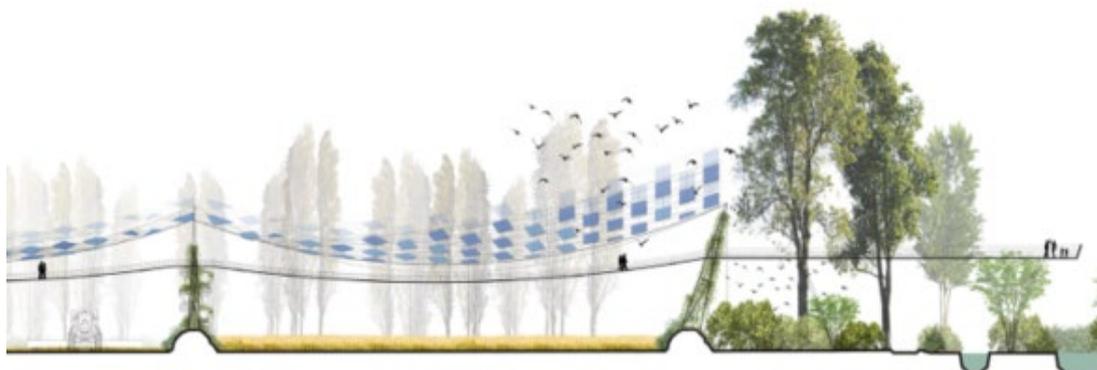
Il sistema agrivoltaico proposto è costituito da una tensostruttura a maglia triangolare o quadrangolare, posta ad un'altezza minima di 4 m da terra. Questa struttura di supporto ospita una maglia di cavi tensionati, sui quali sono ancorati i pannelli fotovoltaici. Questo sistema costituisce una sorta di canopea, che da un lato produce energia elettrica e dall'altro fornisce schermatura e protezione alle colture sottostanti.



1.2 LA CANOPEA

L'immagine che ci ha guidato nel progetto è quella della canopea di una foresta. La canopea di una foresta protegge l'ecosistema sottostante, mitiga gli effetti della temperatura e controlla il microclima.

La canopea fotovoltaica può apportare funzioni simili alla risaia. La risaia ha inoltre un effetto visivo unico, dato dalla presenza di uno specchio d'acqua al suolo. L'acqua riflette il cielo. Allo stesso tempo i pannelli fotovoltaici riflettono l'acqua. Questo gioco di riflessioni crea effetti visivi unici, fondendo insieme il cielo, lo specchio d'acqua e la canopea.



2 LE TENSOSTRUTTURE

Il modello strutturale di A-Grid è basato su una tensostruttura. Dopo un'analisi sullo stato dell'arte dei sistemi costruttivi disponibili nel campo dell'agrivoltaico la nostra scelta è ricaduta sulle tensostrutture.

Questa tipologia di strutture ha un grande potenziale di sviluppo e di definizione di geometrie integrate nel paesaggio.

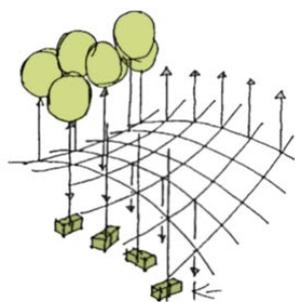
Le ragioni di questa scelta sono:

1. utilizzo di materiali leggeri nella parte sospesa da terra;
2. ridotto impatto visivo della struttura di supporto;
3. geometrie catenarie, con migliore integrazione nel paesaggio;
4. minor uso di materiali e impatto ambientale ridotto;
5. geometria adattabile al sito di progetto;
6. maggior distanza tra i supporti e minor numero di pilastri;
7. minore occupazione di suolo e maggior superficie dedicabile alle colture;
8. minor interferenza con le attività agricole;
9. integrabilità con agrotessili;
10. integrabilità con sistemi di precision farming.

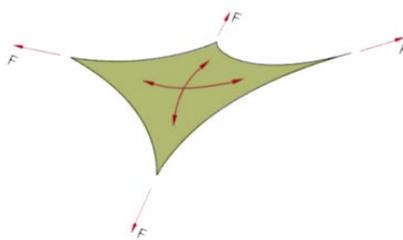
Fare agricoltura nell'epoca del cambiamento climatico vuol dire fare largo uso di sistemi di protezione delle colture da diversi fattori ed eventi estremi (pioggia, grandine, insetti, radiazione solare, vento, ...) pertanto sempre più spesso i paesaggi agricoli sono popolati da agrotessili a protezione delle colture stesse.

Le strutture agrivoltaiche progettate hanno il potenziale di integrare nella canopea non solo la produzione da fotovoltaico ma anche differenti tipologie di agrotessile.

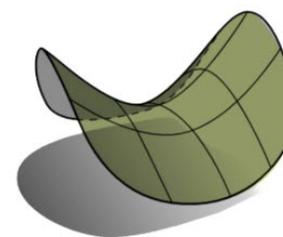
L'utilizzo di una tensostruttura per la canopea, rende possibile avere un'unica geometria per tutti i componenti, definita dalle catenarie e dal form finding, creando un aspetto visuale chiaro e netto.



Creazione di maglia ortogonale



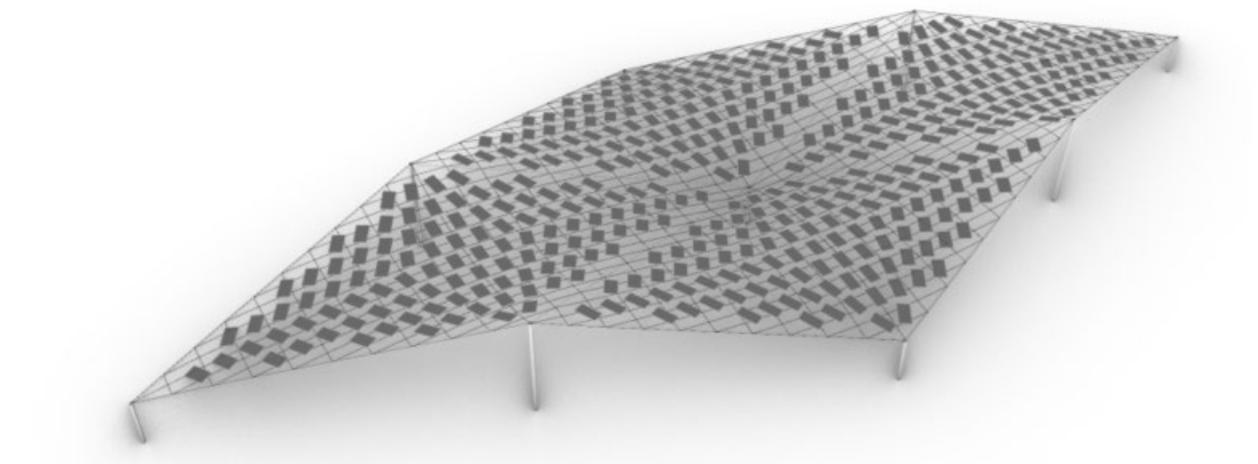
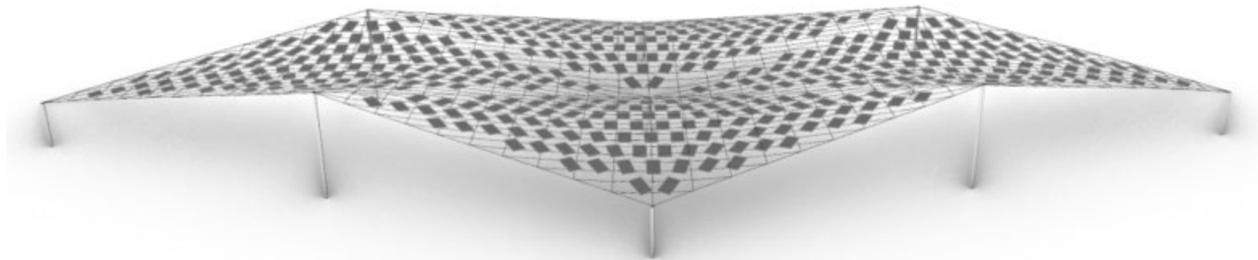
Superficie a curvatura gaussiana negativa



$k < 0$

- Superficie a doppia curvatura
- Curvatura gaussiana negativa
 - Superficie a sella





2.1 MODELLO PRODUTTIVO

2.1.1 USO DEL SUOLO

Si propone un uso del suolo diversificato. Da un lato la parte agricola sarà divisa in lotti, che potranno ospitare diversi tipi di colture, da sperimentare contemporaneamente e su più anni.

L'obiettivo è studiare il comportamento di diversi tipi di colture in relazione all'agrivoltaico, così da definire i sistemi colturali più promettenti per futuri sviluppi.

Il sistema strutturale adottato minimizza l'ingombro al suolo delle strutture. La distanza tra i supporti e il ridotto numero di essi, rendono possibile una grande flessibilità, con la possibilità di adattare il sistema a molti tipi di colture. Il risultato è reso possibile dall'adozione di una tensostruttura come sistema di supporto dei pannelli.

2.1.2 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Il sistema fotovoltaico è composto da array di pannelli, che costituiscono dei cluster omogenei in termini di potenza installata e configurazione delle stringhe.



Le due aree sperimentali in oggetto sono localizzate a Nord dell'impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a circa 43,1 MW ricadente sui territori comunali di Barengo e Briona nella Provincia di Novara (NO), fiancheggiando rispettivamente il lotto 4 CAMPO POMPOGNO ed il lotto 5 CAMPO FONTANA.



La potenza installabile nelle due aree sperimentali risulta di circa 500 kWp, suddivisa secondo la tabella seguente:

SCHEMA POTENZE DI CAMPO					
	stringhe	moduli	potenza modulo [kW]	potenza installata [kW]	Lotto di appartenenza
Area sperimentale 1	17	408	0,715	292	Lotto 4 Campo Pompogno
Area sperimentale 2	12	288	0,715	206	Lotto 5 Campo Fontana

La suddivisione della potenza è stata eseguita secondo un criterio di diponibilità delle aree in termini di superficie, la quale risulta per l'area sperimentale 1 di circa 4.560 mq e per l'area sperimentale 2 di circa 4.115 mq.

Le 17 stringhe da 24 moduli dell'area sperimentale 1 saranno collegate agli ingressi CC dell'Inverter appartenente al Power skid SMA localizzato in cabina S4_1 preposto alla conversione dell'energia elettrica in CA relativa all'intero lotto 4 Campo Pompogno.

Le 12 stringhe da 24 moduli appartenenti all'area sperimentale 2 saranno collegate agli ingressi CC dell'Inverter appartenente al Power skid SMA localizzato in cabina S5_1 preposto alla conversione dell'energia elettrica in CA relativa all'intero lotto 5 Campo Fontana.

2.2 CANOPEA – LATO SUPERIORE

Nella vista a volo d'uccello il sistema genera un effetto non geometrico, dato dalla disposizione randomica dei pannelli sui cavi tensionati. Ciò produce un alto livello di omogeneizzazione dei pannelli con l'immagine del sistema agricolo sottostante.

In questo modo si evita la sovrapposizione di una geometria artificiale data dalla sovrapposizione di array fotovoltaici ordinari ai campi agricoli.



3 MODELLO SOLARE

Il design del sistema è basato sull'assunto che, tenendo sotto stretto controllo dell'efficienza dei pannelli, è possibile modellare delle geometrie armoniche, disponendo i pannelli ad orientamento differenziato. Considerando come riferimento un array ottimizzato, ad orientamento fisso di 37°, è stato possibile progettare un sistema con superfici a curvatura variabile, raggiungendo una efficienza complessiva della produzione fotovoltaica del 92%.

Una matrice di calcolo ci permette di mappare la produttività dei pannelli a differente orientamento. Le scelte progettuali che hanno condotto a questo risultato sono le seguenti:

- Stringhe con orientamento di tilt da 3° a 20°;
- Rotazione planare dei pannelli da 0° a 30°, al fine di determinare un effetto visivo variabile;
- LAOR da 12 a 40 %;
- LAOR medio del 23 %;
- 3 stringhe in ogni modulo del sistema;
- 9 stringhe per ogni inverter;
- Inverter con 9 MPPT e 18 inputs.

La distribuzione dei pannelli è omogenea e garantisce un ombreggiamento al suolo ben distribuito.

Le colture sottostanti, pertanto, non avranno differenze di accrescimento dovute ad ombreggiamento differenziato.

3.1 IL MODULO

Il modulo è il componente minimo del nostro sistema. È composto da una “vela” di tensostruttura di geometria triangolare, definita da un perimetro di cavi portanti, ai quali sono collegati i cavi secondari, ai quali sono agganciati i pannelli fotovoltaici.

Il sistema di cavi tensionati in quota poi scarica a terra i carichi mediante dei pali in acciaio zincato e tiranti di controventamento e irrigidimento.

3.2 MODELLO PER IL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Il progetto è pensato per sperimentare una risposta possibile alla drammatica situazione provocata dal cambiamento climatico nell'area di progetto.

Per fare ciò abbiamo redatto uno studio climatico simulato dello scenario climatico da qui a 30 anni.

Il centro del sistema è la struttura di copertura tensile, che permette l'implementazione di differenti funzioni accessorie.

L'obiettivo è di mitigare l'impatto delle condizioni meteo estreme e di dare l'opportunità di coltivare anche in queste condizioni estreme.

3.2.1 CONTROLLO CLIMATICO

Il sistema di pannelli su cavi tensionati fornisce i seguenti servizi microclimatici:

- riduzione della temperatura al suolo;
- diminuzione dell'evapotraspirazione;
- attenuazione dei picchi di temperatura;

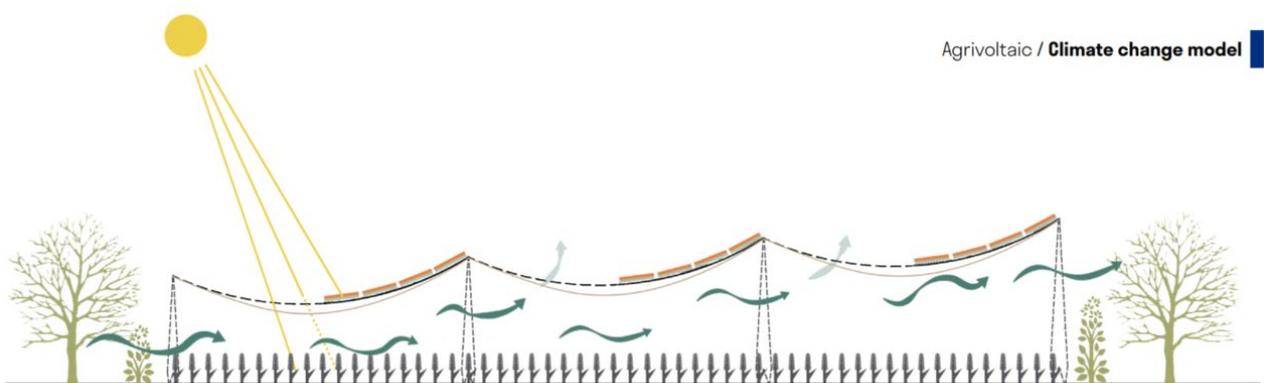
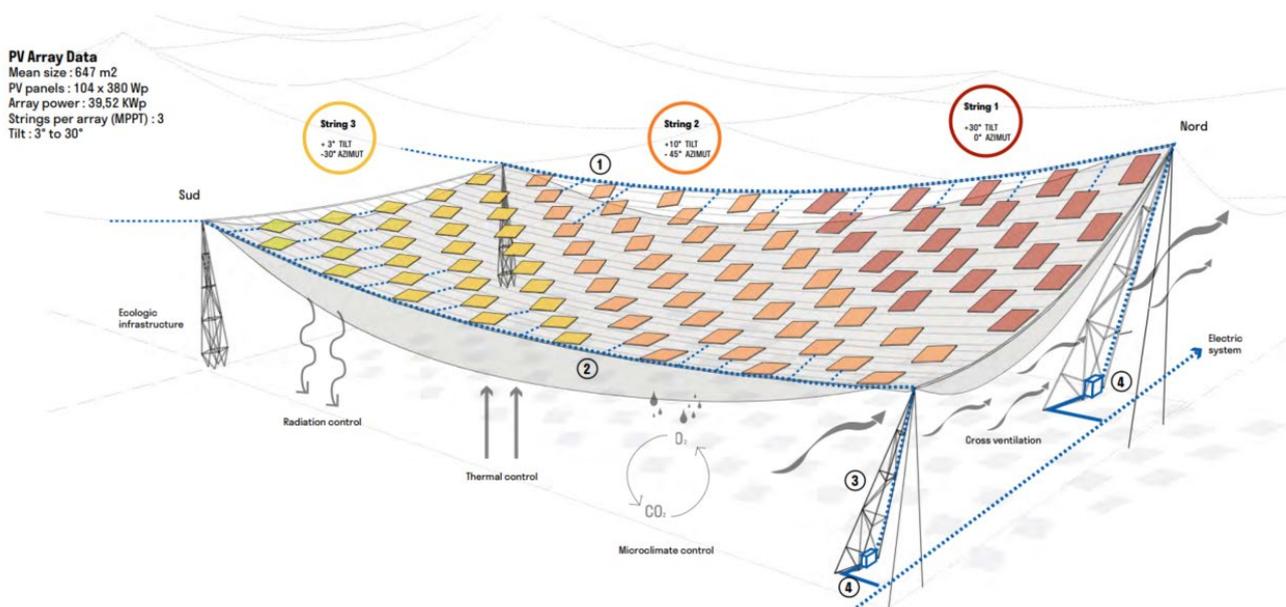


Il sistema prevede altresì l'installazione di altre componenti opzionali che possono potenziarne la funzione, in particolare:

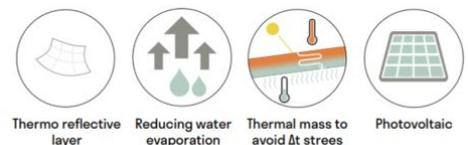
- installazione di agrotessili integrati nella tensostruttura, con funzioni quali antigrandine, controllo termico, antinsetto;
- sistemi di irrigazione di precisione a sprinkler;
- sistemi di water storage.

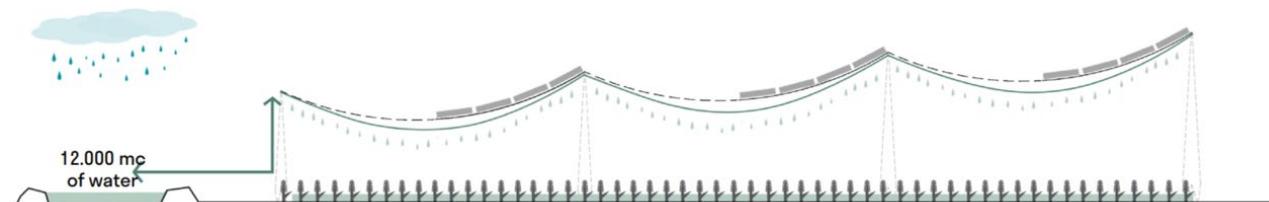
Il modello proposto permette di integrare tutte queste funzioni in un'unica geometria, creando un manufatto di grande impatto visivo, che ben si integra nel paesaggio.

La combinazione delle tecnologie proposta permette una riduzione molto significativa dei fabbisogni idrici delle colture.

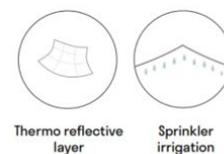


DEVELOPING PHASE





WATER STORAGE



Rice cultivation - water usage				
Irrigation techniques	submersion	mulching sheet	green mulching	Sprinkler
	m3/ha	m3/ha	m3/ha	m3/ha
mean water needs m3/ha	20.000	20.000	20.000	20.000
reduction	0%	50%	25%	65%
Reduced water volume	20.000	10.000	15.000	7.000
Plot surface ha (10000 m2)	0	0	9	0
Total water needs for the plot	100.000	80.000	135.000	56.000
Water storage in the plot m3/ha				10.000

