



**Politecnico  
di Torino**

## Politecnico di Torino

Design e Comunicazione Visiva  
A.A. 2021/2022  
Sessione di Laurea Luglio 2022

### **Via col vento**

Una soluzione progettuale volta all'integrazione  
in ambito urbano di dispositivi eolici-solari

Relatori:

Walter Franco

Candidati:

Alberto Sette



**VIA COL  
VENTO**   
LASCIATI TRASPORTARE



*Ringrazio il mio relatore Prof. Walter Franco e l'amministratore delegato di MDN Energy Ing. Marcello de Luca, per l'attenzione, la disponibilità e il coraggio che mi hanno trasmesso nell'affrontare questa tesi di laurea.  
Ai miei familiari, la mia fidanzata e amici stretti, che hanno sempre trovato il modo di motivarmi durante il mio percorso accademico.*

# INDICE

7	Premessa
8	Introduzione
9	1. Energie rinnovabili
10	1.1 Sostenibilità
12	1.2 L'energia eolica
26	1.3 L'energia solare
36	1.4 L'energia solare eolica
42	1.5 Comunità energetiche
53	2. Metaprogetto
54	2.1 La committenza
57	2.2 Briefing
60	2.3 Tessere relazioni
70	2.4 Ricerca dei bisogni
73	2.5 Casi studio
78	2.6 Personas

80	2.7 Concept
95	<b>3. Design della pensilina</b>
96	3.1 La turbina
98	3.2 La pensilina
106	3.3 Area verde
112	3.4 resa energetica
115	3.5 Comunicazione
122	3.6 Gestione del servizio
126	3.7 Paesaggistica
134	<b>4. Considerazioni finali</b>
135	4.1 Scenari secondari
140	<b>Conclusioni</b>
141	<b>Bibliografia e sitografia</b>
145	<b>Iconografia</b>

# Premessa

Il 14 Luglio 2021 l'Unione Europea, al fine di accelerare il processo di riassetto in seguito alla pandemia da SARS-CoV-2, ha siglato il "Green Deal", che si prefigge l'obiettivo di un "continente ad emissioni zero" entro il 2050, ovvero che la quantità di CO<sub>2</sub> immessa nell'atmosfera non superi le capacità di assorbimento da parte dell'ambiente.

Uno dei settori toccati è inevitabilmente quello dei trasporti e della produzione energetica. L'obiettivo ultimo è quello della decarbonizzazione incentivando l'utilizzo di energia elettrica derivante da fonti rinnovabili e sistemi di trasporto a zero emissioni come i veicoli elettrici.

In Italia al momento solo il 31% dell'energia deriva da fonti rinnovabili con il fotovoltaico e l'eolico, idroelettrico e geotermico, il 51% da impianti termici a combustibile fossile e il restante 12 % viene acquistato dall'estero.

L'obiettivo prefissato entro il 2050 di azzerare le emissioni di CO<sub>2</sub> sembra davvero ambizioso in quanto l'adozione di veicoli elettrici non basterà a ridurre le emissioni nel nostro paese quando questi utilizzeranno energia derivante dalla combustione di carbon fossile.

I sistemi rinnovabili come l'eolico e il fotovoltaico, potranno far fronte al divario energetico che viviamo dovuto alla concentrazione eterogenea delle risorse fossili sul nostro pianeta, inevitabile causa di conflitti geopolitici e militari, nonché causa della distruzione dell'ecosistema.

# Introduzione

Il progetto “Via col vento, nato dalla collaborazione del Politecnico di Torino con la Start-Up Palermitana Mediterranean Design Network, ha l’obiettivo di trovare soluzioni progettuali per l’integrazione di sistemi eolici e solari nel contesto urbano, con particolare attenzione al dato paesaggistico.

La ricerca di una pubblica amministrazione desiderosa di collaborare in questa progettazione e che avesse i requisiti geografici atti ad un utilizzo efficiente della tecnologia, mi ha fatto prendere contatto con il comune di Balestrate, piccola cittadina di poco più di 6000 abitanti, stanziata nel golfo di Castellamare in provincia di Palermo.

I bisogni trasmessi dal comune hanno aperto la via a tre macro tematiche progettuali, ovvero: il problema energetico, idrico e quello turistico.

La pensilina eolica solare “Via col vento”, fa fronte a questi tre bisogni del comune, prestandosi in aiuto al moto di riqualificazione turistica già messo in atto dal Comune.

Il risultati attesi del progetto sono inerenti all’incrementare del flusso turistico nella città, offrendo un servizio di mobilità conforme alle direttive Europee, che sia in grado di semplificare e aprire al più largo numero di soggetti l’utilizzo di questo servizio.

L’introduzione di sistemi microeolici all’interno di Balestrate, si prefigge come inizio ad un processo che porterà il Comune all’istituzione di una comunità energetica, che ha come obiettivo, oltre la condivisione energetica, anche lo scambio di risorse idriche necessarie a far fronte ai periodi di siccità estivi.

# **1. Energie rinnovabili**

**Introduzione al concetto di energia rinnovabile e le sue diverse declinazioni**

# 1.1 Sostenibilità

## Perchè il rinnovabile è sostenibile

Le fonti di energia rinnovabili vengono anche definite inesauribili, in quanto hanno la capacità di rigenerarsi con lo stesso ritmo o a ritmo superiore di quanto le si consumi, o anche perchè presenti in quantità tale nella geosfera, da poter essere indicate con questo termine.

A differenza delle energie fossili, che sono concentrate solo in alcune porzioni della Terra, le energie rinnovabili hanno il pregio di essere equamente distribuite sul nostro pianeta, rendendole una soluzione che potrebbe far fronte al disequilibrio energetico mondiale e facendo fronte alle problematiche geopolitiche e militari contemporanee.

La loro peculiarità è quella di non immettere nell'atmosfera sostanze minacciose per l'ecosistema.

La loro applicazione può effettuarsi sia su larga scala, dando origine a veri e propri siti energetici, oppure su piccola scala, fornendo energia a privati anche laddove questi vivano in zone rurali dove non è presente un allaccio alla rete di distribuzione nazionale [1].



[1] <https://energit.it/che-cosa-sono-le-energie-rinnovabili/>

## Quali energie rinnovabili conosciamo

Buona parte delle fonti di energia rinnovabili sono frutto dell'irraggiamento solare, responsabile dei fenomeni ondosi, ventosi e piovosi. Tuttavia esistono altre fonti di energie rinnovabili.

Potremmo riassumere le energie rinnovabili in 5 categorie:

### Energia solare

Utilizzo della radiazione luminosa per la produzione di energia elettrica o per immagazzinare calore [2].



[2] <https://www.ohga.it/energia-solare-in-italia-quando-il-nostro-paese-arriva-primo/>

### Energia Eolica

Sistemi di turbine in grado di convertire la forza del vento in energia meccanica o elettrica [3].



[3] <https://www.innatura.info/olanda-mulini-a-vento/>

### Energia Geotermica

Sistemi di recupero di calore dal terreno per il riscaldamento delle acque e produzione di energia elettrica [4].



[4] <https://www.rifarecasa.com/dossier/riscaldamen->

### Energia idroelettrica

Sfruttamento del dislivello dell'acqua che si crea in funzione delle piogge per generare elettricità [5].



[5] <https://www.fiscooggi.it/rubrica/giurisprudenza/articolo/reddito-energia-idroelettrica-regole-sono-quelle-dellimpresa>

### Energia Marina

Utilizzo di appositi sistemi per il recupero energeti da fenomeno ondoso e dalle maree [6].



[6] <https://www.scienzaverde.it/energia-marina/>

# 1.2 L'energia eolica

## La sua storia

Per energia eolica si intende l'energia cinetica prodotta dalle correnti d'aria; il loro utilizzo origina un'energia alternativa ai combustibili fossili che non emette alcun tipo di gas o calore nell'atmosfera. Da tempi remoti le applicazioni studiate dagli antichi riguardo l'utilizzo del vento erano molteplici, dal muovere le navi al refrigerare gli edifici, fino alle prime applicazioni meccaniche a ridosso del I secolo d.C., per cui un sistema eolico alimentava un meccanismo.

I primi mulini a vento risalgono al IX secolo, i primi nell'attuale Iran, poi utilizzati in medio oriente, Asia centrale e più tardi anche in Sicilia, dove venivano usati per estrarre l'acqua del mare da riversare nelle saline. Solo a partire dal 1180 vennero introdotti in nord Europa allo scopo di macinare il grano e drenare terreni paludosi come nei Paesi Bassi, famosi per possedere i più grandi mulini dell'epoca.



[7] [https://www.repubblica.it/viaggi/2015/09/11/foto/l\\_antica\\_industria\\_del\\_vento\\_viaggio\\_tra\\_gli\\_antichi\\_mulini\\_del\\_mondo-122676243/1/](https://www.repubblica.it/viaggi/2015/09/11/foto/l_antica_industria_del_vento_viaggio_tra_gli_antichi_mulini_del_mondo-122676243/1/)

[8] <https://www.rgbstock.com/photo/mGBRxD2/OI-d+Windmill+3>

I primi sfruttamenti per generare energia elettrica risalgono al 1887 per merito di James Blyth, un ricercatore Scozzese, che fabbricò il primo esemplare di turbina eolica nel giardino della propria abitazione. Nel 1890 venne utilizzato per la prima volta un sistema eolico in grado di

alimentare una cella elettrolitica per la produzione di idrogeno ed ossigeno.

Nel 1931, Jorge Darresius, un ingegnere aeronautico francese, perfezionò la turbina con un brevetto che prevedeva il primo impiego di profili alari aumentandone l'efficienza e raggiungendo la produzione di 100 Kw per poi essere perfezionata da un suo allievo fino ai 200 Kw [9], [10].



Oggi le turbine eoliche hanno raggiunto dimensioni mastodontiche, riuscendo a generare energia elettrica nell'ordine Megawatt. L'utilizzo di energia eolica è in costante aumento: si pensi a come dal 2000 al 2006 il numero di impianti eolici sia quadruplicato e paesi come la Cina e gli Usa stiano continuando ad investire in questa tecnologia arrivando a produrre, in ordine, 350000 e 270000 Milioni di Kw nell'anno 2018 [11]

[9] <https://www.emarineinc.com/maglev-400w-vertical-axis-wind-turbine-system-clearance>

[10] <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/358-dornier-darrieus-savo-nius-5-5-kwv>

[11] <https://www.enelgreenpower.com/it/learning-hub/energie-rinnovabili/energia-eolica/parco-eolico>



## I suoi numerosi impieghi

L'energia eolica, usata alle origini sfruttando l'energia cinetica del vento come metodo di propulsione per le imbarcazioni, in seguito ha visto la sua applicazione nel mondo della meccanica, integrando questi sistemi per la movimentazione di macchinari, per poi passare alla conversione dell'energia in elettricità per mezzo di turbine. Ora andremo ad analizzare quali sono state nello specifico le sue applicazioni, dal passato al presente, una serie di concept innovativi per sfruttare questa energia.

### La barca a vela

Rappresenta uno dei più antichi sistemi di trasporto marittimo conosciuti. Consiste nell'applicare un pezzo di tela o altro materiale opportunamente sagomato all'albero maestro dell'imbarcazione: la resistenza che il vento esercita sulla vela ne permette l'avanzamento. I primi esempi di questa tecnologia arrivano dall'Egitto, dove si utilizzava questo mezzo di navigazione già dal 6000 a.c. In seguito questi insegnamenti si diffusero tra i grandi popoli del Mediterraneo, Fenici, Arabi e Greci [13].



[13] [https://www.mozaweb.com/it/Extra-Scene\\_3D-Antica\\_barca\\_a\\_vela\\_egi-](https://www.mozaweb.com/it/Extra-Scene_3D-Antica_barca_a_vela_egi-)

Il primo tipo di vela era di forma quadrata; la sua forma permetteva di navigare vigorosamente con vento a favore ma risultava totalmente inutile in caso contrario. Per questo nel corso della storia la forma della vela è stata oggetto di continui studi al fine di migliorarne la sua efficienza anche nell'atto di risalita delle correnti d'aria. La vela triangolare o "Latina", riuscì in questo intento, rimanendo protagonista per tutto il periodo della navigazione a vela, tra il XVI al XIX. In seguito vennero prodotte vele ancor più efficienti, come la vela Aurica, il fiocco e la rada.

### **Il mulino a vento**

Si pensa che questo sistema sia stato introdotto per la prima volta in Siria intorno all'anno 1000. La leggenda narra che spaventò gli abitanti locali che lo scambiarono per un mostro. Le prime testimonianze in Europa si aggirano attorno al 1180 in Normandia per poi trovare rapida diffusione in Francia, Inghilterra, Olanda ed in seguito in tutta Europa. L'installazione di queste macchine ebbe enorme fortuna in quanto le leggi medievali dell'epoca avevano formulato il "diritto all'acqua" senza contemplare il diritto all'aria. In Italia non ebbe la stessa fortuna, contando solo poche installazioni, tra le quali sopravvivono quelle presso le saline Siciliane, utilizzate per il pompaggio idrico.

Il meccanismo dei mulini a vento è pressochè identico a quello dei mulini ad acqua; l'ovvia differenza è che nel mulino ad aria si cattura la forza cinetica dell'aria e non dell'acqua, attraverso un sistema di pale che mette in moto un albero di trasmissione che a sua volta va ad animare i più svariati meccanismi. Di fatto i mulini a vento nell'antichità venivano utilizzati per i più disparati lavori, come la segheria, i frantoi di minerali, farine, olive e cereali, il maglio, considerato come un grosso sistema martello-in-

itudine per battere il ferro, in ambito tessile, nella carteria e nei sistemi idrici [14].



### La turbina eolica

Alla fine del 1887 si ebbe la prima intuizione di sfruttare l'energia cinetica del vento convertendola in energia elettrica. I primi tentativi dai risultati incoraggianti vennero seguiti da una serie di studi inerenti la forma e il profilo alare delle turbine, ottimizzandone sempre di più l'efficienza fino ai giorni d'oggi. Tendenzialmente esistono due diversi tipi di turbina, ad asse verticale ed ad asse orizzontale che approfondiremo più avanti [15].



[14] [https://www.repubblica.it/viaggi/2018/02/14/news/mulini\\_d\\_europa-188821480/](https://www.repubblica.it/viaggi/2018/02/14/news/mulini_d_europa-188821480/)

[15] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118308153>

### Parchi eolici

Si definiscono in questa maniera i grandi appezzamenti terrieri nei quali è contenuto un certo numero di pale eoliche opportunamente disposte ad una certa distanza le une dalle altre. Può essere costituito da diverse centinaia

di pale, lasciando però la possibilità al terreno di essere coltivato. La funzione di questi appezzamenti è la medesima delle grosse centrali elettriche. Le quantità di energia che si ottengono sono molto elevate, e ogni pala è collegata alle altre attraverso un sistema a media tensione che poi viene inserita nella rete di distribuzione attraverso un trasformatore. Questi parchi eolici possono essere definiti “near shore”, se i dispositivi sono installati almeno ad una distanza di 3 Km dalla più vicina costa e “near shore” se la distanza dalla costa è maggiore. Con l’eolico “off-shore” invece si intende l’installazione di pale eoliche ad alcune miglia di distanza dalle coste di mari o fiumi. Questa locazione permette di sfruttare le forti correnti d’aria che si formano in queste zone, generalmente più forti rispetto a quelle registrate nell’entroterra. L’utilizzo di sistemi galleggianti potrà dare rilevanti risultati economici, abbassando i costi di realizzazione degli impianti e incentivandone un maggiore utilizzo [16].



### Torre solare

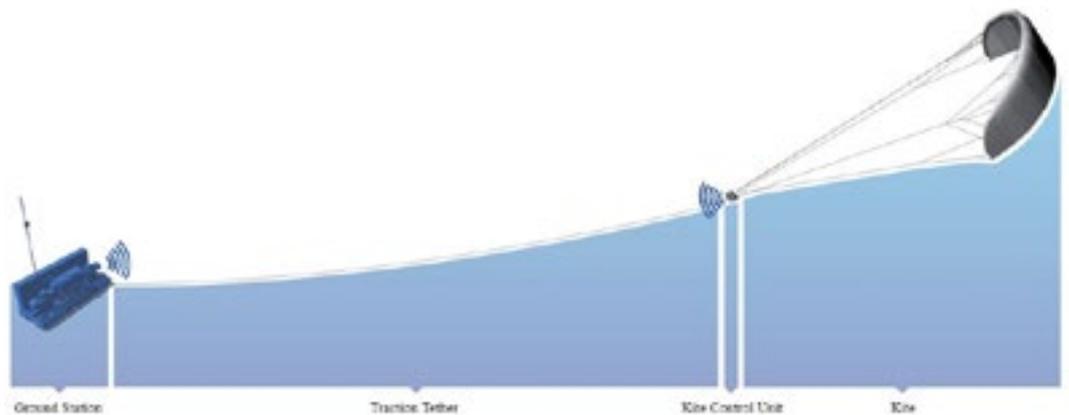
Questo sistema sfrutta sia l’energia solare sia quella eolica per la movimentazione delle turbine. Si utilizza un condotto d’aria opportunamente progettato nel quale si genera un differenza di densità dell’aria dovuta al riscaldamento dei raggi solari; essa mette in moto all’interno della torre la massa d’aria, che va ad alimentare le turbine [17].

[16] <https://www.ilfattoquotidiano.it/2019/09/09/i-parchi-eolici-europei-potrebbero-produrre-energia-per-tutto-il-mondo/5439482/>



### Eolico d'alta quota:

Si tratta per lo più di progetti sperimentali o semi-sperimentali. Il concept prevede di sfruttare l'energia cinetica dei forti e costanti venti che presenti in alta quota. Di fatto questa tecnologia permetterebbe di installare impianti eolici anche laddove il territorio non goda di venti significativi, in quanto ad elevate quote i venti sono sempre presenti. La sfida del progetto sta nella creazione di un sistema di sospensione sufficientemente forte da resistere alle intemperie di quelle altitudini e che non utilizzi un palo di sostegno fissato al terreno [18].



[17] [https://www.repubblica.it/green-and-blue/2020/12/21/news/noor\\_la\\_torre\\_del\\_marocco\\_avanguardia\\_delle\\_rinnovabili-275467988/](https://www.repubblica.it/green-and-blue/2020/12/21/news/noor_la_torre_del_marocco_avanguardia_delle_rinnovabili-275467988/)

[18] <https://energycue.it/eolico-troposferico-energia-aquiloni-alta-quota/18945/>

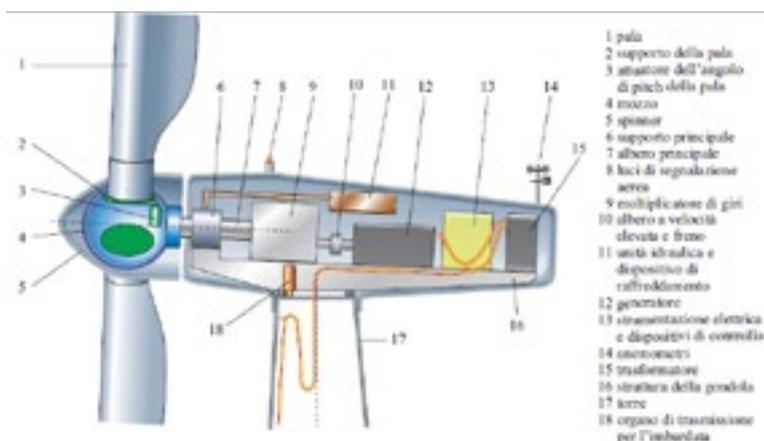
## Le diverse tipologie di turbine eoliche

Nel settore eolico si possono trovare generalmente due diversi tipi di turbine, ad **asse orizzontale** o ad **asse verticale**. Esse differiscono per la natura del vento che devono affrontare, per il quantitativo energetico erogato e per i loro ingombri.

La turbina ad asse orizzontale è la più utilizzata. Essa può essere orientata attivamente o passivamente secondo la direzione del vento.

### Generatore ad asse orizzontale

Un generatore ad asse orizzontale (HAWT, Horizontal Axis Wind Turbine) è composto da una torre di acciaio d'altezza compresa tra 60 e 100 metri fissata al terreno e sormontata da una "gondola" che ha lo scopo di contenere e proteggere il generatore elettrico alimentato da un rotore. Le pale sono dotate di un sistema di beccheggio che permette loro di ruotare sul proprio asse al fine di variare l'angolo di incidenza influenzando la loro portanza [19].



Le potenze erogate possono oscillare da pochi kW fino a superare i MW a seconda della dimensione dell'impianto. Per la messa in azione il generatore richiede una velocità minima del vento di 3-5 m/s ed erogano la potenza di ad una velocità di 12/14 m/s. Per ragioni di sicurezza, nel mo-

[19] <https://www.e-n-sight.com/2018/07/03/energia-dal-vento-la-turbina-eolica/>

mento in cui il vento superi questa soglia, un sistema frenante limita la velocità di rotazione della pala. Una disposizione orizzontale dell'aereogeneratore comporta diverse sfide statiche che limitano la dimensione delle pale. In commercio esistono rotori con dimensione non superiore ai 100 metri di diametro disposti ad altezza di circa 180 m.

Queste dimensioni riguardano solo quelle macchine installate in contesti di off-shore.

Aumentare la quota a cui è posizionato l'aereogeneratore garantisce un maggiore apporto ventoso, anche se all'aumentare delle correnti d'aria aumentano anche gli sforzi a cui il sistema è sottoposto, con la necessità quindi di fondazioni sempre più avanzate e sistemi di frenaggio più sofisticati, che fanno drasticamente aumentare i costi legati all'installazione di questi apparecchi.

I rotori ad asse orizzontale si differenziano a loro volta in base al numero di pale che monta l'aereogeneratore:

### Sistemi monopala

Un contrappeso bilancia la rotazione. Non sono molto usate perché creano maggiori sforzi meccanici e un ingente inquinamento acustico, tuttavia sono le più economiche sul mercato [20].



[20] <https://energeticafutura.com/blog/novedoso-aerogenerador-monopala-aragones/>

### Sistemi bipala

Le pale sono disposte a 180 gradi l'una dall'altra in senso opposto. Sono genericamente le più diffuse negli impianti di secondaria rilevanza [21].



[21] <https://energeticafutura.com/blog/novedoso-aerogenerador-monopala-aragones/>

## Sistemi a tripala

Sono i più utilizzati in quanto dotati di maggiore stabilità e affidabilità; inoltre generano un inquinamento acustico inferiore rispetto alle altre categorie [22].



## Rotori ad asse verticale

I rotorì ad asse verticale (VAWT, Vertical Axis Wind Turbine), posseggono una quantità inferiore di parti mobili nella struttura, conferendole una maggiore stabilità sotto forti venti, con la capacità di sfruttare qualsiasi direzione del vento anche quando questo risulti eccessivamente turbolento per un aereogeneratore tradizionale.

Date le diverse dimensioni offerte sul mercato, questa turbina può essere utilizzata per impianti “stand-alone” ma anche per la produzione di energia nell’ordine dei MW.

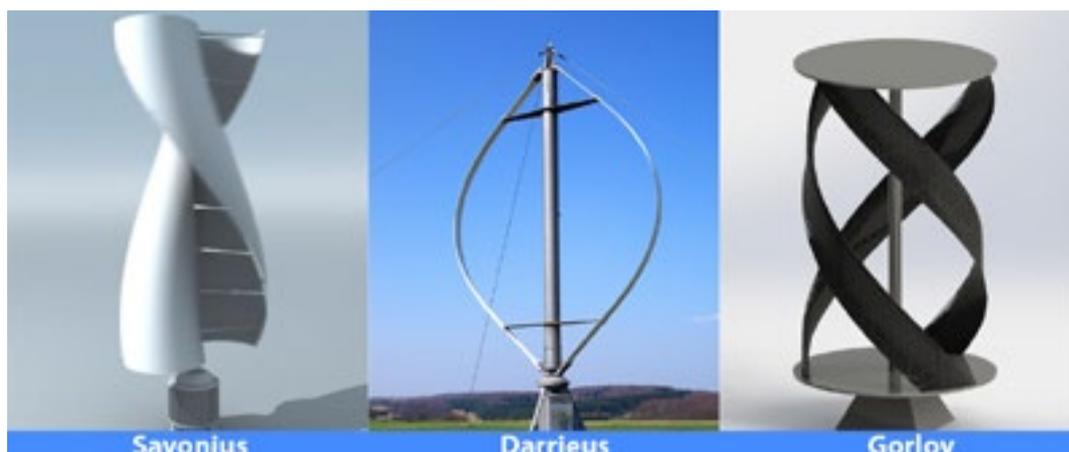
Per quanto riguarda la geometria e gli ingobri del diffusore, esso è nettamente più compatto rispetto ai sistemi ad asse orizzontale.

Tuttavia questi sistemi generano per natura statica una maggiore coppia rispetto all’altra tipologia, che può portare a rottura per fatica. Modificando la forma dell’aereogeneratore, ripartendo meglio gli sforzi e utilizzando materiali tecnologici come i compositi, si è riusciti ad aumentare significativamente l’affidabilità di questa tecnologia.

Generalmente i vantaggi che si riscontrano nell’impiego di queste soluzioni eoliche rispetto alle precedenti consistono in un drastico abbattimento dei rumori, costi più contenuti, geometria più compatta e una migliore distribuzione dei carichi dovuta al posizionamento del sistema

[22] <https://www.classxhilkroad.it/news/azienda-energetico/il-boom-dell-eolico-offshore-in-ci>

di distribuzione del moto alla base della struttura. L'intuizione di un impianto eolico ad asse verticale è merito dell'ingegnere Sigurd J. Savonius che brevettò l'omonima turbina nel 1929. Quella di Savonius è una delle turbine più semplici, il cui funzionamento fluidodinamico è legato alla resistenza effettuata dal diffusore sul vento. Il principale difetto della turbina di Savonius risiede nella resistenza dell'aria creata da una maggiore superficie utilizzata, a causa della quale si raggiungono minori velocità di rotazione. Per ovviare a questo problema le odierne turbine di Savonius possiedono una forma Elicoidale al fine di diminuire la porzione di superficie utile [23].



Sono stati progettati altri tipi di turbina. Quella di Darrieus si fonda, a differenza di quella di Savonius, sul principio della portanza per mettere in moto il rotore; quella di Gorlov rappresenta un'ibridazione dei due sistemi, la resistenza fluidodinamica e la generazione di portanza. Tuttavia c'è da considerare il fatto che questi sistemi generano rese aerodinamiche inferiori rispetto all'altra classe di turbine con una conseguente riduzione di energia prodotta. Data la loro compattezza e la capacità di sfruttare anche venti di bassa intensità e di natura turbolenta, queste turbine sono ideali nell'integrazione in ambito urbano.

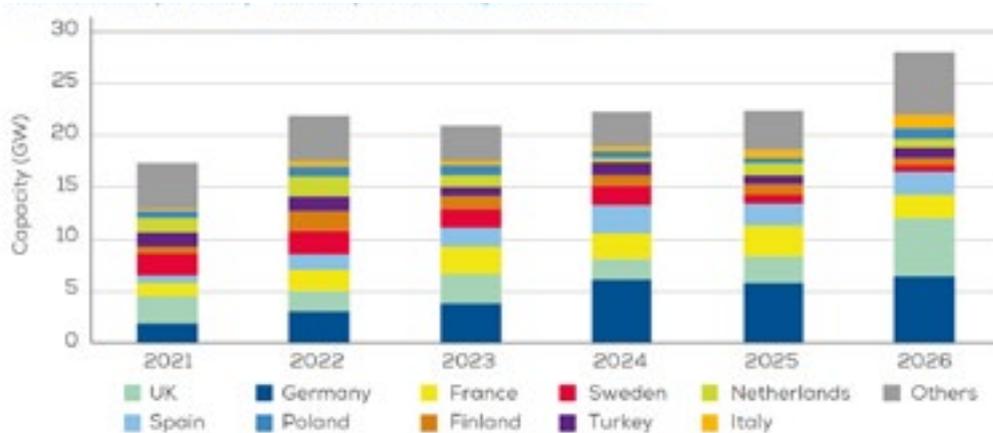
[23]<https://grabcad.com/library/gorlov-wind-turbine>

## L'eolico in Italia

In Europa l'eolico riveste un fattore fondamentale per quanto riguarda il tema della transazione ecologica. Durante gli anni di pandemia il trend dell'eolico non si è mai fermato, creando volumi di investimento pari a 14 miliardi di euro.

Questo settore è ormai divenuto fondamentale per il mercato europeo, generando più di 37 miliardi del PIL.

In Italia la produzione di energia elettrica attraverso fonti eoliche è pari al 9% della produzione elettrica nazionale. un dato forse non troppo incoraggiante, date le pressioni europee per decarbonizzare i sistemi di approvvigionamento elettrico e la minaccia di dover riaprire le centrali a carbone per sopperire alla mancanza di gas proveniente dalla Russia [24].



Tuttavia in Italia il quantitativo energetico prodotto da questi impianti è quasi triplicato dal 2006 ad oggi, segnando una continua salita nelle prossime decadi.

La maggior parte delle installazioni presenti in Italia sono concentrate al sud e nelle isole a causa di una maggiore presenza di siti ventosi. Lo studio condotto dall'Anev, Associazione Nazionale Energia del Vento, sostiene come queste regioni siano fondamentali per l'Italia e come le coste possano contribuire ad innalzare la produzione di

[24] <https://proceedings.windeurope.org/biplatform/>

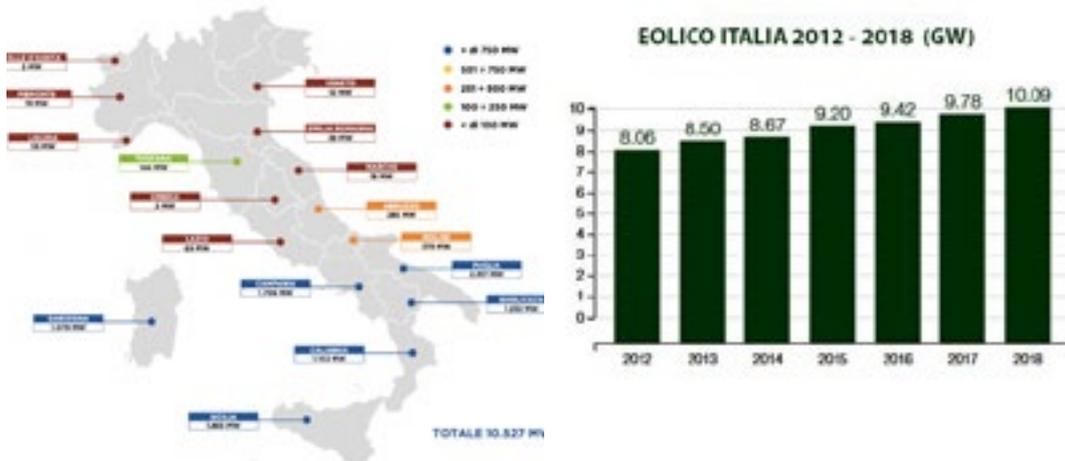
energia eolica, fino ai 40 000 Gwat di energia da loro stimati producibili in territorio Italiano. Le coste comprese tra Abruzzo e Puglia rappresentano una bacino cospicuo di coste cantierabili con una produzione dell'eolico stimabile intorno ai 550-650 MW. Altri 300 MW potrebbero essere ripartiti tra alcune zone costiere della Sardegna e della Sicilia.

L'integrazione dell'eolico in Italia è stato oggetto di diverse critiche, riferite soprattutto all'impatto estetico che questi impianti hanno sul territorio. Sono richieste specifiche disposizioni per gli aspetti visivi dell'installazione, definendo delle linee guida per la appropriata progettazione di un impianto eolico, che prevede diversi punti legati all'integrazione paesaggistica, come:

- 1) Esclusione delle aree di particolare pregio paesaggistico;
- 2) Frequentazione del paesaggio e analisi delle specificità territoriali;
- 3) Verifica degli impatti visivi con fotosimulazioni ;
- 4) Minimizzazione dell'impatto visivo;
- 5) Individuazione delle migliori soluzioni cromatiche disponibili.

In Italia la regione che produce più eolico è la Puglia, seguita da Campania, Sicilia e Sardegna [25]. Il PNIEC (Piano nazionale Integrato per l'Energia e il Clima) prevede, nel 2030, il raddoppio della capacità eolica rispetto a quella installata in Italia con una produzione di energia elettrica di 20 TWh; tutto ciò eviterebbe emissioni di CO<sub>2</sub> di oltre 17 milioni di tonnellate, risparmiare oltre 54 milioni di barili di petrolio. Il presidente dell'ANEV Simone Togni commenta: "L'eolico è un settore capace di affrontare la crisi dovuta alla pandemia e in grado di raggiungere gli obiettivi del Green Deal Europeo legati all'energia e all'ambiente,

come la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra per il 2030, e la decarbonizzazione della produzione di energia prevista per il 2050” [26].



L’eolico potrebbe essere quindi protagonista di quel “vento di ripresa” tanto acclamato dall’Unione Europea in chiave di riconversione ecologica , prevedendo di abbattere le emissioni di co2 del 50% entro il 2030.

Il PNRR, è Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, approvato dal Parlamento italiano nell’aprile 2021. Il documento integra gli investimenti e le riforme da avviare per accelerare la transizione ecologica e digitale, rafforzare il sistema produttivo e conseguire una maggiore equità di genere, territoriale e generazionale.

Al suo interno troviamo sei diverse “missioni” in cui l’eolico viene preso in considerazione per quanto riguarda La “Rivoluzione verde e la svolta ecologica”. Viene citato anche come elemento chiave nella mobilità sostenibile (veicoli elettrici ed idrogeno) e nella produzione di idrogeno per mezzo di elettrolisi.

[25] <https://modofluido.hydac.it/energia-eolica>

[26] <http://www.bnrenergia.it/quantum-pianti-eolici-ci-sono-in-italia/>

# 1.3 L'energia solare

## La sua storia

Il sole viene sfruttato, per le sue proprietà termiche, fin dall'antichità. Sia gli antichi Greci sia i Romani conoscevano i rudimenti dello sfruttamento del calore del sole nell'architettura delle abitazioni.

Gli storici del passato parlano del tentativo di Archimede di costruire un sistema di specchi in grado di concentrare e spostare la luce nello spazio, al fine di incendiare e affondare le navi romane. Quest'arma originale prende il nome di "specchi ustori" [27].

I Romani introdussero l'utilizzo del vetro nell'architettura, con lo scopo di trattenere il calore solare all'interno delle abitazioni e per ottenere migliori risultati nella coltivazione di ortaggi, costruendo la prima serra della storia, voluta dall'Imperatore Tiberio. Sono molte le testimonianze di diverse culture che utilizzano l'energia solare per riscaldare ambienti e liquidi e per le motivazioni più svariate.



Ache Leonardo da Vinci concepì nel 1500 un'originale applicazione di questa energia, basata sull'asciugatura tessile per mezzo di sistemi a specchio, per aumentare l'efficienza dei processi legati alla creazione di tessuti.

A partire dal '700 questi sistemi vengono sempre più perfezionati, arrivando alla creazioni di fornaci in grado

[27] [https://it.wikipedia.org/wiki/Specchio\\_ustorio](https://it.wikipedia.org/wiki/Specchio_ustorio)

di sciogliere il platino, che possiede una temperatura di fusione pari a 1500 °C, sfruttando un sistema di specchi e lenti progettato da Antoine Lavoisier.

La produzione di un collettore solare, tecnologia che permette il trasferimento dell'energia termica del sole ad un fluido, trova le prime applicazioni nel 1767 in Svizzera. Questo sistema che trova spazio di applicazione tutt'ora, verrà in seguito perfezionato al fine di raggiungere maggiori efficienze.

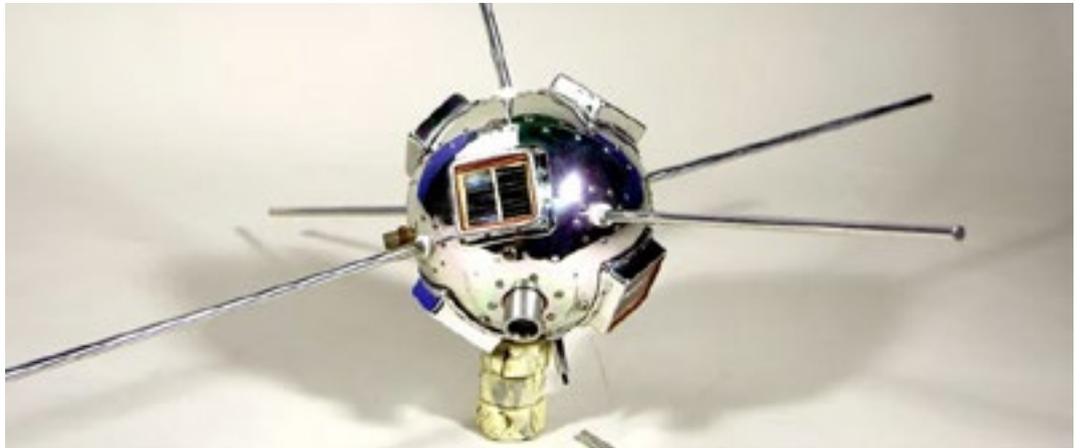
Una volta raggiunto il traguardo della produzione di energia elettrica e dopo l'invenzione della pila ad opera di Alessandro Volta, nel 1839 lo scienziato francese Alexandre Edmond Becquerel scopre come alcuni materiali siano in grado di generare piccole correnti se esposti ad una sorgente luminosa [28],[29].

Questa scoperta dà il via ad una serie di ricerche con lo scopo di raggiungere quella che noi definiamo cella fotovoltaica e apre la strada alla scoperta e ricerca di materiali come il silicio in grado di produrre correnti elettriche significative.



Nel 1958 gli scienziati dei Bell Laboratories Gerald Pearson, Daryl Chapin e Calvin Fuller sviluppano la prima cella fotovoltaica a base di silicio, che comportò radicali cambiamenti.

Il New York Times definì questa innovazione “ l’inizio di una nuova era, che condurrà finalmente allo sfruttamento dell’illimitata energia del sole a beneficio di tutti gli usi della civiltà”. Tale avvenimento segna in definitiva l’entrata di questa tecnologia in sistemi applicativi specifici, come il settore aereo spaziale, con il lancio in orbita del primo satellite alimentato totalmente ad energia solare, Vanguard I [30].



Il successo dell’operazione sancisce anche l’entrata di questi apparecchi nel mercato privato, iniziando un percorso di adozione da parte delle masse. Dalle prime applicazioni adottate per portare energia elettrica in zone remote ed isolate nel globo fino all’utilizzo sempre più consistente, questi apparecchi rappresentano una valida alternativa per la generazione di energia pulita, necessaria per minimizzare la quantità di CO<sub>2</sub> e gas inquinanti che sono normalmente creati dai sistemi di produzione energetica convenzionali (carbon fossile).

[30]<https://www.drewexmachina.com/2018/03/17/vanguard-1-the-little-satellite-that-could/>

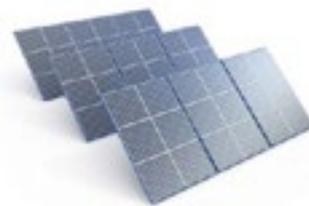
## I suoi impieghi nell'era moderna

Dall'energia solare derivano tutte le fonti energetiche conosciute dall'uomo, il carbon fossile, l'idroelettrico, l'energia del moto ondoso e l'eolico, l'energia geotermica e quella derivante dalla marea. Essa può essere sfruttata direttamente per la produzione di energia elettrica o calore fruttando diverse tipologie di impianti.

Esistono tre tipi diversi di tecnologie atte allo sfruttamento dell'irraggiamento solare:

### Pannello fotovoltaico

Questa tecnologia sfrutta la capacità di determinati materiali denominati semiconduttori che producono energia elettrica sollecitati da una fonte di radiazione luminosa [31].



### Pannello solare termico

Il suo funzionamento è basato sull'utilizzo dei raggi solari per il riscaldamento di appositi fluidi contenuti al suo interno; attraverso uno scambiatore di calore cede parte dell'energia all'acqua stipata in un serbatoio di accumulo [32].



### Pannello solare a concentrazione

Quest'ultimo sfrutta un sistema di specchi parabolici che convogliano i raggi su un ricevitore opportunamente riempito d'acqua che viene riscaldata fino alla temperatura di 400°, utilizzando questa energia per muovere un complesso di turbine [33].



[31] <https://solareo.it/impianto-fotovoltaico/dimensioni-pannelli-fotovoltaici/>

[32] <https://energit.it/quanto-produce-un-pannello-solare-termico/>

[33] <https://www.rinnovabili.it/energia/termodinamico/solare-a-concentrazio->

Queste tecnologie rappresentano un valido contributo alla conversione energetica incentrata sulla sostenibilità, rientrando nella cerchia delle energie rinnovabili a nostra conoscenza; tuttavia, se i sistemi di sfruttamento non integrassero dei sistemi di accumulo integrati, la produzione sarebbe intermittente, interrotta durante le ore notturne e nelle giornate nuvolose.

## L'energia fotovoltaica

Il nome fotovoltaico trova origine nel 1839, ideato dal fisico Alexander Edmond Becquerel, che generò una lieve corrente elettrica a partire da alcuni metalli disposti sotto il sole. Negli anni seguenti lo studio del fotovoltaico si concentrò verso la ricerca di un materiale atto a migliorare l'efficienza di questi moduli. Nel 1959 venne prodotto il primo pannello fotovoltaico a base di silicio, materiale ancora utilizzato per questo fine, come i pannelli commercializzati a partire degli anni 80.

Solo nel 1979 si installò il primo pannello fotovoltaico nella penisola italiana presso il passo della Mandriola nell'Appennino di Cesenate [34].



[34] [https://www.mandatodirettoenergiaegas.it/site/dettaglio.php?id\\_noticia=279](https://www.mandatodirettoenergiaegas.it/site/dettaglio.php?id_noticia=279)

Per tutti gli anni 80 e 90 l'Italia si è mostrata molto interessata a questa tecnologia stanziando grandi investimenti per lo sviluppo di questo settore.

I moduli fotovoltaici utilizzano apposite celle definite “fotovoltaiche”, che trasformano in maniera diretta la radiazione luminosa in flusso elettrico. L’efficienza di questi pannelli varia a seconda della natura mono o policristallina del silicio.

### Il silicio monocristallino

Questo materiale è il più costoso sul mercato e presenta delle efficienze nell’ordine del 18-21% . I “wafer” necessari alla creazione del modulo sono tagliati da un semilavorato cilindrico, per cui risulta difficile ricoprire una superficie senza sprecare spazio utile [35].



### Il silicio policristallino

Esso possiede efficienze nell’ordine del 15-17%; risulta più economico di quello monocristallino e possiede la capacità di essere tagliato in forma per andare a riempire efficientemente la superficie dei moduli.

L’operatività media stimata di questi pannelli fotovoltaici si aggira intorno ai 30 anni seguendo i basilari processi di manutenzione come pulizia e lavaggio del pannello (che se ricoperto di polvere abbassa drasticamente la sua efficienza) [36].

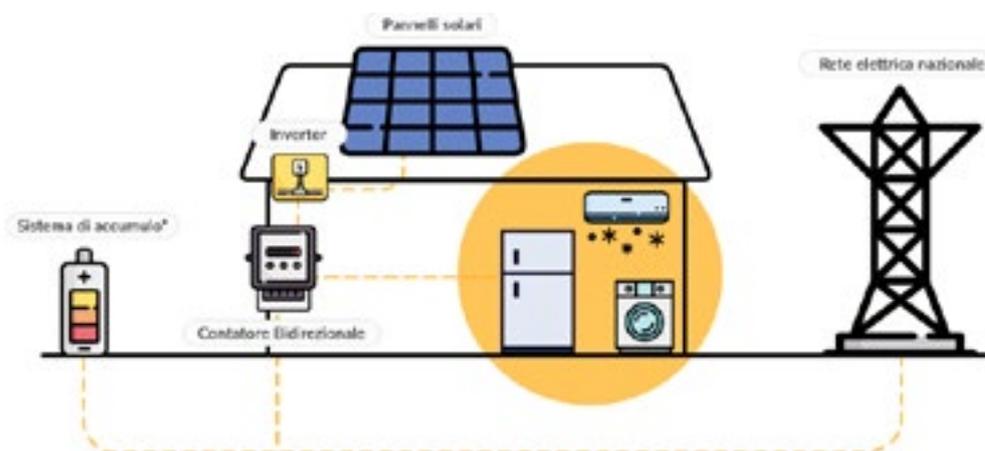


Un ovvio problema di questo genere di impianto risiede nel fatto che esso non è in grado di produrre energia elettrica in continuità ma solo durante le ore diurne senza la presenza di ingenti perturbazioni atmosferiche.

[35] [http://www.solclima.it/le\\_celle\\_al\\_silicio.html](http://www.solclima.it/le_celle_al_silicio.html) ne-efficienza-costi/

[36] <http://www.fotovoltaicosulweb.it/guida/pellicole-fotovoltaiche.html> ne-efficienza-costi/

Da notare però il fatto che la produzione di energia elettrica combacia con le ore in cui vi è maggiore richiesta di energia ,ovvero durante il giorno e nelle stagioni calde, quando il contributo di questi sistemi può essere adottato per alimentare gli impianti di condizionamento delle abitazioni. Gli eccessi produttivi che l'impianto non è in grado di accumulare nelle proprie batterie di immagazzinamento sono rilasciati nella rete elettrica nazionale e possono essere trasferiti a decine di chilometri di distanza, raggiungendo anche zone desolate [37].



L'Italia rappresenta la nazione al primo posto nel mondo per la produzione di energia fotovoltaica, erogando fino all'8 % del fabbisogno energetico italiano.

Nel corso degli anni sono nate numerose critiche inerenti la produzione, dismissione e impatto paesaggistico degli impianti fotovoltaici, molte delle quali sfatate negli anni. Il fotovoltaico durante la fase di produzione energetica non emette alcun tipo di inquinante e la sua produzione, trasporto e riciclo utilizza una quantità energetica nettamente inferiore a quella effettivamente erogata fino all'arrivo del suo fine vita.

Comparando quindi la quantità di energia emessa durante le fasi di estrazione dei minerali, assemblaggio e trasporto, si nota come a conti fatti un pannello fotovoltaico immetta solo 0,053Kg di Co2 durante i suoi anni di attività.

[37]<https://www.solarstariffe.it/risparmio-energetico/pannelli-fotovoltaici/>

I pannelli fotovoltaici sono considerati come rifiuti RAEE, perciò al momento della dismissione verrà recuperata in maniera differenziata la maggior parte di materiali presenti nel pannello, alluminio, metalli preziosi e silicio, poi reintrodotti nel ciclo produttivo abbassando l'impatto ecologico dovuto dall'estrazione di materiale dalla geosfera [38].



I pannelli fotovoltaici, sebbene rappresentino una tecnologia datata, che ha visto la sua entrata nel mercato negli anni '60, risultano un valido contributo anche ai giorni d'oggi per la diminuzione di emissioni di anidride carbonica nell'atmosfera; per questa ragione Stati come l'Italia continuano a stanziare grossi investimenti per il loro sviluppo nella penisola.

## Il fotovoltaico in Italia

In Italia il fotovoltaico è chiamato ad un ruolo fondamentale per raggiungere gli obiettivi europei previsti per il 2030. Fino al 2007 il fotovoltaico era considerato una tecnologia sperimentale, applicata solo su iniziativa delle pubbliche amministrazioni e da alcuni privati particolarmente attenti all'ecologia.

la prima grande spinta al fotovoltaico la diede il GES (Ge-

[38] <https://www.rosi-solar.com/>

store dei Servizi Energetici) con l’emanazione del “conto energia”, programma europeo di incentivazione che agevolava direttamente la produzione. Si innescava così un processo che portò da poco più di 100 MW installati nel 2007 ai 18 GW del 2013 di capacità installata, la maggior parte concentrata nel sud Italia [39].



Dal 2013 ad oggi la crescita è costante, agevolata da alcune normative (come il decreto Fer 1, le comunità energetiche e gli ecobonus) che hanno permesso la loro diffusione. Il fotovoltaico oggi ha raggiunto circa 21,7GW di potenza installata su tutta la penisola. La produzione di energia fotovoltaica è cresciuta dal 2020 del 9,6 %, producendo 25,5 TWh.

L’attuale PNIEC ( Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima), precisa che il fotovoltaico sarà chiamato a svolgere un ruolo fondamentale nel sistema elettrico nazionale al fine della decarbonizzazione.

Nello specifico il piano prevede almeno 52 GW di capacità fotovoltaica nazionale entro il 2030, raddoppiando i già 20,9 GW installati fino al 2019.

La distribuzione degli impianti fotovoltaici è molto diversificata sul territorio italiano. Sebbene le regioni del sud siano quelle che godono di un maggiore irraggiamento,

[39]<https://www.sostariffe.it/risparmio-energetico/pannelli-fotovoltaici/>

e quindi potenzialmente più produttive, la maggior concentrazione di impianti è al nord (55% circa), mentre la quota restante si divide tra sud e centro Italia, rispettivamente il 28% e il 17%.

Osservando il report di Italia Solare del 2021 si nota come le regioni che producono più energia fotovoltaica siano in ordine, la Lombardia, Veneto ed Emilia Romagna.

# 1.4 L'energia solare-eolica

## Di cosa si tratta ed i suoi vantaggi

Come visto in precedenza l'energia eolica, come altre forme di energia, è frutto dell'energia solare che, riscaldando l'aria presente nell'atmosfera genera differenze di densità con una conseguente creazione di moti ascensionari responsabili della formazione di correnti d'aria.

L'energia eolica e il fotovoltaico sono due fonti di energia rinnovabile inserite saldamente nelle nostre abitudini energetiche; tuttavia, come già accennato, sia l'energia solare che quella eolica possiedono delle limitazioni per quanto riguarda la loro attività energetica produttiva. Per lo sviluppo di energia da parte di un modulo fotovoltaico è richiesta una certa quantità media di radiazione solare al fine che inneschi la reazione atta alla produzione di una corrente elettrica; per questo motivo i pannelli solari devono essere installati nella posizione in cui questi possano godere maggiormente del flusso solare e periodicamente puliti al fine di eliminare accumuli di polvere sulla superficie e che possono rendere inefficace il pannello. In giornate particolarmente nuvolose si può correre il rischio che la radiazione solare non sia sufficiente ad erogare l'energia necessaria.

La stessa problematica è riscontrabile in un sistema eolico, quando i venti siano insufficienti a garantire la messa in moto della turbina.

Per ovviare a questo problema spesso si usano entrambe le tecnologie nello stesso sistema, non solo per aumentare l'energia prodotta, ma per diminuire la probabilità che l'intero sistema si fermi e non produca correnti elettriche. Durante una giornata nuvolosa il sistema fotovoltaico supererà a quello eolico, mentre nelle giornate poco ventose il sistema fotovoltaico farà altrettanto.

La tendenza generale è quella di utilizzare sistemi ibridi opportunamente dimensionati. I risultati che si ottengono sono più costanti e quindi maggiormente efficienti, rendendo lo sfruttamento di queste due energie rinnovabili sempre più comune ed affidabile [41] .



[41]<https://www.rinnovabili.it/energia/fotovoltaico/rinnovabili-fotovoltaico-sorpassa-eolico-capacita-installata/>

## Agrivoltaico eolico: integrazione di solare ed eolico a supporto della coltivazione

L'agrivoltaico eolico è una tecnica che unisce la produzione di alimenti agrari a quella di energia rinnovabile, cercando di ottenere un mix che possa conferire a questi elementi miglioramenti di resa su entrambi gli aspetti.

I campi fotovoltaici sono distese di pannelli solari più o meno vaste che sottraggono grossi appezzamenti terrieri destinati all'agricoltura.

Negli ultimi anni si è cercato di trovare una nuova forma per la combinazione di eolico, fotovoltaico e agricoltura, al fine di ricreare una sinergia da cui tutte le parti possano trarre beneficio.



Sfuttando i pannelli solari si ottengono zone d'ombra proiettate sul terreno che permettono un uso più efficiente delle risorse idriche, oltre a proteggere le piante da agenti atmosferici e dal sole nelle ore più calde. Si è visto come, in particolare nel sud Italia, il riscaldamento globale abbia comportato un crescita della coltura in serra, per difendere le piante dall'eccessivo e innaturale irraggiamento solare.

Recenti studi hanno confermato come un mix tra fotovol-

[42]<https://ilbolive.unipd.it/it/news/agrivoltaico-possibile-alleanza-agricoltura>

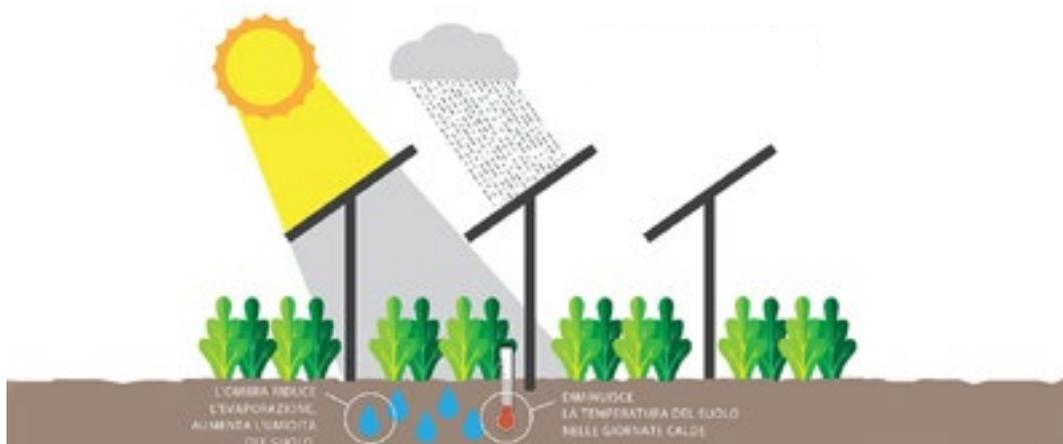
taico e agricoltura crei un microclima favorevole per la crescita di alcune piante.

Uno studio svolto dai ricercatori del National Renewable Energy (NREL), il laboratorio del Dipartimento dell'energia degli Stati Uniti dedicato alla ricerca sulle energie rinnovabili, pubblicato alla fine del 2019, conferma questi dati.

I principali benefici che si ottengono da questi sistemi sono:

- risparmio idrico;
- maggior produzione di cibo;
- migliore produzione di energia rinnovabile

I tradizionali pannelli fotovoltaici, se montati sul terreno, assorbono maggiore calore rispetto a quelli montati al di sopra della vegetazione. Il conseguente raffreddamento dei pannelli fotovoltaici, di circa 9°C, permette una maggiore resa del pannello.



I moduli fotovoltaici possono essere ancorati ad un sistema di moto biassiale e monoassiale e alimentati per mezzo di motori elettrici. Con un sistema di tipo monoassiale, i moduli dei pannelli seguono il sole orizzontalmente seguendo l'angolo di elevazione del sole o verticalmente

[43]<https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/agrivoltaico-agrovoltaico-agricoltura-energia-rinnovabile/>

seguendo l'azimut, mentre i sistemi biassiali attuano entrambi i movimenti con un conseguente aumento della resa.



**Sistema monoassiale**



**Sistema biassiale**

La struttura dell'impianto dovrà essere progettata in funzione delle esigenze del terreno agricolo. I parametri essenziali da seguire sono l'altezza a cui si pongono i pannelli fotovoltaici dal suolo e la distanza tra le filiere; questi accorgimenti servono a determinare la quantità di luce che irraggia la coltivazione e a dare accesso alle macchine agricole, che variano di dimensione in funzione della coltura.

L'unione di sistemi eolici e agrivoltaici ha permesso l'implementazione dell'energia prodotta dai singoli siti, conferendo un carattere di maggiore sostenibilità al progetto. Il progettista non dovrà far altro che ancorare al terreno una struttura sufficientemente solida da poter sorreggere il peso delle turbine e scegliere tra i modelli presenti sul mercato quello che si presti meglio allo scopo. L'utilizzo di una turbina ad asse verticale porta una serie di vantaggi: ridotti ingombri, alte efficienze e possibilità di essere messa in moto anche in presenza di venti turbolenti.

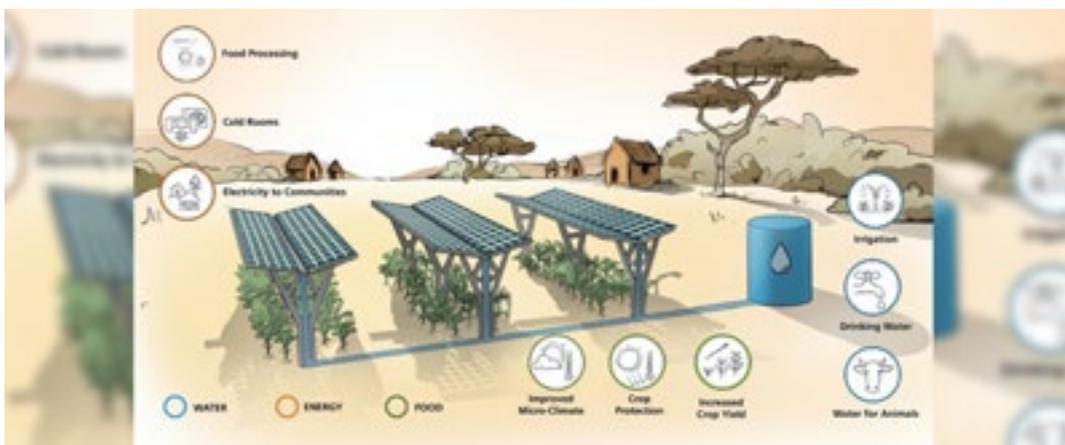
[44] <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/agrivoltaico-agrovoltaico-agricoltura-energia-rinnovabile/>

L'introduzione dell'eolico in questi sistemi permetterà

all'impianto di produrre energia anche nelle ore notturne e nelle giornate nuvolose, incidendo fortemente sull'efficacia di questi sistemi, che si rivelano ottime soluzioni per risolvere diverse problematiche a livello agricolo ed energetico.



Inoltre, predisponendo il sistema fotovoltaico su una pesolina si potrà sfruttare la struttura per la raccolta delle acque piovane. Questa soluzione pone rimedio all'approvvigionamento idrico e potrà essere una soluzione di largo impiego nel territorio italiano, sempre più vessato dalle problematiche della siccità. In particolare nelle regioni del sud che convivono con questo problema potrà essere una soluzione per limitare l'acquisto da fonti d'acqua non sostenibili.



[45] <https://remtec.energy/fr/agrovoltai-co/28-olien-agrovoltai-co>

[46] <https://agri-pv.org/en/synergies/water-balance/>

# 1.5 Comunità energetiche

## Cosa sono e quali vantaggi comportano

Con il termine “comunità energetica” si intende un insieme o una parte di popolazione stanziata su un preciso territorio, che condivide l’energia elettrica prodotta dai suoi membri.

Questo sistema è composto da singoli privati, aziende ed enti pubblici che decidono di raggiungere l’indipendenza energetica attraverso lo sfruttamento di energia derivante da fonti rinnovabili.

Il raggiungimento dell’indipendenza energetica e il suo mantenimento è a carico dei membri stessi della comunità al fine di non avere necessità di richiedere energia all’ente nazionale. In Italia le comunità energetiche sono più di dodici, sparse nelle diverse regioni italiane; molte di esse generano un quantitativo energetico maggiore al fabbisogno della comunità stessa, cedendo la differenza all’ente nazionale. L’instaurazione di questo genere di comunità fa fronte ai rincari di vendita dell’ente nazionale, che in bolletta somma al prezzo dell’energia lordo anche costi di gestione e servizi di rete [47].



[47] <https://www.qualenergia.it/pro/articoli/come-costruire-comunita-energetica-o-gruppo-auto-consumo-collettivo/>

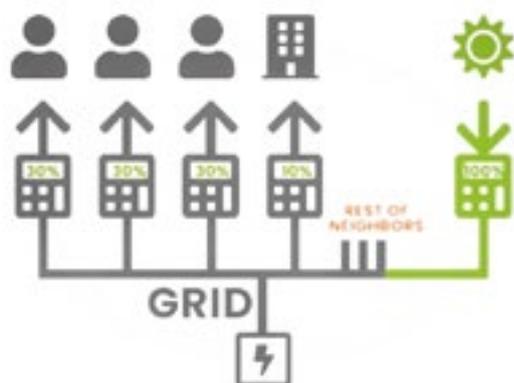
In Italia, dalla fine dell’ottocento ai primi anni ‘60, oltre il 95% del fabbisogno era soddisfatto da energie rinnovabili, nello specifico provenienti dal settore idroelettrico. A seguito della tragedia del Vajont, che causò fino a 2000

morti, l'opinione pubblica cambiò drasticamente sull'idroelettrico, dando il via a un processo che spinse fortemente l'uso del termoelettrico nella nazione.

Tuttavia, a partire dagli anni 2000 la situazione è cambiata attraverso la grande manovra di pubblicizzazione dei sistemi fotovoltaici. Dal 2005 al 2013, a seguito di programmi di incentivazione, un gran numero di privati prese la decisione di installare un impianto fotovoltaico a proprio carico.

Ad oggi l'Italia conta più di 500.000 impianti fotovoltaici di piccole dimensioni, che alimentano un esercito di prosumer (consumatori consapevoli) che comprende famiglie e PMI.

Purtroppo, molti utenti che vivono in condominio, o che hanno semplicemente un tetto all'ombra, pur volendo partecipare a questo processo di rinnovamento, sono stati in qualche modo esclusi. Per questa ragione, a volte, gruppi di cittadini hanno preso la decisione di consorziarsi, per realizzare impianti rinnovabili a proprietà collettiva [48].



Questo getto di energia elettrica alla rete pubblica concordando un prezzo di cessione della stessa. Ad oggi si contano più di 30 cooperative che servono quasi 50.000 utenze attraverso 1000 Km di rete per un totale circa di 20 GWh annui.

le l'energia

[48] <https://www.rinnovabili.it/energia/politiche-energetiche/sostenibilita-patrimonio-costruito-comunita-energetiche/>

Queste comunità favoriscono il decentramento energetico e contribuiscono a ridurre la dipendenza delle economie nazionali dall'estero, limitando le importazioni di risorse fossili, salvaguardando una politica che esuli da una visione economica distruttiva, che sia in grado di salvaguardare l'ambiente e la giustizia sociale e promuova un nuovo modello di sviluppo sostenibile. Una nuova cultura per lo sviluppo sostenibile può nascere da una radicale riappropriazione di responsabilità e di potere da parte dei singoli, dei piccoli gruppi e dalle comunità locali: responsabilità e potere che si traducano in progetti produttivi e iniziative di consumo intelligente delle risorse.

## **La legislatura Italiana**

Il concetto di comunità energetica è stato introdotto dalla direttiva europea REDII, recepita da tutti gli stati europei entro il giugno 2021. In Italia è entrata in vigore in anticipo tramite il decreto "milleproroghe", permettendo la costituzione di comunità energetiche, oggi attuata ed operativa; questo rappresenta un'opportunità importante per i clienti finali ma anche per favorire lo sviluppo del settore energetico rinnovabile.

La comunità energetica è definita come un soggetto giuridico composto da utenze appartenenti alla stessa rete di bassa tensione che condividono l'energia elettrica di uno o più impianti a fonte rinnovabile. Tutte le unità di consumo e produzione facenti parte di una stessa comunità dovranno essere sottese alla stessa cabina di trasformazione MT/BT.

ARERA (Autorità di regolazione per energia reti e ambiente) afferma che distributori e gestori della rete dovranno rendere disponibile online il perimetro della cabine se-

condarie. Potranno fare parte della comunità energetica persone fisiche, enti territoriali e autorità locali e piccole e medie imprese. La partecipazione di una impresa privata in una comunità non deve costituire attività commerciale prevalente.

Le iniziative di comunità energetica prevedono sempre l'utilizzo della rete di distribuzione e dei contatori di loro proprietà, pertanto non è possibile costituire comunità utilizzando una rete privata.

La partecipazione ad un comunità energetica è aperta e volontaria e quindi i soggetti possono partecipare o uscire da queste iniziative senza particolari vincoli.

Gli impianti di produzione possono essere di proprietà di membri e azionisti della comunità o di terzi. Può succedere che proprietari di impianti utilizzino l'energia prodotta per l'autoconsumo cedendo solo le eccedenze alla comunità; questo può avvenire anche da parte di un terzo, a patto che questa non sia l'attività economica principale del soggetto stesso.

Un singolo impianto non può avere potenza superiore ai 200 KW e gli impianti devono essere entrati in esercizio a partire dal 1 marzo 2020 e entro i 30 giorni dal recepimento della direttiva europea, mentre gli impianti entrati in esercizio a posteriori possono eventualmente decidere di passare ad un comunità energetica abbandonando l'incentivo di scambio sul posto e beneficiando degli incentivi della comunità.

Gli incentivi sono erogati sia sull'energia immessa in rete che sull'energia condivisa. L'energia condivisa viene definita dalla delibera Arera come il minimo in ciascun periodo orario tra l'energia elettrica prodotta e immessa in rete dagli impianti alimentati da fonti rinnovabili e l'energia elettrica prelevata dall'insieme dei clienti finali associati, ovvero l'energia prodotta e autoconsumata dalla comunità in ciascun periodo orario.

Troviamo un incentivo di 110 \$/MWh per i prossimi 20 anni per l'energia condivisa, un 'incitivo di 9\$/MWh per la riduzione dei costi di gestione del sistema elettrico e una retribuzione di 50\$/MWh per l'energia ceduta alla rete pubblica.

Questi incentivi vengono erogati dopo il conguaglio una volta che il GSE ha effettuato le necessarie verifiche sui contatori dei soggetti interessati.

Per quanto riguarda la detrazione al 110%, può essere applicata solamente entro 20 KW di potenza installati. Questa quota di potenza non può beneficiare degli incentivi per l'energia condivisa, ma potrà beneficiare degli incentivi legati alla riduzione delle spese di gestione della rete pubblica pari a 9 \$/MWh.

## **Caso studio: Cooperativa Retenergie ed E'nostra**

Marco Mariano è un'agricoltore della provincia di Cuneo che ha rilevato l'azienda agricola dei propri genitori decidendo di rinunciare agli studi di Lettere.

Marco decide di aprire un blog nel 2006, "40anniappena-fatti" che usa per condividere i suoi pensieri ed opinioni.

Marco riflette su come l'energia elettrica sia diventata un bene primario necessario al mantenimento della qualità della vita alla quale siamo abituati.

Queste considerazioni lo spingono alla progettazione di un impianto fotovoltaico nella propria azienda agricola, ma si imbatte bene presto in un limite molto concreto, la mancanza di finanziamenti per la sua realizzazione. Così pensò di condividere questa proposta sul suo blog alla ricerca di investitori. L'idea di un'impianto fotovoltaico condiviso, prima ancora di produrre energia, diventa catalizzatore di energie rappresentate dalla voglia di cambiare una realtà nella quale sempre un maggior numero di

persone non si riconosce più .

Le intenzioni del progetto si spandono fino a raggiungere gli enti televisivi, che invitano Marco più volte ad esprimere la sua visione, ricevendo un grosso consenso dal pubblico .

Data la piccola dimensione della sua azienda agricola Marco va alla ricerca di soggetti che abbiano la disponibilità ad ospitare sul proprio tetto parte dei pannelli solari. Il piano viene attuato, ma la quantità energetica prodotta è inferiore alle aspettative.

Inizia però in tal modo un processo che porta ad approfondire e risolvere le problematiche dei costi di questi impianti e nasce una prima intenzione ad organizzare una associazione attiva tra i vari soggetti.

L'idea sarebbe quella di formare una cooperativa, perchè questo genere di organizzazione permette di sottolineare la centralità di ogni singolo socio aderente. Nasce così l'8 settembre del 2008 a Torino l'associazione "Solare Collettivo" con lo scopo di catalizzare processi e coordinare energie facilitando la creazione di nuove reti [49].



Si dà il via a "adotta 1 Kw", un progetto di autofinanziamento da parte dei soci che porta alla creazione di un primo impianto fotovoltaico da 20 Kw. I partecipanti diventano soci della cooperativa devolvendo il loro contributo economico .

[49] <http://www.solarecollettivo.it/>

Ogni anno, a chiusura del bilancio, l'auspicata rivalutazione del capitale dovrebbe remunerare l'investimento fatto dai soci.

Il progetto "adotta 1 Kw" raggiunge un grande successo, raccogliendo più soldi del necessario e costituendo due impianti da 20 Kw a Mondovì e a Fossano [50].



Solare Collettivo diventa un laboratorio di idee, si organizzano attività di formazione, si partecipa a manifestazioni e dà il via a iniziative di largo respiro come la costituzione di gruppi di acquisto fotovoltaici. Quest'ultimo progetto, anch'esso di grande successo, si pone l'obiettivo di organizzare un gruppo di soci che intendano installare sul tetto della propria abitazione un sistema fotovoltaico ad uso domestico.

L'associazione si occupa di raccogliere la richiesta e trovare tecnici e installatori. Questa proposta diventa anche un canale per aumentare il numero di soci.

Nel 2011 vengono realizzati oltre 100 impianti attraverso i gruppi di acquisto collettivo, inoltre vengono organizzati laboratori scolastici per gli studenti al fine di creare un maggior coinvolgimento nelle politiche di gestione del territorio.

[50] <http://www.solarecollettivo.it/2008/09/15/adotta-un-kw/>

Dal 2012, con il progetto “Coltiviamo il sole”, Solare Collettivo facilita la costituzione di gruppi di cittadini che finanzino collettivamente la costruzione di un’impianto fotovoltaico presso un’azienda agricola del territorio, ricevendo il capitale versato in primizie delle aziende aiutate, rafforzando il rapporto tra produttore e consumatore.

Il 19 dicembre 2008, nasce ufficialmente a Cuneo Rete-energie, società cooperativa composta da 13 membri. Il modus operandi dell’associazione piemontese è basato sulla bassa propensione al rischio, paziente e ostinata attesa e spirito collettivo. L’obiettivo della società è permettere che i soci della cooperativa siano produttori di energia e al tempo stesso consumatori dell’energia prodotta. la cooperativa dovrebbe configurarsi come un’operatore del mercato elettrico che da un lato immette energia nella rete nazionale e dall’altro si occupa di fatturarla ad ogni singolo socio, chiudendo così virtualmente il cerchio fra la produzione e vendita di energia [51].



L’associazione dovette scontrarsi con la complessa realtà del mercato nazionale e la rapida evoluzione normativa che lo riguarda.

[51] <https://4usolution.org/lucchiola-per-i-soci-di-reteenergie/>

Lo statuto della cooperativa prevede due tipi di soci. I soci cooperatori concorrono a determinare gli indirizzi della cooperativa, usufruendo anche dei servizi che essa offre. I soci sovventori, invece, concorrono a finanziarla, investendo nei suoi piani di sviluppo, non partecipando alla gestione, ma avendo diritto a remunerazione del capitale investito, sulla base degli utili conseguiti che la cooperativa decide di distribuire. Il raggiungimento degli equilibri dei conti non è affatto facile: il modo energetico è molto complesso ed i primi progetti riguardanti l'idroelettrico e l'eolico si perdono nei dedali della burocrazia; in seguito sono stati formati una serie di tecnici con il compito di curare l'efficientamento energetico dei loro impianti, ma anche di formare i soci ad un corretto utilizzo energetico in ambito domestico e lavorativo.

Ben presto gli attori prendono fiducia in questo modello sociale e nell'energia rinnovabile, diventando loro stessi procacciatori di nuovi siti su cui predisporre gli impianti, confermando l'efficacia di pensiero della società cooperativa, ed aiutati dagli incentivi statali che permettono il decollo della tecnologia fotovoltaica [52].



[52] <https://www.italiachecambia.org/mappa/retenergie/>

Tuttavia, se il numero degli impianti è in continuo aumento, insieme al numero dei soci aderenti, è invece il versante del consumo che stenta a decollare.

L'idea fu quella di cercare un'operatore del mercato elettrico con il quale stringere un'accordo per la vendita dell'energia ai soci.

Grazie alla diffusione dei loro tecnici nelle diverse regioni italiane, la cooperativa comincia a fornire una serie di servizi energetici diversificati, come diagnosi elettriche, progettazione di impianti fotovoltaici, efficientamento energetico. Si creano anche nuovi gruppi di acquisto relativi a nuove tecnologie come quello del sistema di accumulo denominato "Lucciola", per lo stoccaggio energetico degli impianti privati.

Per lo sviluppo della cooperativa ci si rende conto che servono competenze più specifiche nel campo della comunicazione aziendale e dell'economia. Quello che manca è una cooperativa di vendita, ma non tutti gli attori hanno la possibilità o volontà di far parte del progetto. Nasce così la fusione con E'nostra, una comunità milanese più eterogenea, in cui i mondi di provenienza dei soci si mischiano: consumatori urbani green e cosmopoliti, aziende attente alla corporate social responsibility, oltre che il mondo dell'economia solidale più tradizionale [53].



E'nostra diventa nel 2015 parte delegata alle vendite e dal 2016 si sottoscrivono i primi contratti di fornitura di energia 100 % rinnovabile, chiudendo definitivamente il cerchio di produzione e cessione energetica ai soci di tutta la

[53] <https://www.co-energia.org/component/k2/itemlist/>

Ad oggi l'azienda conta più di 2,5 milioni di euro di bilancio e oltre 4 milioni di euro di patrimonio, numeri destinati a crescere rapidamente di anno in anno. Nel corso del suo operato E'nostra e Retienergie hanno installato in Italia più di 934Kw di impianti fotovoltaici ed eolici, ricevendo il Premio Impresa Ambiente, rilasciato dalla Camera di commercio di Roma e il riconoscimento del premio European Business Awards, una selezione a livello europeo dei migliori esempi di impresa innovativa [49].

**OGNI GIORNO**

È IL MOMENTO DI AGIRE



[54] <https://www.co-energia.org/component/k2/itemlist/>

## 2. Metaprogetto

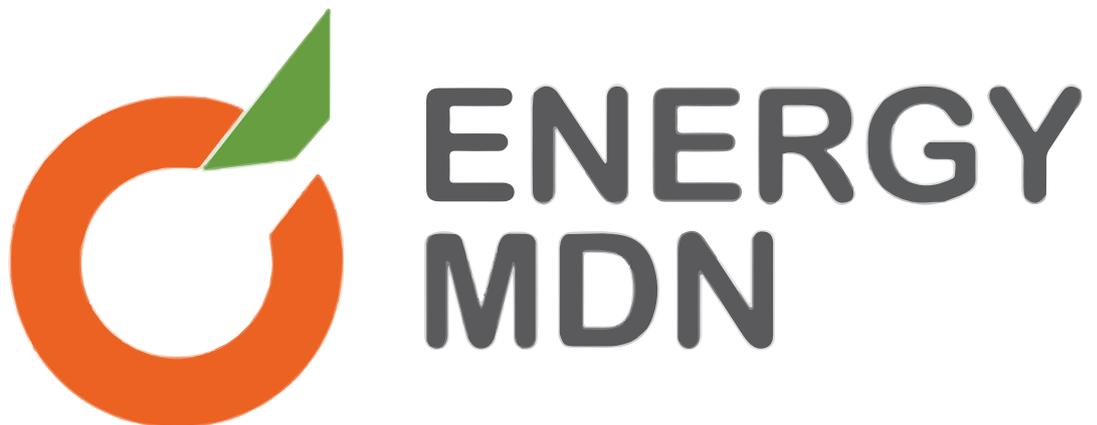
Definizione dello scenario di progettazione  
e dei suoi protagonisti

## 2.1 La committenza

### Mediterranean Design Network: cos'è?

L'azienda Mediterranean Design Network S.r.l. nasce a Palermo nel 2009 e ha focalizzato la sua attenzione sulle energie rinnovabili, fornendo così un'ulteriore risposta alla domanda crescente del mercato riguardante energia pulita non proveniente da combustibili fossili.

L'azienda produce turbine microeoliche e microidriche le quali, grazie alla tecnologia sviluppata, sono più produttive. In particolare, aumentano il rendimento dei kW prodotti. Le turbine microeoliche sono progettate, realizzate e configurate in funzione delle specifiche caratteristiche di ventosità dei terreni in cui sono installate; le turbine microidriche, invece, sono progettate, realizzate e configurate tenendo conto della velocità di scorrimento dell'acqua, della larghezza, della lunghezza e della profondità dei canali [55].



### La “mission” aziendale

L'azienda, sulla base della sua mission volta alla riduzione dell'impatto ambientale sul pianeta, è in linea con le politiche mondiali e in particolare con gli obiettivi legati allo sviluppo sostenibile in relazione al contenimento delle emissioni e all'aumento della temperatura globale. Infatti, il suo prodotto, altamente innovativo, è rivolto a tutti

[55] [http://www.energymdn.com/galleria/#iLight-box\[94d06853e1de-2f4a30b\]/3](http://www.energymdn.com/galleria/#iLight-box[94d06853e1de-2f4a30b]/3)

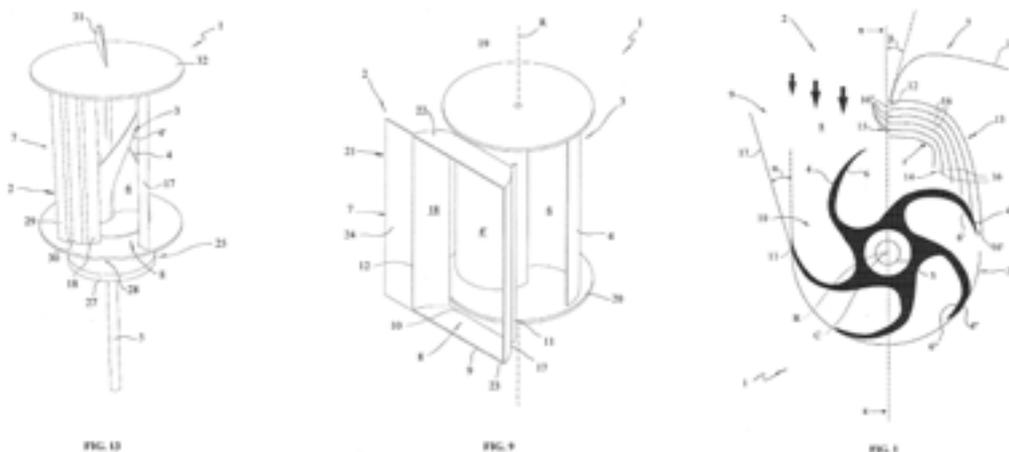
quei soggetti del mercato la cui volontà è contribuire allo sviluppo sostenibile

## Brevetti e collaborazioni

L'azienda vanta numerosi brevetti depositati, tra cui due brevetti internazionali e uno nazionale.

Un quarto sarà depositato grazie agli studi effettuati dal team di ingegneri che hanno sviluppato una tecnologia innovativa che permette di migliorare in modo significativo l'efficienza delle macchine da loro studiate.

In particolare, i quattro brevetti sono stati ottenuti su un convogliatore di flusso utilizzabile in diversi contesti come l'idrico, l'eolico ad asse verticale e la combinazione di solare termico e eolico, rappresentando dei notevoli miglioramenti nell'efficienze di queste macchine che bene presto potranno entrare a far parte della nostra quotidianità[56].



Il progetto di ricerca intrapreso ha avuto una durata pari a 5 anni ed è stato sviluppato in collaborazione con ingegneri aerospaziali provenienti dai Politecnici di Milano e di Torino e dall'Università degli Studi di Palermo e di Genova. Il lavoro di ricerca si è concentrato su aspetti di fluidodinamica applicabili alle turbine sia in ambito idrico che in ambito eolico per il miglioramento della micro-generazione eolica.

[56]<https://data.epo.org/publication-server/document?iDocId=5892625&iFormat=2>

## Le turbine eoliche ad asse verticale

Le turbine microeoliche sono progettate, realizzate e configurate in funzione delle specifiche caratteristiche di ventosità dei contesti in cui saranno installate.

Le applicazioni del microeolico ad asse verticale possono essere sia in ambito residenziale (balconi di casa, terrazzi), sia nel formato più grande per l'illuminazione pubblica o per la produzione di energia per le piccole e medie imprese.

Molto promettente è la volontà di introdurre questi aereogeneratori in ambienti urbani per la produzione di energia eolica; questa tipologia di macchine permette infatti una valida integrazione con le zone urbane per via delle ridotte dimensioni, del basso inquinamento acustico prodotto e per la loro efficienza, implementata dalle soluzioni brevettate da MDN Energy [57].



[57] [http://www.energymdn.com/galleria/#iLight-box\[94d06853e1de-2f4a30b\]/3](http://www.energymdn.com/galleria/#iLight-box[94d06853e1de-2f4a30b]/3)

## 2.2 Briefing

### Analisi delle committenza e del briefing proposto

Mdn energy può definirsi come una realtà altamente permeata dalla ricerca tecnologica e ingegneristica applicata. I suoi studi, incentrati sull'aumento di resa di turbine ad asse verticale eoliche e idriche, sono pervasi dalla ricerca di soluzioni ecocompatibili per la generazione di energia elettrica [58].



Il primo incontro avvenuto tra me, il mio relatore di tesi, Professor Walter Franco e l'Amministratore Delegato dell'azienda Marcello De Luca, avvenne il 2 Dicembre del 2021. Dopo essere stato introdotto a quella che è da definirsi come "mission" aziendale di MDN Energy, mi è stata presentata la turbina eolica ad asse verticale frutto di anni di ricerca e collaborazione con studenti universitari politecnici di tutta Italia.

Nello specifico si è parlato di come questi dispositivi ad asse verticale abbiano sempre più la valenza di essere introdotti nell'ambiente urbano, per uso privato o pubblico, capacità conferita da alcune caratteristiche degli aerogeneratori come le ridotte dimensioni, l'inquinamento acustico nettamente inferiore rispetto le pale ad asse orizzontale e l'effettiva resa energetica di queste, che per

[58] [http://www.energymdn.com/galleria/#iLight-box\[94d06853e1de-2f4a30b\]/1](http://www.energymdn.com/galleria/#iLight-box[94d06853e1de-2f4a30b]/1)

mezzo delle migliorie effettuate e brevettate dalla start-up, rendono il dispositivo unico e altamente competitivo nel mercato mondiale.

Una volta presentatomi l'apparato tecnologico elaborato in anni di studio, perfezionamento e sperimentazione, sono stato introdotto dall' Ing. De Luca a quella che sarà l'attività progettuale che ha caratterizzato il mio percorso di Tesi.

Tra gli obiettivi aziendali sussiste anche quello di lavorare sull'espressività della turbina eolica, per far fronte ad una serie di barriere che si pongono qualora si voglia impiegare questo dispositivo in determinate aree urbane. Bisogna sempre confrontarsi con la paesaggistica di ogni singolo Comune, soprattutto quando si lavora in zone urbane di elevato pregio artistico, storico e architettonico o aree naturali di rilevanza, eliminando il rischio di perturbare visivamente l'ambiente, come spesso accade [59].



La ricerca di una Pubblica Amministrazione all'interno del territorio Siciliano è stata un'altra delle prerogative dell'azienda, che vorrebbero tessere nuovi contatti per l'installazione dei suoi dispositivi.

Per far ciò mi è stato fornito un'elenco di contatti dei Comuni della Provincia di Palermo in possesso delle

[59] <http://www.fotovoltaicosulweb.it/guida/fotovoltaico-da-record-i-cin-quanta-impian-ti-piu-gran-di-del-mondo.html>

condizioni geografiche ideali, in particolar modo la presenza di una fascia costiera, che ha il vantaggio di garantire venti forti e costanti senza impedimenti naturali o artificiali.

Fra i Comuni presentati: Castellammare, San vito lo capo, Lampedusa, Pantelleria, Trapani, Marsala, Ustica e Balestrate.

Dopo aver stretto una relazione con uno di questi Comuni, il mio dovere sarà quello di organizzare un'incontro con i rappresentanti della comunità per instaurare un discorso volto al fine di cogliere l'identità socio-economica del Comune e i suoi bisogni espliciti e latenti, al fine di progettare un prodotto o servizio aderente alle necessità del Comune e volto all'integrazione urbana di sistemi eolici e solari, cercando di superare il vincolo paesaggistico che rappresenta un'importante sfida data la natura, storica, archeologica e ambientale di queste città o borgate [60].



[60] <https://www.kayak.it/Hotel-a-Balestrate.58507.hotel.ksp>

## 2.3 Tessere relazioni

### Ricerca di una realtà comunale

Prima di partire alla ricerca di un potenziale Comune aperto ad una collaborazione, ho individuato quali potessero essere i campi di applicazione più promettenti per la tecnologia eolico-solare nel contesto urbano.

La risposta è arrivata considerando le condizioni presenti e future dei contesti urbani, e le direttive europee in tema di sostenibilità ambientale.

A questo proposito, indagando il panorama delle energie rinnovabili e il loro contributo futuro, è risultato chiaro come esse saranno fondamentali per fronteggiare la transizione ecologica che vede l'eliminazione dalla circolazione entro il 2050 dei motori a combustione.

La necessità di supportare attraverso le energie rinnovabili il processo di conversione dei motori in elettrico, sembra fondamentale al fine di chiudere il quadro completo del cosiddetto "Green deal" [61].



Ho reputato necessario impostare la proposta di progetto sul tema della viabilità elettrica e sulle soluzioni possibili, già in atto nelle grandi città (come la condivisione di vetture e Last Miles Vehicle) al fine di diminuire l'impatto della viabilità urbana sull'ecosistema.

[61] <https://ambien-tasgr.com/the-impact-of-the-green-deal-and-recovery-fund-on-sustainability-investments-in-europe/>

Ho preparato una tavola di scenario in cui riassumo graficamente il cuore del progetto, accompagnato da un video realizzato da me riguardante la situazione energetica ed ecologica italiana, nel quale è marcato il fatto che gran parte dell' energia prodotta o consumata provenga tutt'oggi, in gran parte, da fonti di energia non rinnovabili. In quest'ottica è palese come l'impiego massivo di motori elettrici sia solo un palliativo, che porterà alla diminuzione dello smog nelle città e nei centri abitati, ma anche ad un maggior numero di emissioni di gas serra e inquinanti nei siti di produzione energetica se l'elettricità non sarà proveniente da fonti rinnovabili [62].



Il video termina esortando la pubblica amministrazione, a prendere atto di questa situazione, suggerendo che il cambiamento può essere guidato non solo dall'istituzione nazionale, ma che anche le piccole realtà comunali possono contribuire attraverso una serie di scelte virtuose al miglioramento della condizione globale o nazionale.

[62] <https://www.ilriformista.it/la-sfida-della-sostenibilita-ambientale-la-decarbonizzazione-delleconomia-globale-176357/>

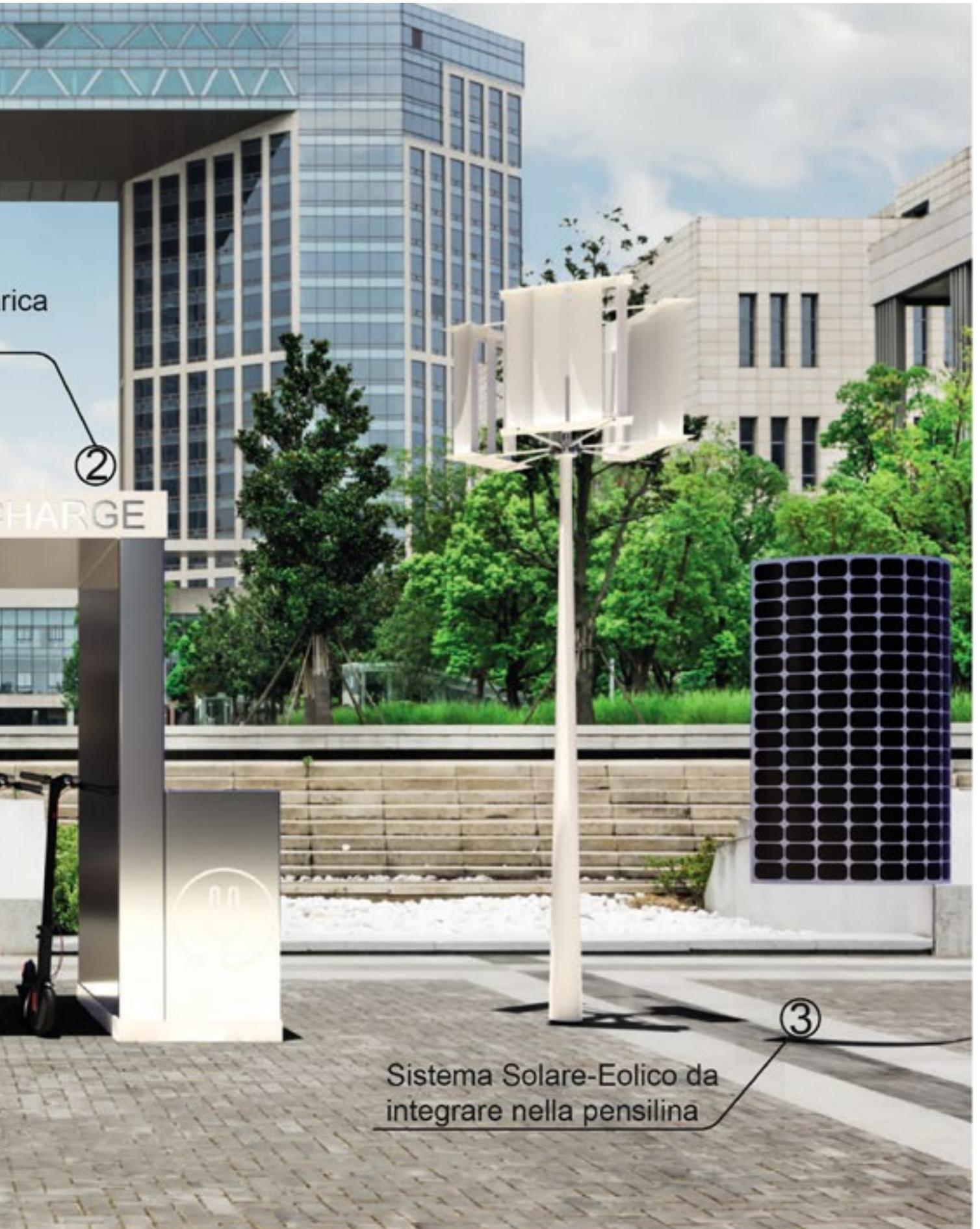
# CONTESTUALIZZAZIONE DI PROGETTO

Pensilina per la ricarica  
di veicoli elettrici

E-SCOOTER REC

①

Users di monopattini elettrici:  
Cittadino / Turista



rica

2

CHARGE

3

Sistema Solare-Eolico da integrare nella pensilina



Politecnico di Torino



ENERGY MDN

## Il Comune di Balestrate

Dopo aver contattato i Comuni selezionati, ho atteso una risposta positiva, che non è tardata ad arrivare.

L'Onorevole Vito Rizzo, sindaco del Comune di Balestrate, borgata di poco più di 6000 abitanti collocata nel golfo di Castellammare in provincia di Palermo, si è dimostrato da subito molto interessato al progetto, chiedendo maggiori informazioni e promuovendo una corrispondenza tra vari attori della pubblica amministrazione, fino alla stipulazione di un incontro o briefing al fine di capire la realtà sociale ed economica del Comune, i suoi bisogni espliciti in fattore di energia ed i bisogni latenti.

### La sua geografia

Balestrate, conosciuta in passato con il nome di Sicciara, è un comune di 6 134 abitanti compreso nella città metropolitana di Palermo. La cittadina, situata nel golfo di Castellammare al confine con la provincia di Trapani, posta nella valle del fiume Cataldo, ai piedi del monte Ferricini, si trova in una posizione equidistante tra i Comuni di Palermo e Trapani [63].



[63] <https://www.vivasicilia.com/spiaggia-balestrate/>

Il clima è temperato, con inverni più piovosi rispetto al periodo estivo. La temperatura media annuale è di 18,4 °C, registrando ad Agosto, il mese più caldo, temperature di massima superiori ai 26°C e d'inverno, nel mese di Gennaio, temperature che si aggirano intorno ai 12°C.

Nel litorale ovest vi sono diverse baie e cale. Partendo dal porto verso ovest: la cala di Sicciara detta anche dello scalo vecchio, baia delle Grotte, la Cala del Drago prospiciente la foce del torrente Lupo; la cala dei Petrazzi, la baia dei Fenici in prossimità della foce del torrente Calatubo e Baia Gaia a confine con Alcamo Marina. Nel litorale est si trovano, dal porto verso est: cala Paliscarmi; baia dello lato detta anche baia foce. La cala del Porto invece è l'antica cala del Capone (che deriva probabilmente da punta Calatacupuni che era ubicata dove oggi insiste villa Europa) [64].



Inoltre in prossimità della spiaggia, in direzione Alcamo Marina, sorge un sito di interesse comunitario costituito da più di 50 ettari di boscaglia pini marini, eucaliptus e tamerici.

[64] <https://ambien-tasgr.com/the-impact-of-the-green-deal-and-recovery-fund-on-sustainability-investments-in-europe/>

## Tra passato e presente

L'origine del Comune è molto antica e vede risalire la sua fondazione come piccolo borgo marinaro quando i bizantini governavano la Sicilia. Durante la dominazione araba il borgo vide una sua espansione dovuta alla costruzione di un impianto di irrigazione che venne denominato Secchiaria, per mezzo del quale irrigavano orti e coltivazioni di canna da zucchero.

I mercanti hanno reso il commercio florido, spesso contrabbandando merci per evadere i pesanti dazi imposti dai governatori dell'isola. Si estendeva per 10 Km in direzione Sud un grande bosco di querce che offriva la possibilità di esercitare la pastorizia e l'approvvigionamento di legname. Gli alloggi erano costruiti con materiali locali reperibili in abbondanza nel territorio, come canne da zucchero e legname.

La foce del fiume Lato era segnato in tutte le carte nautiche del Mediterraneo fin dal periodo greco antico, in quanto offriva la possibilità alle flotte di navi militari di approvvigionarsi di acqua potabile.

Nel settecento la Sicciara ebbe un notevole incremento della produzione agricola: nasce l'interesse negli inglesi di commercializzare i prodotti vitivinicoli prodotti in queste terre.

Nello stesso periodo Sicciara rientra sotto la giurisdizione del vescovo di Mazara del Vallo.

In loco la produzione agricola incrementa. Si vengono ad erigere le prime case fatte con le pietre della tonnara e

della torre [65], [66].



Il re Ferdinando di Borbone istituì il 29 Marzo 1820 il Comune di Balestrate, che comprendeva le borgate di Sicciara e Trappetto. Nello stemma del comune son rappresentate una balestra e una seppia a richiamo del nome di Balestrate e Sicciara [67].



Dal 1835 al 1840 sorsero nel territorio una serie di stabilimenti enologici voluti da magnati inglesi, classificati oggi come edifici di archeologia industriale. Qui venivano lavorati speciali acini di uova rossa denominati “perrione”, trasportati nella città di Marsala per la produzione dell’omonimo vino.

Nel 1881 divenne operativa una linea ferroviaria passante per Balestrate, che divenne il crocevia di importanti scam-

[67] [https://it.wikipedia.org/wiki/Stemma\\_Balestrate#/media/File:Stemma\\_di\\_Balestrate\\_\(02\).jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/Stemma_Balestrate#/media/File:Stemma_di_Balestrate_(02).jpg)

[66] [https://it.wikipedia.org/wiki/Castello\\_di\\_Calatubo#/media/File:Castello\\_di\\_Calatubo\\_\(02\).jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/Castello_di_Calatubo#/media/File:Castello_di_Calatubo_(02).jpg)

[65] <https://www.balestrate200anni.it/2020/06/21/la-tonnara-di-sicciara/>

bi commerciali dei vini prodotti, che comportò un accrescimento del Comune fino a 5000 abitanti [66].



Durante il ventesimo secolo Balestrate continua ad espandersi ma è a partire dal 1970 che subisce, con una violenza inaudita, l'abuso edilizio da parte di tutta la comunità e di coloro che a Balestrate vogliono villeggiare in estate. Il fenomeno dell'abuso edilizio cambia tutte le previsioni urbanistiche. Nel 1994, il comune avvia l'iter per l'approvazione di un piano regolatore ma ancora oggi questo non è stato approvato.

Nel 2002 è stato ultimato un porto allo scopo di rilanciare il settore turistico della zona [69].



[69] [https://siciliamare.it/porto-balestrate-2-milioni-mezzo-completare-la-strada-daccesso\\_3404/](https://siciliamare.it/porto-balestrate-2-milioni-mezzo-completare-la-strada-daccesso_3404/)

[68] <https://www.ebay.it/item/302106141846?hash=item4656ede496:g:N~EAA-OSwh2xX~~re>

La maggiore attrazione di Balestrate è il mare smeraldino e la spiaggia, che si affaccia sul Golfo di

Castellammare, gradita ai visitatori per le sue acque, ideali per le famiglie. Al suo interno include la cosiddetta “spiaggia dei pescatori”, di particolare interesse geologico per la presenza di una falesia con fossili di Pecten.

Inoltre il comune è anche privilegiato dalla sua posizione strategica in quanto, nel raggio di pochissimi Km, si ha la possibilità di raggiungere mete turistiche molto famose come Palermo, Mondello, Monreale, la valle dello Jato, Trapani, Segesta, Erice, Selinunte e ancora la vicinanza a luoghi suggestivi come Scopello, piuttosto che la riserva dello Zingaro, conosciuta come una meta paradisiaca [70].



[70] <https://www.vacanzesiciliane.net/castellammare-del-golfo/>

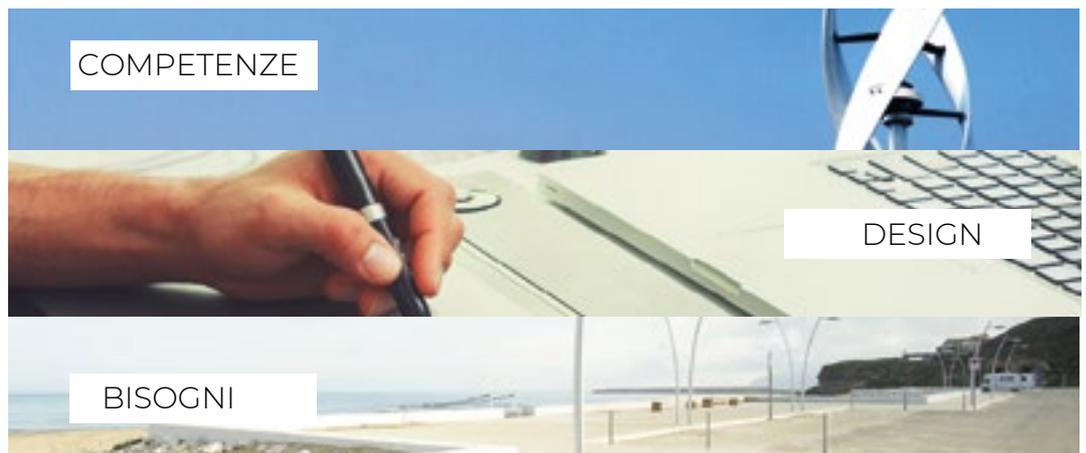
## 2.3 Ricerca dei bisogni

### Incontro con il Comune di Balestrate

A seguito di una serie di chiamate conoscitive avvenute tra me e il Geom. impellizzeri, responsabile della direzione tecnica e lavori pubblici all'interno del comune, sono riuscito ad organizzare un' incontro tra me e la pubblica amministrazione.

Il 4 Marzo del 2022 sono entrato così in contatto diretto con Balestrate, organizzando questa riunione al fine di comprendere meglio la realtà sociale del comune e le sue intenzioni per l'amministrazione presente e futura del territorio.

D'apprima mi sono ho introducendo lo scenario di applicazione del progetto di tesi, e presentando il mio relatore W.franco e la Start-up "MDN Energy", soffermandomi sullo spiegare quale fosse il modus operandi del Designer e il motivo per il quale ho fissato il colloquio, ovvero, la ricerca dei bisogni impliciti ed espliciti all'interno del loro comune.



Lasciando la parola agli intervistati, mi hanno subito precisato che nella borgata è in atto un lungo processo di riqualifica, che vedrà la costruzione di un nuovo centro per lo stoccaggio di rifiuti, la ricostruzione di alcuni alloggi nel centro del comune e l'intenzione di aprirsi ad un maggiore flusso turistico con la costruzione di alberghi e

case vacanze nel lungo mare lungo via della repubblica. Il processo di riqualifica ha già visto la costruzione nel 2002 dell'odierno porto, proprio con il fine di creare una larga apertura all'approdo dei visitatori.

L'intenzione del Comune è un orientamento al benessere economico e alla tutela del cittadino, ma che comprenda nella sua ottica anche un supporto alla macchina turistica, in continua espansione dagli anni 70. La nostra intenzione a lavorare sull'incentivazione della viabilità elettrica è stata apprezzata, in quanto si è registrato un notevole incremento di possessori di monopattini elettrici e si sta pensando all'installazione di alcune colonnine adibite alla ricarica di auto.

Si reputa fondamentale quindi una progettazione che vada a includere come utilizzatori finali del progetto i cittadini ma anche i turisti, rendendo la città più attrattiva e accessibile.



### Considerazioni secondarie sull'incontro

Dato l'elevato interesse da parte degli intervistati al tema della sostenibilità e dell'indipendenza energetica, oltre che ai possibili incentivi statali vigenti, abbiamo reputato interessante proporre al Comune l'adesione alla società Onlus "Legambiente" che coadiuva gratuitamente,

fornendo la consulenza di volontari esperti energetici, la transizione ecologica di piccoli e medi paesi all'attuazione di una comunità energetica [69].



## **LEGAMBIENTE**

La creazione di una comunità energetica permetterebbe al Comune di ottenere incentivi sulla messa in opera degli impianti rinnovabili e di ottenere remunerazioni per il quantitativo energetico prodotto, autoconsumato e ceduto alla rete pubblica. Il tema della comunità energetica, aperto anche allo scambio di risorse primarie tra i partecipanti alla comunità, apre nuovamente il briefing a una serie di problematiche che vive il Comune, tra cui, quella più importante, la carenza idrica che colpisce il territorio periodicamente nei periodi che vanno da fine primavera ad inizio ottobre, al quale parte dei comuni della provincia di Palermo pone rimedio attraverso il prelievo di acqua dall'adiacente bacino di Poma, ormai anch'esso soggetto a rischio idrico.

[69] <http://www.ecologiaquotidiana.it/projects/legambiente/>

## 2.4 Casi studio

### Stato dell'arte dell'integrazione in ambito urbano di sistemi eolici e solari.

Attraverso la mia ricerca ho individuato diversi esempi di integrazione di sistemi eolici e solari in ambito urbano, che comprendono la loro installazione permanente in grandi architetture, la creazione di pensiline e l'arredo urbano.

Ho pensato di sorvolare quelli che sono gli esempi applicativi in ambito architettonico in quanto non pertinenti ai bisogni dei comuni, ma mi soffermerò nell'elencare quelli che ho reputato più espressivi e avveniristici nell'ambito dell'arredo urbano e delle pensiline.

#### WIND TREE, New Wind, Jerom Michaud, Parigi, 2013

Il progetto nasce da una ispirazione di Jerom Michaud nel 2011, a seguito del disastro di Fukushima, cercando di porre un'alternativa all'utilizzo di energia nucleare.

Jerom concretizzò l'idea di "albero elettrico" ispirandosi ai movimenti che ogni singola foglia produceva durante una giornata di brezza al parco. Il fenomeno lo spinse a ricreare un sistema dove ogni singola "foglia d'albero" potesse muoversi indipendentemente immagazzinando energia elettrica.

Le pale dei microgeneratori hanno forma e colore che ricordano le foglie di un comune albero e sono composte in plastica. Esse sono disposte su di una struttura tubolare in ferro che riproduce la forma dei rami di un albero. L'intero sistema misura 10 m di altezza e 7 di larghezza e si attiva a una velocità del vento pari a 7 Km/h. Il produttore sostiene che un albero può generare fino al 50 % del fabbisogno energetico di una famiglia. La sua modularità permette l'installazione di un numero di turbine necessarie alle proprie esigenze [70].



**BOHUŠ KUBINSKÍ, Ennessere, 2018, Bratislava**

Il microeolico verticale diventa protagonista di un'installazione artistica in movimento ma ecologica, in quanto energeticamente autosufficiente, animando lo spazio pubblico attraverso l'illuminazione, il videomapping, il suono e altre funzioni Smart.

La torre è rivestita in un materiale reticolare che non ostruisce la vista dei visitatori, rappresentativa del contesto di progetto Hi-Tech dell'installazione.

Da una parte troviamo una struttura autoportante in completa integrazione con l'ambiente circostante, che presenta una forma armonica; dall'altra, l'autogenerazione di energia elettrica necessaria ad animare questo spazio pubblico interattivo, che diventa il protagonista di una delle piazze più importanti della città [71].



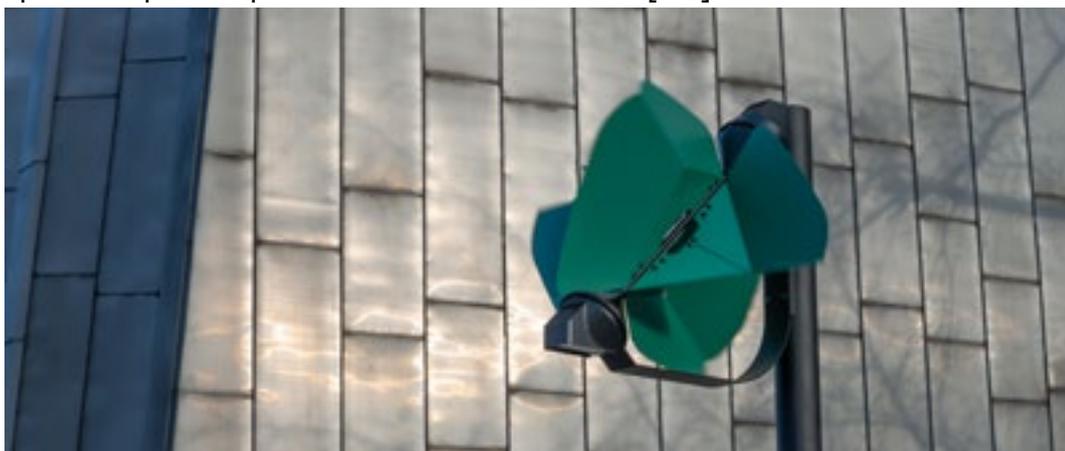
[71] <https://www.enessere.com/en/portfolio/bohus-kubinsky-art-installation-bratislava/>

[70] <https://archive.curbed>.

## PAPILIO, Tobias Trübenbacher, 2021, Berlino

Il progetto nasce dalla volontà di ridurre l'impatto ecologico dei lampioni stradali attraverso la generazione di energia per mezzo di una pala microeolica ad asse verticale, che allo stesso tempo vada a diminuire l'inquinamento luminoso. La pala di Savonius utilizzata a questo scopo permette la produzione di energia ecologicamente neutra. Un sistema di accumulo energetico permette l'immagazzinamento dell'energia che consente al prodotto di non essere direttamente collegato alla rete pubblica di alimentazione. Al contrario, esso può essere collegato alla rete pubblica al fine di cedere il surplus energetico generato.

Al fine di ridurre l'inquinamento luminoso, il cono di luce proiettato dall'apparecchio sul terreno porta a non aver perdite di luce nell'ambiente e l'installazione di un sensore a infrarossi permette alla luce di attivarsi solo quando questo percepisca un movimento [72].



## WIND TURBINE WALL, Joe Doucet , 2021, New York

Il designer newyorkese si domandò come un sistema di recupero energetico rinnovabile possa divenire anche un "accessorio" per valorizzare la bellezza delle case e degli ambienti. A questo scopo nasce il progetto "Wind Turbine

[72] <https://www.urdesignmag.com/design/2021/05/31/papilio-wind-powered-street-lamp-to-bias-truenabacher/>

Wall”: un serie di muri cinetici che utilizzano turbine ad asse verticale che oltre a creare energia generano un effetto visuale ipnotico sullo spettatore.

Ogni muro è dotato di 25 turbine che possono generare la potenza di 10 Kw di picco. L'intero sistema, come per i pannelli solari, può essere collegato alla rete pubblica e dotato di un sistema di accumulo energetico.

Il produttore sostiene come questo prodotto sia silenzioso e sicuro per i bambini in quanto le pale sono facilmente arrestabili con una mano e non presenta spigoli che potrebbero accidentalmente ferire i passanti [73].



**PENSILINA FOTOVOLTAICA PER BIKE SHARING, Solon, Padova, 2012**

È stata annunciata, nel corso di una conferenza stampa che ha avuto luogo nel contesto di Expobici 2012, l'inaugurazione delle prime tre pensiline fotovoltaiche realizzate a Padova e destinate ad alimentare 15 postazioni di bike sharing elettrico.

Padova vanta ora le sue prime tre postazioni di bike sharing.

Ciascuna postazione è dotata di biciclette elettriche a pedalata assistita collocate in una pensilina dotata di cinque moduli fotovoltaici in silicio policristallino da 200 watt, realizzati ad hoc con doppio vetro per lasciar filtrare natural-

[73] <https://www.goodnewsnetwork.org/this-wind-turbine-sculpture-lets-you-harness-enough-energy-to-power-your-home/>

mente la luce del sole sotto la copertura della pensilina [74].



HYBRIDE, Energies-Sol, Francia, 2012

“Hybride” presentata da Energies-Sol, azienda francese specializzata nella fornitura di materiale ecosostenibile, è un punto di ricarica per veicoli elettrici alimentato da pannelli solari e turbine eoliche. I due sistemi lavorano assieme e sono in grado di fornire rispettivamente 1400 W e 1500 W. La colonnina funziona tramite sistema di riconoscimento basato su tecnologia RFID (identificazione a radio frequenza) e dispone di un display LCD che fornisce le indicazioni necessarie all’utente per la ricarica. Nel caso la richiesta fosse superiore all’offerta di energia, Hybride può collegarsi alla rete elettrica convenzionale [75], [76].

[76] [http://www.greenvivo.com/fr/produit/station-de-recharge-hybride-pour-vehicules-electriques\\_](http://www.greenvivo.com/fr/produit/station-de-recharge-hybride-pour-vehicules-electriques_)

[75] <https://www.avem.fr/2012/12/20/energies-sol-presente-une-station-de-charge-hybride-combinant-energie-solaire-et-eolienne/>

[74] [https://energia-plus.it/il-bike-sharing-elettrico-a-padova-e-una-realta\\_32116/](https://energia-plus.it/il-bike-sharing-elettrico-a-padova-e-una-realta_32116/)



## 2.6 Personas

### Progettare: per chi?

Profilazione dei futuri soggetti utilizzatori del servizio.

Nasce a questo punto della progettazione la necessità di affermare quali siano i soggetti che verranno attratti dal servizio e che saranno propensi a diventare clienti.

A questo proposito viene in aiuto il metodo della profilazione delle “Personas”, una metodologia oggettiva che permette, attraverso l’astrazione del progettista, di immaginare quali siano i soggetti più pertinenti alla sua creazione.

Lo strumento prescrive di elaborare la più ampia rosa di profili tipologici umani, andandone ad approfondire la psicologia, emotività, passioni, hobbies e stili di vita.

In elenco, i personaggi da me indentificati per sfruttare il prodotto orientato al servizio da me concepito.



*Paola ha 19 anni e si sente una ragazza libera, ama viaggiare e nutre un profondo rispetto per la natura, che la porta a scegliere soluzioni e prodotti da lei reputati ecosostenibili.*

*La sua sete di avventura la porta a viaggiare anche da sola e ama esplorare luoghi e itinerari spesso tagliati fuori dai grandi flussi turistici.*

*Se può, per semplificare i suoi spostamenti e visitare quanto più possibile, affitta mezzi di trasporto appoggiandosi a servizi di sharing [77].*

[77] <https://pixabay.com/it/photos/donna-maglieria-occhi-faccia-testa-2563491/>



*Marco è un giovane padre di famiglia di 35 anni. Dopo la nascita dei suoi figli ha deciso che per loro vorrà il meglio e per questo diviene un consumatore consapevole o “prosumer”.*

*Recentemente ha deciso di acquistare una macchina a motore elettrico per far fronte alle note problematiche del riscaldamento globale che minacciano l'esistenza.*

*Quando viaggia predilige mete naturalistiche dotate di sistemi di ricarica per la sua automobile, che però non sono sempre reperibili [78].*



*Giuseppe è un ragazzo di 23 anni che abita nel comune di Balestrate. E' uno studente lavoratore ed è solito passare il suo tempo libero in compagnia dei suoi vecchi amici.*

*Utilizza spesso la sua automobile per compiere brevi tragitti per svolgere alcune commissioni, andare al bar e per prendere il treno che lo conduce a Palermo, città dove studia.*

*Pensava di acquistare un monopattino elettrico per risparmiare sulla benzina, ma purtroppo al momento non dispone di sufficiente liquidità per acquistarlo [79].*

[79] <https://pixabay.com/it/photos/ragazzo-uomo-le-per-sone-buio-ombra-2617866/>

[78] <https://pixabay.com/it/photos/uomo-portrait-of-a-man-studio-4387677/>

## 2.5 Concept

### Elaborazione di un concept aderente ai bisogni del cliente

Sintesi delle necessità del committente e dei bisogni del cliente da me riscontrati

Una delle intenzioni principali di MDN Energy è quella di trovare soluzioni progettuali che diano il via ad un processo di integrazione urbanistica della tecnologia eolica brevettata, che trova ostacoli per fattori inerenti all'inserimento paesaggistico, che in paesi come l'Italia spesso risulta una materia assai severa e rigida.

L'integrazione dell'eolico e del fotovoltaico in Italia è stata oggetto di diverse critiche, riferite soprattutto all'impatto estetico che questi impianti hanno sul territorio.

Sono richieste specifiche disposizioni per gli aspetti visivi dell'installazione, definendo linee guida per l'appropriata progettazione di un impianto eolico, che prevede diversi punti legati all'integrazione paesaggistica, come:

Esclusione delle aree di particolare pregio paesaggistico [77]



Frequentazione del paesaggio ed analisi delle specificità territoriali [78]



[78] <https://www.mondobalneare.com/turismo-il-mare-italiano-e-piu-in-crisi-rispetto-alla-montagna/>

[77] <https://www.moleantonelliana-torino.it/contenuti/>

Verifica degli impatti visivi con fotosi-  
mulazioni [79]



Minimizzazione dell'impatto visivo  
[80]



Individuazione delle migliori soluzio-  
ni cromatiche disponibili [81]



Nel Comune di Balestrate è in atto un'attività di riqualifica imperterrita, che dura dai primi anni 2000 e che guida l'espansione territoriale della cittadina e l'aumento di infrastrutture.

Oltre al problema energetico, drammaticamente aumentato a causa del rincaro degli ultimi mesi, il Comune, come gran parte della regione Sicilia, si trova ad affrontare una seconda crisi, quella idrica, che a causa dei cambiamenti climatici sta diventando sempre più gravosa per cittadini, agricoltori e per la natura geologica dell'isola.

Nello specifico, questi bisogni, impliciti ed espliciti nel com-  
mitente, possono essere riassunti nel seguenti punti:

### **Riqualifica**

Ampliamento e rinnovamento delle  
infrastrutture a favore della comunità  
e dei turisti [81]



[81]<https://www.pexels.com/it-it/foto/fotografia-ravvicinata-del-camaleonte-verde-e-giallo-70556/>

[80]<https://www.pexels.com/it-it/foto/fotografia-ravvicinata-del-camaleonte-verde-e-giallo-70556/>

[79]<https://www.macformazione.com/blog/fare-rendering-con-3d-studio-max/>

### ***Turismo***

Aprire le frontiere a un maggior flusso turistico per valorizzare il potenziale economico del Comune [82]



### ***Energia***

Creazione di un sistema di produzione energetica interno al Comune, per sopperire al caro energia [83]



### ***Acqua***

Difendere l'acqua come bene pubblico e trovare un sistema per semplificare l'accesso ad essa da parte dei cittadini [84]



## **Riflessioni preliminari**

Per la fase di identificazione del concept progettuale, ho cercato di tenere conto di tutti i fattori comunicanti la volontà del Comune di Balestrate.

Ho reputato fondamentale la creazione di un prodotto o servizio che includa come target di riferimento sia i cittadini sia i turisti, che sia portavoce della volontà di riqualificazione in maniera conforme alle direttive europee in tema di ecosostenibilità, che apporti un vantaggio alla macchina turistica, semplificando e valorizzando la permanenza dei visitatori, e che tenga conto di un'ideale comunitario, basato sullo scambio interno di risorse, prodotti ed energia, ricercando un modello sociale che punti alla consapevolezza di consumo dei cittadini (prosumer).

Il progetto diventa portavoce di una serie di valori che si auspica siano perseguiti dalla comunità in chiave di valida soluzione ad una crescita sostenibile del paese.

[84]<https://laureano.it/?news=-fighting-desertification->

[83]<https://www.crienergy.com/microeolico/>

[82]<https://www.pexels.com/it-it/foto/uomo-e-donna-cammina-sul-molo-1268855/>

## Il concept

A seguito delle precedenti riflessioni, ho ritenuto opportuno incentrare il progetto nel tema della viabilità elettrica a supporto del cittadino e del turista. Il tema della viabilità è frutto di considerazioni nate da quelli che sono i presupposti di “svolta verde” o “Green Deal” proclamato dall’Unione Europea, che prevede la cessazione delle vendite di motori a combustione, con la loro relativa sostituzione in elettrico entro il 2050.

Per certi versi, più che una direttiva, sembra un vera e propria sfida, data l’elevata percentuale di corrente elettrica che tutt’ora viene prodotta in Europa da fonti considerate non rinnovabili [85].



Il concepimento di una pensilina eolico-solare potrà rispondere a dovere a questa carenza di “energia verde”, riducendo in buona parte l’ammontare energetico acquistato dalla rete pubblica.

La possibilità di installare queste pensiline lungo le zone della costa del Comune garantirebbe innanzitutto un parcheggio per i numerosi turisti al riparo dal caldo estivo, contribuirebbe alla ricarica delle automobili e permetterebbe ai visitatori di poter esplorare in maniera più accessibile la cittadina attraverso un sistema di noleggio di Last Miles Vehicle (monopattini elettrici).

[85]<https://insideevs.it/news/490930/piani-case-auto-elettriche-fine-benzina-diesel/>

Concepire la pensilina come un sistema in grado sia di ospitare automobili ma anche monopattini elettrici è stata una decisione guidata da fatto che questi due veicoli possono coesistere l'uno a supporto dell'altro, accorciando per esempio il tragitto dalle zone di parcheggio disposte sulla costa alle abitazioni e potrà inserirsi anche nella routine dei locali che potranno preferire l'utilizzo del monopattino elettrico all'interno della zona urbana del Comune piuttosto che della propria macchina, influenzando in questo modo anche sulla viabilità del centro urbano.

Data la propensione del Comune a ricercare una propria indipendenza energetica attraverso l'ipotesi di messa in atto di una comunità energetica, penso sia lecito considerare di collegare le pensiline alla rete elettrica del Comune, in modo che gli eccessi energetici prodotti, soprattutto durante il periodo di bassa stagione turistica in cui il Comune vede diminuire per più di metà la sua popolazione, potranno essere utilizzati dalla comunità per alimentare le proprie utenze, pubbliche e private.

Non meno importante l'integrazione di un sistema di raccolta delle acque piovane attraverso la tettoia della pensilina, che prevede l'utilizzo di serbatoi di recupero, svuotati periodicamente dalla pubblica amministrazione e riversati in una cisterna principale comune. Così facendo il Comune disporrà di una riserva d'acqua a cui poter attingere durante i mesi di siccità della calda stagione contribuendo in parte a mansioni come il mantenimento del verde pubblico o il lavaggio del manto stradale.

Da considerare il fatto che, per sopperire al bisogno idrico, gli abitanti di Balestrate, come parte della provincia di Palermo, si rivolgono ad un sistema di autobottieri che prelevano l'acqua necessaria dall'adiacente bacino idrico del lago di Poma, anche esso soggetto a carenza idrica.

Questo sistema non sarà mai in grado di cambiare il destino dello specchio d'acqua sempre più arido, ma sarà comunque un messaggio forte che mi auspico possa essere colto dai cittadini e dalla pubblica amministrazione come buona pratica per una corretta gestione delle risorse idriche.

Nell'ottica di comunità energetica, l'idea della pensilina eolico-fotovoltaica potrebbe essere adottata anche dagli agricoltori locali seguendo il concetto dell'agrivoltaico, già approfondito in questa Tesi.

L'utilizzo di coperture fotovoltaiche abbinato alla coltivazione, oltre a donare eccellenti risultati all'attività agricola, costituirebbero un'ulteriore e valido sito per la produzione di energia elettrica, permettendo agli agricoltori anche di accumulare l'acqua necessaria alle loro colture in previsione delle periodiche siccità estive, scambiando gli eccessi d'acqua immagazzinata tra di loro, in un'ottica di consunzione di risorse.

### **Linee guida di progetto**

A seguito dell'ideazione del concept mi sono concentrato sul trovare una serie di concetti e tematiche fondanti il progetto, le quali, nel complesso, sono portavoci del concept progettuale.

Queste linee guida possa identificarsi in:

#### ***Modularità***

Consentire l'ampliamento nel tempo del progetto e dimensionarlo in funzione degli spazi disponibili [86]



[86] <https://www.defit.org/modularity/>

### **Integrazione**

Mimesi del progetto con l'ambiente urbano. Adattamento espressivo delle turbine; mimesi tecnologica [87]



### **Inclusione**

Creazione di un servizio aperto a tutta la comunità, compresi turisti e coloro che non sono muniti di veicoli elettrici [88]



### **Condivisione**

Creazione di una realtà che favorisca la condivisione di mezzi o strumenti, scoraggiando l'acquisto privato [89]



### **Riqualifica**

Offrire un prodotto che sia rappresentativo degli intenti di riprogettazione messo in atto dal Comune [90]



### **Riduzione**

Ridurre i costi di progetto e recuperare eventuali sprechi o risorse che altrimenti andrebbero perdute [91]



## **Identificazione delle aree in cui installare le pensiline**

Al fine di garantire una sufficiente e ben distribuita esternalizzazione del prodotto/ servizio è nato il bisogno di osservare le planimetrie della città e capire in quali punti sarebbe stata ideale l'installazione delle pensiline.

Per garantire la massima efficienza dei sistemi fotovoltaici ed eolici ho dovuto considerare principalmente la fascia costiera, in quanto priva di ostacoli naturali e ar

[91] <https://medium.com/agile-lab-engineering/the-secret-to-reduce-spark-application-costs-fc-dc9087b1d3v->

[90] <https://www.thespruce.com/paint-your-walls-like-a-pro-1104078/>

[89] <https://www.pexels.com/it-it/foto/gruppo-di-persone-che-mangiano-insieme-3184195/>

[88] <https://www.aihr.com/blog/diversity-equity-inclusion-belonging-deib/>

[87] <https://worldarchitecture.org/architecture-news/evzmm/philosophy-of-nature-and-natural-in-ar->

chitettonici che avrebbero potuto inficiare la resa degli apparecchi.

La maglia urbana del paese, costituita da una serie di viali che si incrociano perpendicolarmente tra loro, si libera in prossimità della costa, dove lunghi viali seguono l'andamento organico di spiagge e scogliere.

In queste strade come Via della Repubblica e Via Segesta, sorgono numerosi spiazzi, adibiti in alcuni casi a vere e proprie terrazze sul mare, dove i visitatori possono riposarsi godendo della vista suggestiva del golfo, mentre negli spazi adiacenti le spiagge e i lidi marittimi sono presenti numerosi posti auto [92].



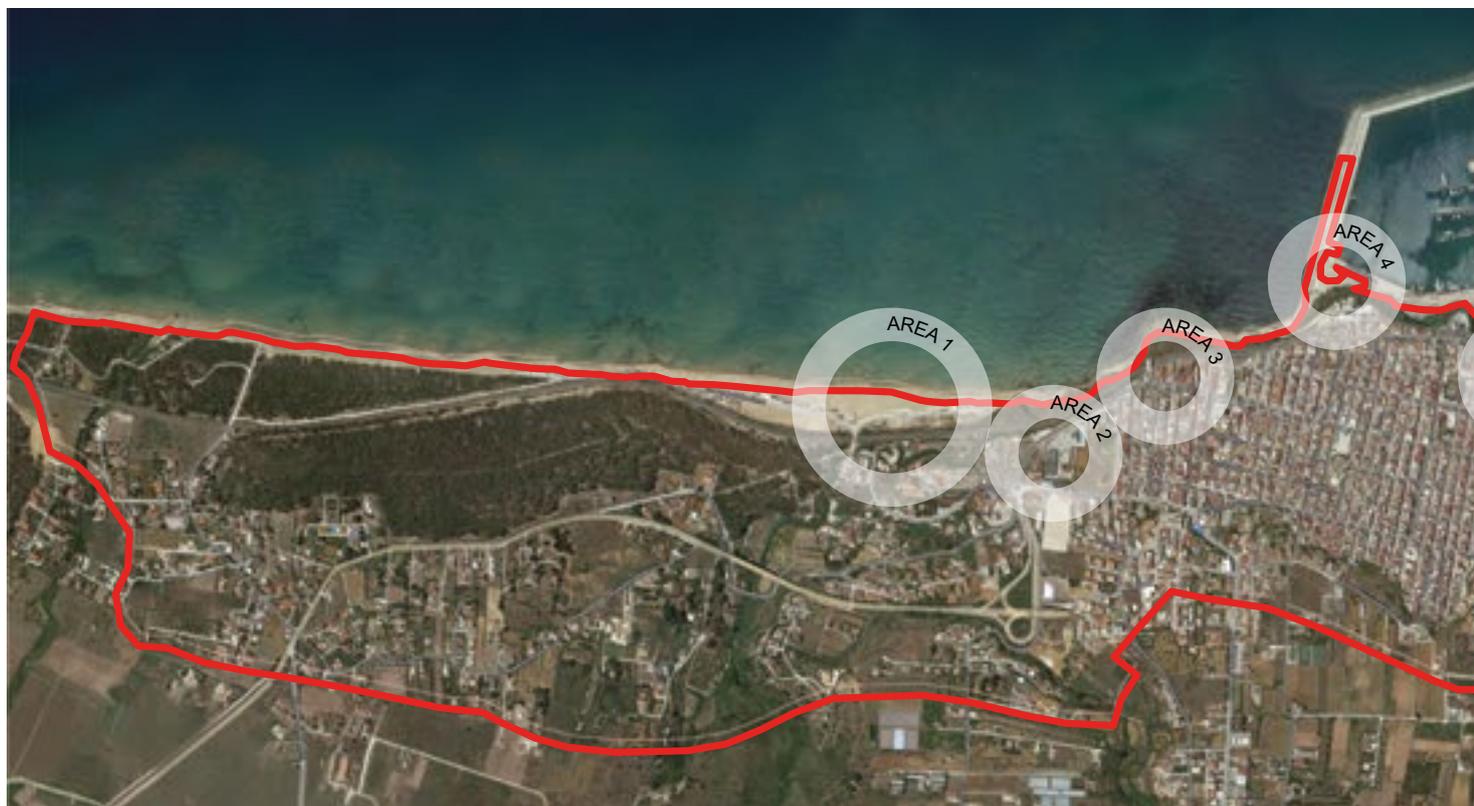
Sono riuscito ad identificare sei macro aree opportunamente predisposte lungo l'intera costa del Comune, comprendendo i luoghi maggiormente frequentati dai turisti, come il porto comunale e la stazione ferroviaria che copre la linea Palermo - Trapani.

Le pensiline integreranno delle “colonnine” di ricarica per automobili presso i parcheggi preesistenti e integreranno anche punti di ricarica per LMV (Last Miles Vehicle)

Entrando in merito alle porzioni urbane incluse nella progettazione e alla categoria di veicoli che accoglieranno, troverete le informazioni nella prossima pagina.

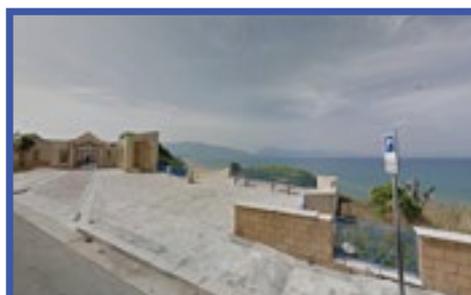
[92]<https://medium.com/agile-lab-engineering/the-secret-to-reduce-spark-application-costs-fc-dc9087bd3v->

# INDIVIDUAZIONE AREE

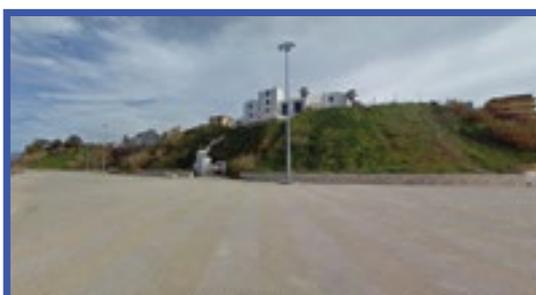


**AREA 1**

**- Lungo Felice d'Anna -**  
*Numerosi parcheggi a supporto delle strutture balneari. L'installazione delle penisiline lungo questo viale garantirà un parcheggio al riparo dai caldi soli estivi*



**AREA 2**



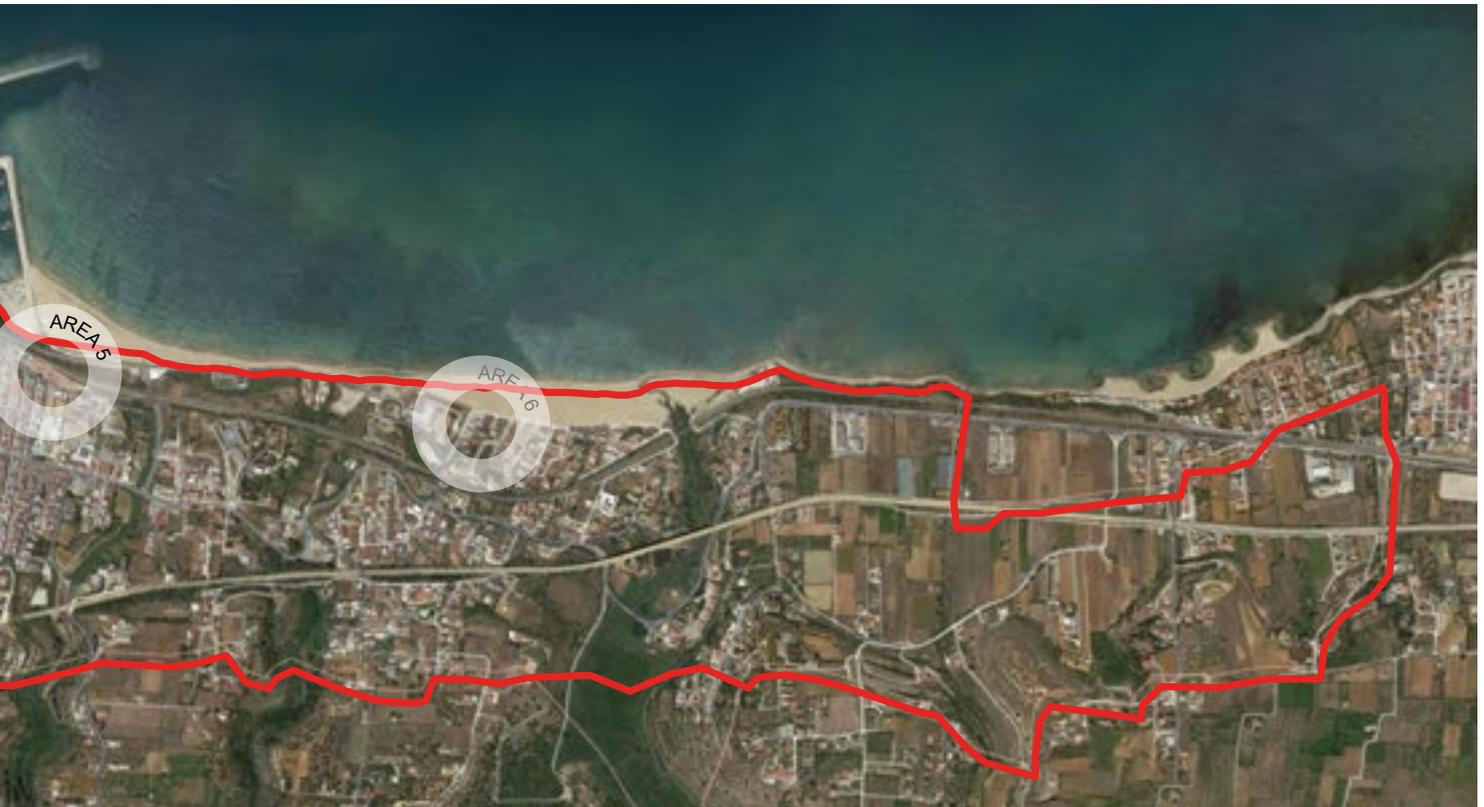
**AREA 4**

**- Porto comunale -**  
*Si presenta come un'ampia distesa a ridosso del mare, punto di approdo dei numerosi visitatori. In questo modo si semplificherà la visita ai turisti dopo l'approdo*



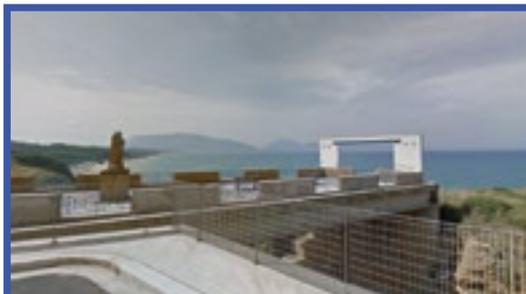
**AREA 5**

# PER INSTALLAZIONE



## - Cimitero comunale -

Posto a ridosso delle numerose Cale della spiaggia di Balestrate. Questa area garantisce flusso turistico per raggiungere i lidi, e luogo frequentato dai cittadini



## AREA 3

## - Terrazza dei tramonti -

Zona nevralgica della borgata, caratterizzata da una piccola piazzetta arredata con verde pubblico e numerose panchine per godere dei caratteristici tramonti

## - Piazza Florio -

Questo piazzale, costruito a ridosso della stazione ferroviaria della tratta Palermo - Trapani, funge da ampia zona di parcheggio per cittadini e turisti



## AREA 6

## - Contrada Forgia -

La via si estende sul lungomare, segnando una zona in procinto di riqualifica. La giunta comunale intende fornire più servizi turistici come hotels.

## Schizzi metaprogettuali

Dopo aver concretizzato il concept progettuale, mi sono dedicato alla creazione di alcuni schizzi metaprogettuali, al fine di iniziare un'indagine prettamente formale riguardando l'organizzazione della pensilina e per trovare un consenso da parte del Dottor De Luca ed del mio relatore, Professor Franco, entrambi portatori di competenze ingegneristiche.

Questi disegni mi sono anche serviti per destare ulteriore curiosità nel cliente e per renderlo più partecipe nel processo di progettazione, sebbene i tempi di risposta da parte della pubblica amministrazione siano alquanto lenti.

Fin da subito sono nati diversi dilemmi riguardanti il posizionamento del sistema fotovoltaico ed eolico, cercando di andare a limitare l'interazione tra i due, che comporta l'inefficacia del sistema.

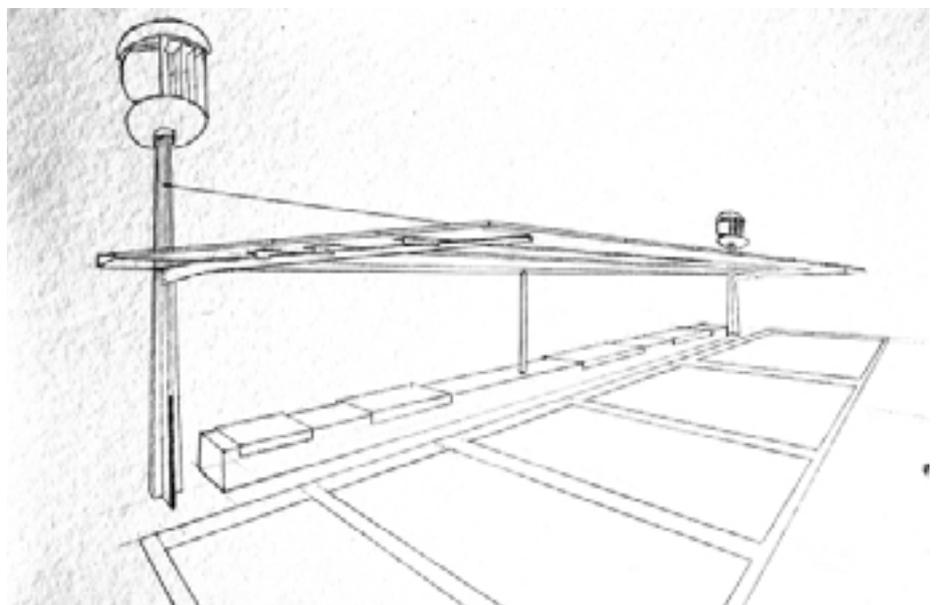
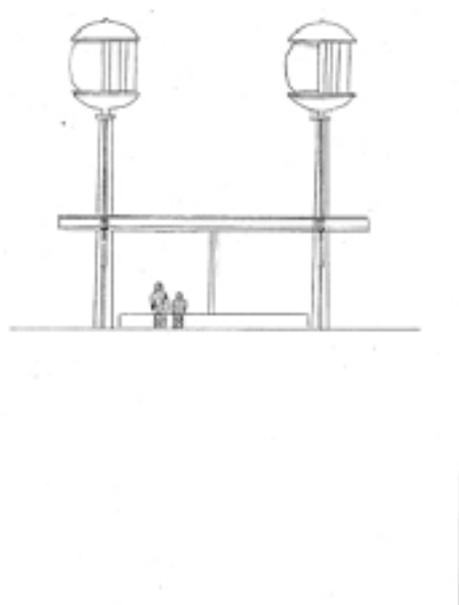
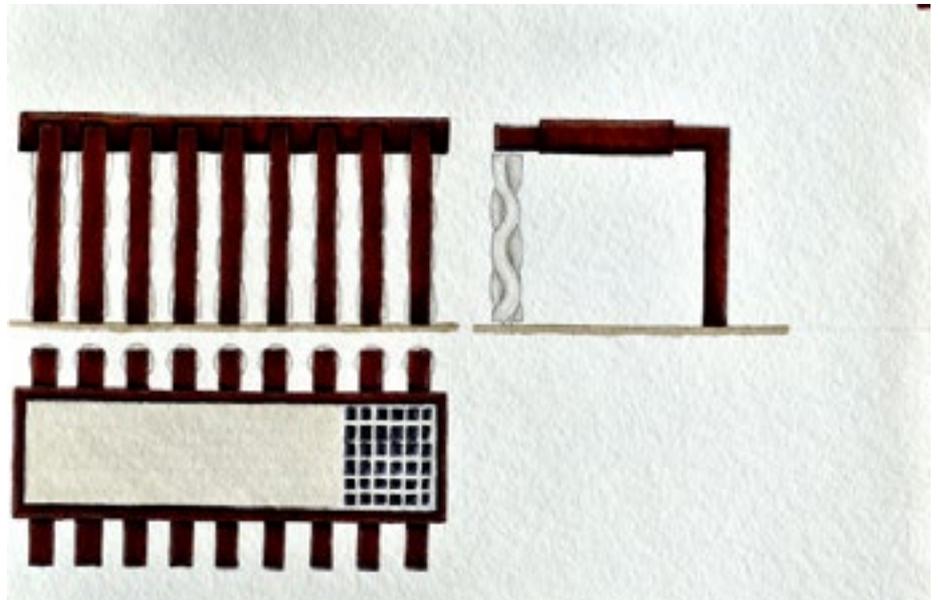
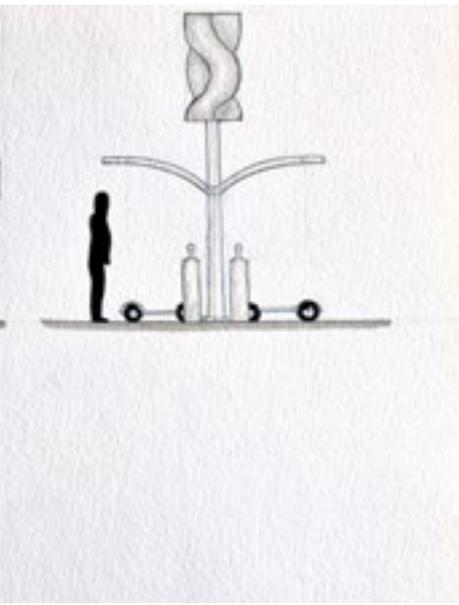
La prima soluzione ipotizzata è stata quella di porre i sistemi fotovoltaici al di sopra delle turbine eoliche, in modo che queste non proiettino la loro ombra sulla superficie fotovoltaica, ottenendo quindi il massimo rendimento fotovoltaico. Da questa riflessione è nato un primo disegno, che tuttavia ha portato alla luce diverse problematiche dovute all'eccessiva quota a cui il fotovoltaico avrebbe dovuto essere posizionato per permettere ai dispositivi eolici di essere installati ad una quota sufficiente a captare correnti d'aria più vigorose e allontanarli dagli utilizzatori, per prevenire ferimenti dovuti all'alta velocità di rotazione in presenza di venti forti. Si sarebbe ottenuto un sistema difficile da mantenere dal punto di vista fotovoltaico in previsione delle periodiche attività di pulizia dei pannelli. Inoltre per gli stessi motivi la pensilina avrebbe

assunto un forma troppo slanciata verso l'alto, con relativo aumento dei costi dovuto al maggiore quantitativo di semilavorati utilizzati per la costruzione. Una tematica precisata dall'Ing. De Luca, reputata da lui stesso fondamentale, è quella di una progettazione che cerchi la massima diminuzione dei costi produttivi e di gestione, considerando le disponibilità economiche effettive del Comune in cui stiamo operando.

A seguito di questa osservazione ho dovuto abbandonare alcune ipotesi progettuali da me intraprese, che sembravano troppo ardue e distaccate dal contesto rurale e naturalistico del Comune. Questi esempi prevedevano l'utilizzo di superfici fotovoltaiche vetrate curvate e altre lavorazioni che avrebbero alzato il costo di produzione e caratterizzate da una espressività fin troppo contemporanea, che sarebbe stata più idonea in contesti metropolitani, moderni e tecnologici.

La volontà di celare l'impianto fotovoltaico, non rendendolo visibile nè dalla costa nè dall'entroterra, ha fatto nascere l'ipotesi di disporlo parallelamente al terreno e rivestito da una bordatura perimetrale; questo posizionamento però non è il più raccomandato per i sistemi fotovoltaici, in quanto comporta maggiori attività di pulizia per il mancato scorrimento dell'acqua sulla superficie. Ho provato ad ipotizzare la costruzione di un "finto" tetto piano, dove la bordatura metallica va a nascondere i pannelli fotovoltaici che in questo caso sono disposti con un angolo superiore ai 20 gradi; così si renderebbe più efficiente l'attività di pulizia del pannello e della raccolta dell'acqua, andando però inevitabilmente a generare maggiori superfici d'ombra sul pannello dovute alla bordatura che li cela, con ulteriore aumento in altezza e di materiale impiegato.





In seguito sono passato all'elaborazione grafica del secondo assetto ipotizzato della pensilina, in cui gli aereogeneratori sormontano il fotovoltaico.

In questo caso risultano inevitabilmente proiettate alcune zone d'ombra sulla superficie fotovoltaica ma predisponendoli ad adeguata altezza si riuscirebbe a diminuire questo fenomeno.

Ho abbandonato l'idea di celare il sistema fotovoltaico attraverso rivestimenti laterali e mi sono orientato verso l'utilizzo del vetro fotovoltaico al posto dei pannelli fotovoltaici classici.

Le caratteristiche del vetro fotovoltaico sono molteplici: la possibilità di decidere il numero delle celle fotovoltaiche presenti, la loro distribuzione sotto forma di pattern, l'opportunità di posizionarle anche sulla superficie del pannello non direttamente esposta al sole in modo da poter sfruttare la luce diffusa proiettata del suolo.

I costi d'acquisto sono poco superiori rispetto a quelli di un pannello solare convenzionale, migliorando la qualità espressiva della pensilina, conferendole eleganza e sincerità costruttiva e riducendo i costi per la sua costruzione e manutenzione.



[93]<https://www.guidafinestra.it/vetro-fotovoltaico/>

# 3.Design della pensilina

Progettazione della pensilina in tutti i suoi aspetti materici e formali

# 3.1 La turbina

## Adattamento espressivo della turbina

### Miglioramento delle caratteristiche formali dell'aereogeneratore

Il primo intervento da me effettuato nel progetto è stato quello di rendere la turbina progettata da MDN Energy più appetibile al mercato, lavorando su quella che può definirsi “espressività” dell'apparecchio.

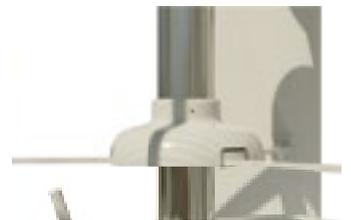
La progettazione strettamente ingegneristica ha fatto sì che fosse trascurato il suo apparato visivo, creando un prodotto dalle ottime prestazioni, ma che denunci solo la sua complessità tecnologica.

Come già trattato in precedenza, l'impiego di sistemi eolici e fotovoltaici in ambiti urbani ha trovato da sempre un freno legato alla paesaggistica e alle forti critiche che hanno susseguito l'installazione di sistemi rinnovabili, pertanto ho ritenuto opportuno lavorare d'apprima sull'espressività della turbina.

Per far ciò ho coniato tre linee guida che rappresentano e riassumono gli interventi eseguiti:

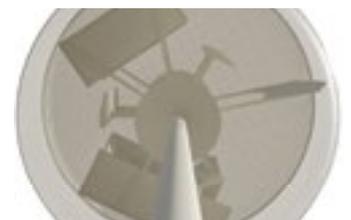
#### *Proteggere*

Creare dei carter in lamiera di ferro imbutita smaltata in vernice bianca per proteggere le componenti e gli assiomi meccanici. [82]



#### *Celare*

Creazione di una copertura a calotta in maglia di ferro elettrosaldata per celare alla vista la turbina senza interferimento sulla natura aereodinamica [83]



## Mimesi tecnologica

Riduzione dell'espressività tecnologica introducendo forme organiche nel design del timone della turbina e degli altri elementi dei punti precedenti



Nel lavoro svolto ho cercato di non interferire con le caratteristiche fluidodinamiche della turbina, elemento cardine del funzionamento dell'apparecchio.

Il colore del generatore eolico dovrà rispettare il più possibile la cromaticità della pensilina stessa, in modo che questo si presenti come elemento integrato nel progetto.

L'intervento ha cercato di non snaturare in alcun modo la ragione funzionale dell'apparecchio, aggiungendo e modificando piccoli elementi al fine di rendere il prodotto più sicuro e al contempo piacevole alla vista.



## 3.2 La pensilina

### Progettazione formale della pensilina.

#### Dimensionamento della copertura

Al fine che la pensilina rispetti le linee guida di progetto declinate all'interno del concept, ho deciso di ragionare sulla dimensione della pensilina stessa.

Il fatto che questa debba poter far spazio sia ad automobili che a monopattini mi ha fatto ragionare su come la capacità della modularità e quindi la ripetibilità nello spazio dello stesso modulo di pensilina possa venirmi in aiuto. Una singola struttura sarà così abbastanza ridotta nelle dimensioni da poter essere collocata nelle zone urbane del centro, mentre la ripetizione nello spazio in periferia e nei lidi balneari potrà dar luogo a lunghe file di parcheggi dotate di copertura per i caldi soli estivi.

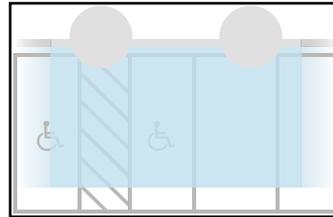
Ho quantificato la dimensione effettiva di un singolo modulo della pensilina, che è pari a 7m di larghezza x 4m di lunghezza. Questa dimensione permette di alloggiare un numero di monopattini sufficienti alla mole di turisti (che raddoppia la popolazione del Comune durante l'estate), ma è anche sufficientemente larga per ospitare comodamente due posti auto.

Inoltre, il rivestimento della pensilina, pari a 28 m<sup>2</sup>, permette sia di accumulare una generosa quantità di acqua piovana, sia una notevole produzione di energia fotovoltaica.

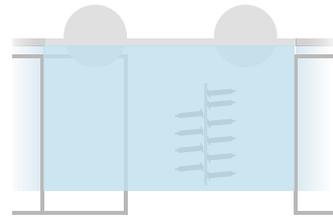
La pensilina sarà in questo modo libera di integrare al suo interno le due tipologie di veicoli con ritmi e numeri che sono i più congeniali per gli user.

Qui di seguito sono rappresentati alcuni assetti possibili assumibili dagli spazi della pensilina:

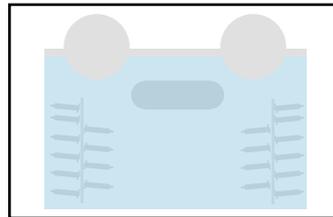
*1 posto auto per disabili + 1 posto auto*



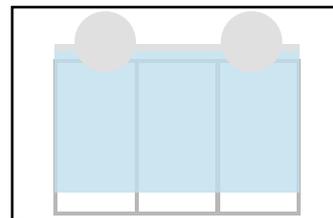
*1 posto auto + 8 monopattini*



*24 monopattini*



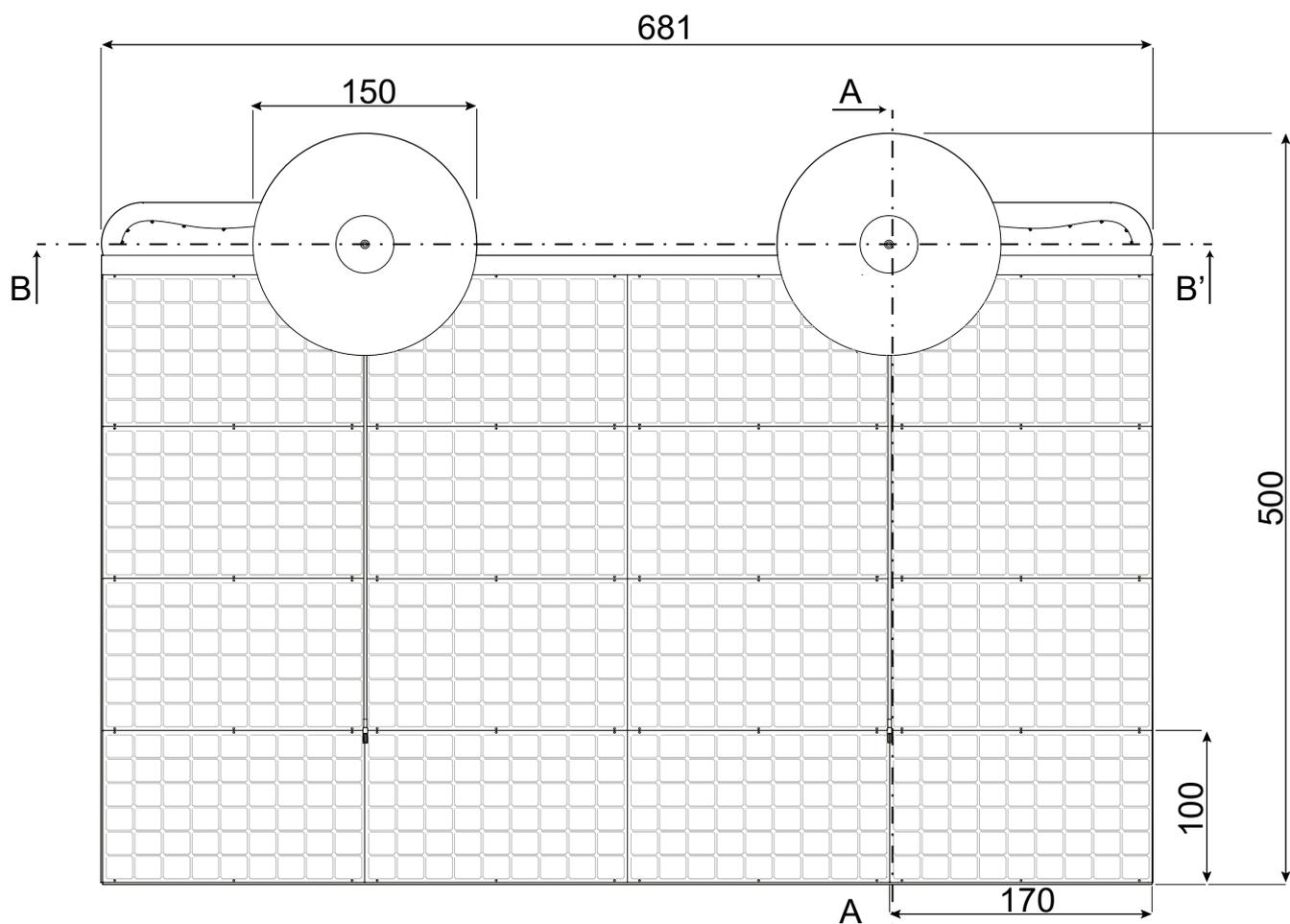
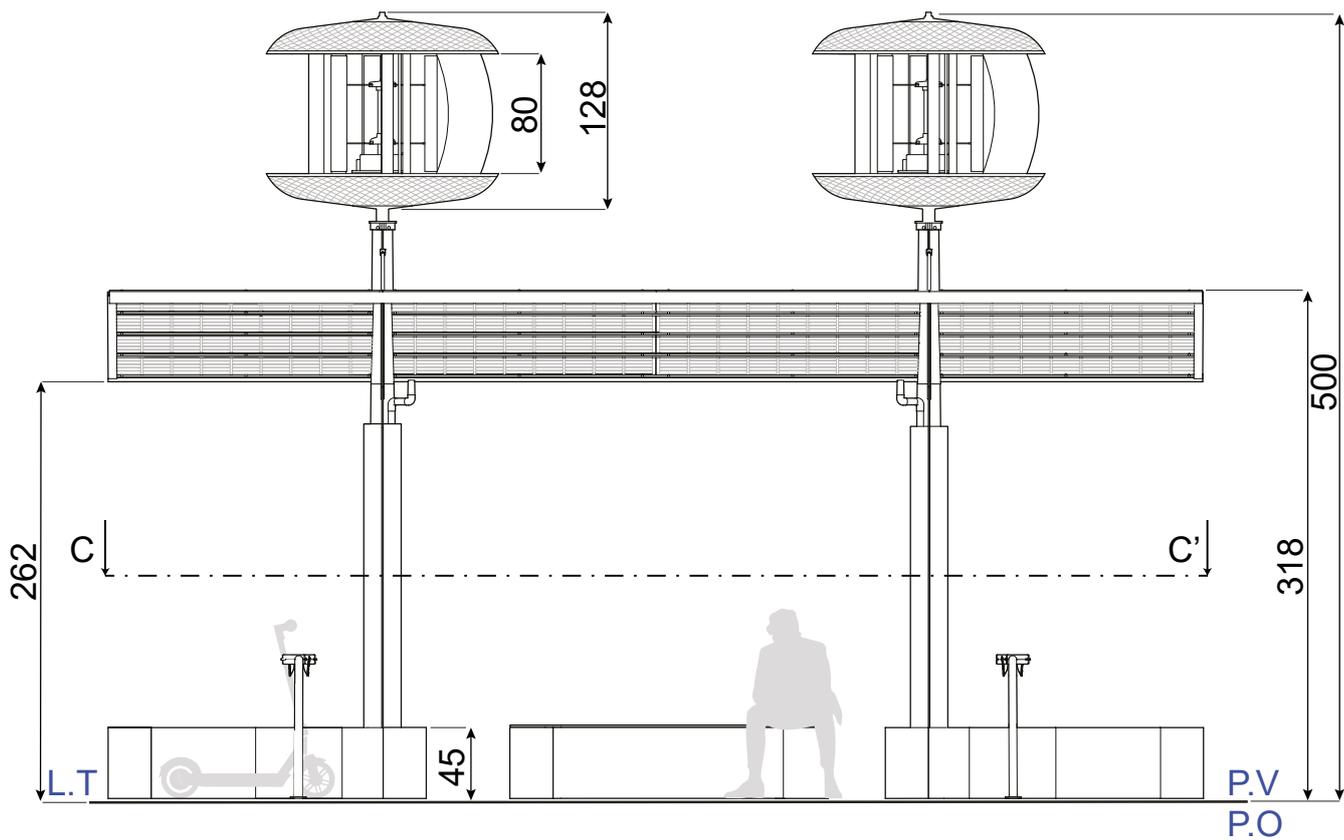
*3 posti auto*



## Disegno della struttura

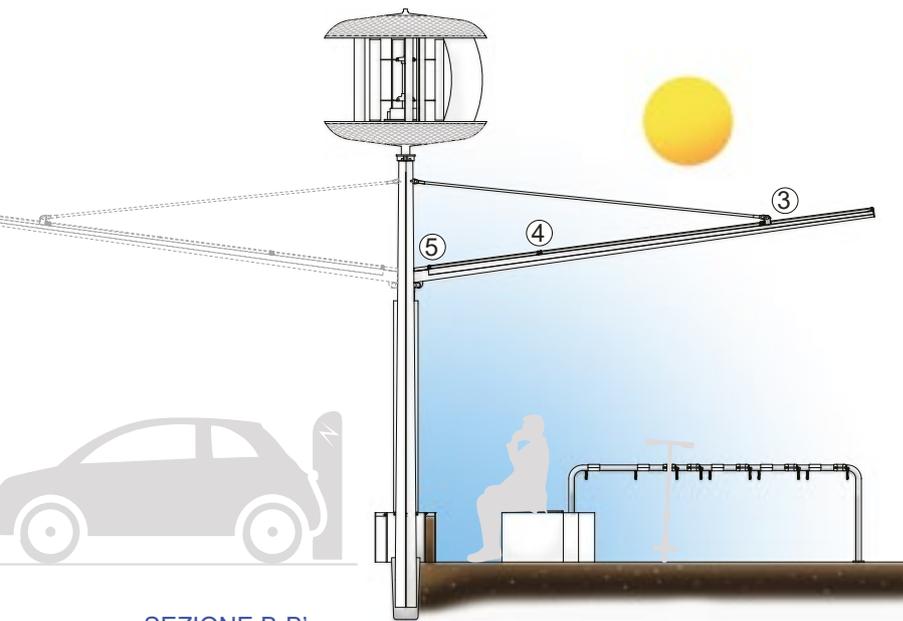
Al fine di concepire un prodotto che abbia un costo di produzione e manutenzione pertinente al contesto di progettazione, ho cercato di ridurre il più possibile il materiale impiegato per la pensilina, cercando di utilizzare, dove possibile, semilavorati industriali.

# VISTE ORTOGONALI

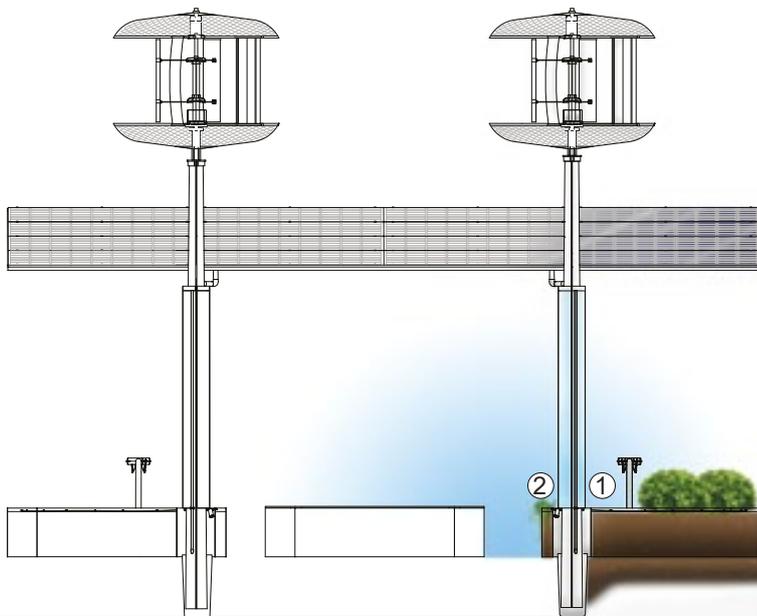


# SEZIONI A-A', B-B', C-C'

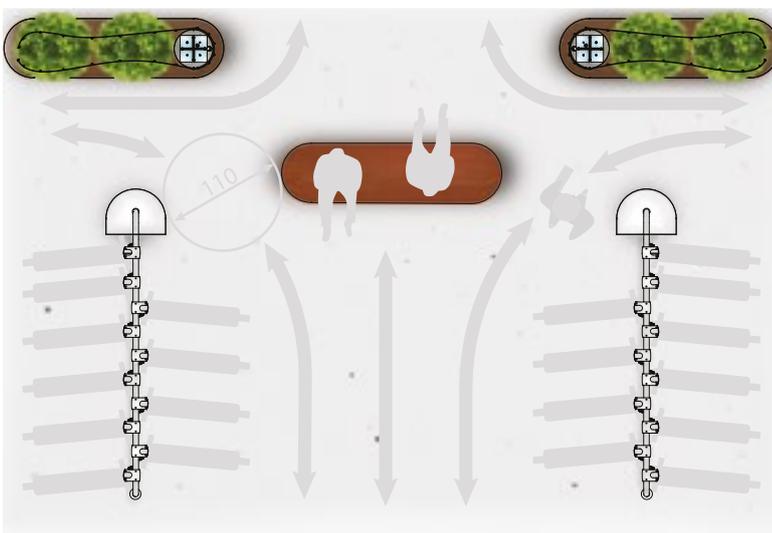
SEZIONE - A-A'



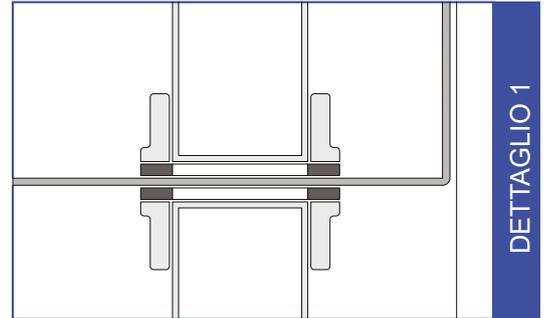
SEZIONE B-B'



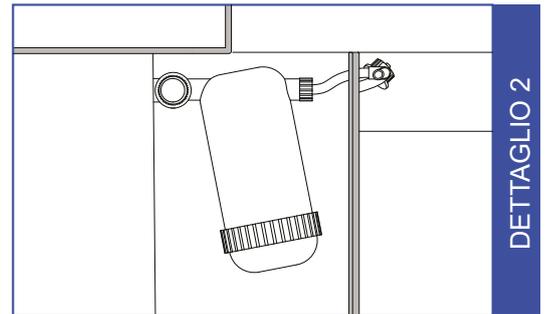
SEZIONE C-C'



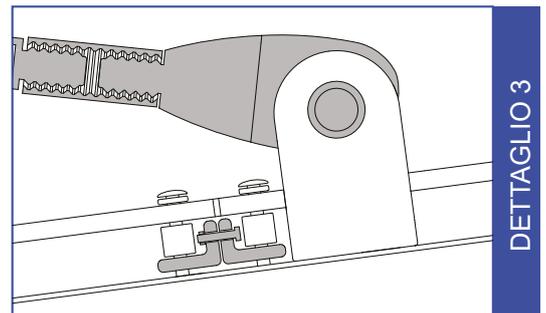
# DETTAGLI



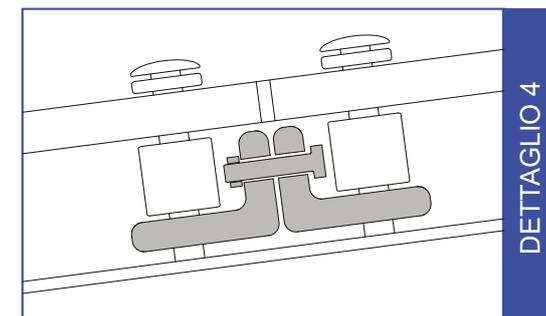
DETTAGLIO 1



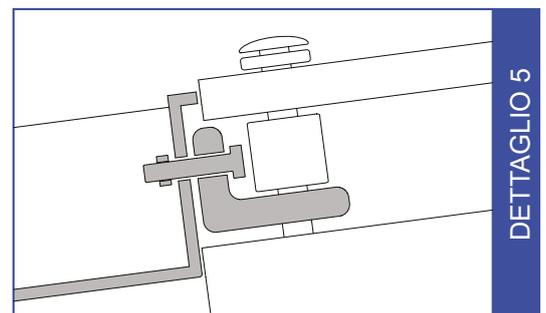
DETTAGLIO 2



DETTAGLIO 3



DETTAGLIO 4



DETTAGLIO 5

Le torri sormontate dalle turbine sono messe a fondamenta e ricavate dall'unione di 4 profili ad "L" in ferro dalle dimensioni di 20x20 cm e spessore 1 cm, rastremati alla cima.

Gli elementi a sbalzo della tettoia sono concepiti con lo stesso profilo ma con dimensioni pari a 10 x 10 cm e uniti alla struttura tramite un accoppiamento vite-bullone ed un sistema di controventatura per ripartire i carichi lungo la struttura.

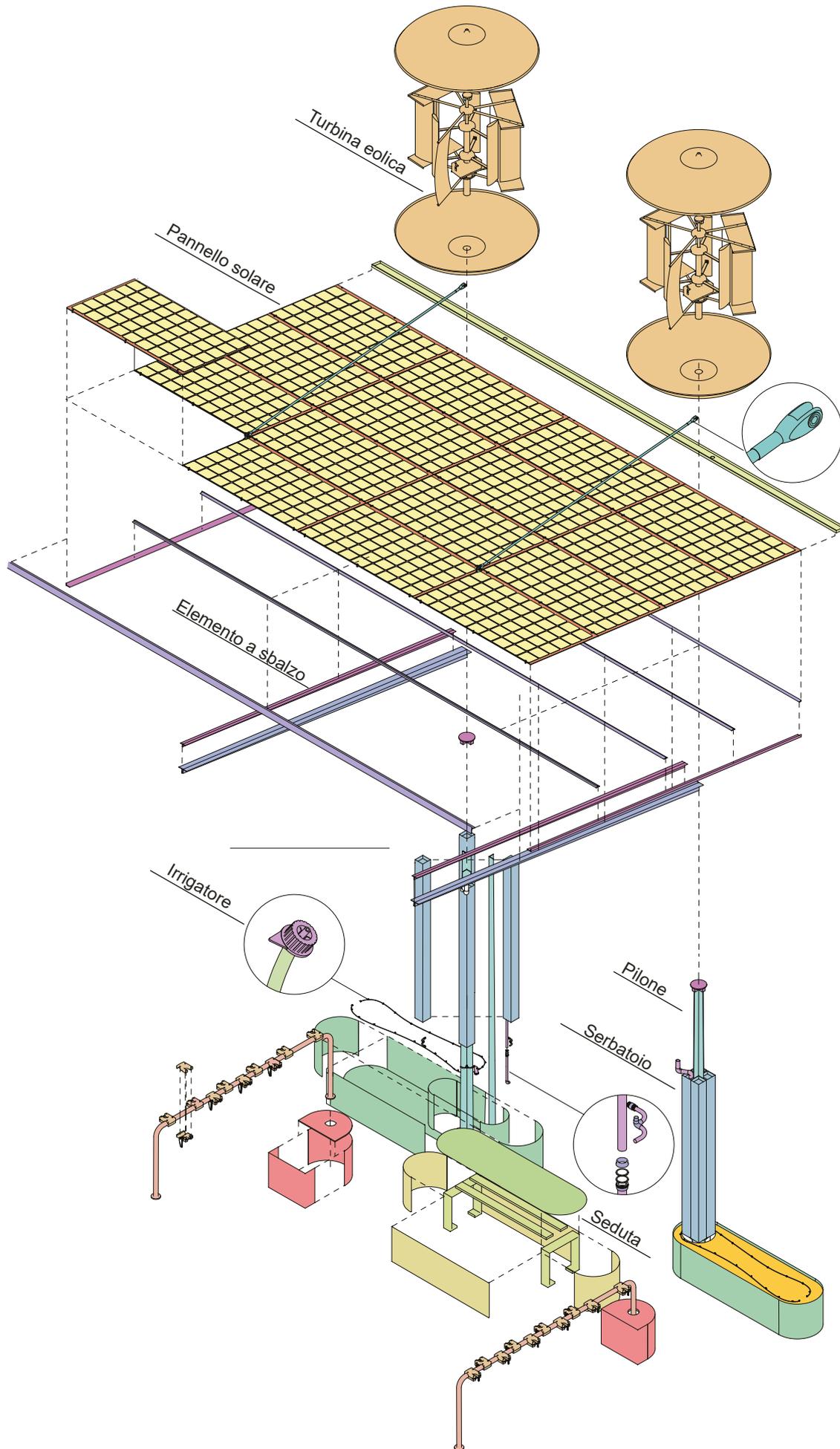
Il vetro fotovoltaico con capacità portante e il canale di scolo delle acque piovane, sono anch'essi imbullonati all'elemento strutturale di sbalzo.

Un sistema di accumulo delle acque piovane permetterà alla pensilina di immagazinare una quantità di acqua piovana sufficiente ad irrigare delle zone verdi messe in prossimità della pensilina, creando un sistema che si possa autosostenere e che garantisca una riserva di acqua sufficiente ad irrigare anche nei mesi di siccità che si verificano tra giugno ed agosto.

Nel complesso la pensilina si presenta come una struttura semplice, dotata di sincerità strutturale e funzionale. L'idea di celare l'apparato tecnologico del sistema è mutata nel tempo, facendo spazio al concetto di integrazione dello strumento pensilina nell'ambiente.

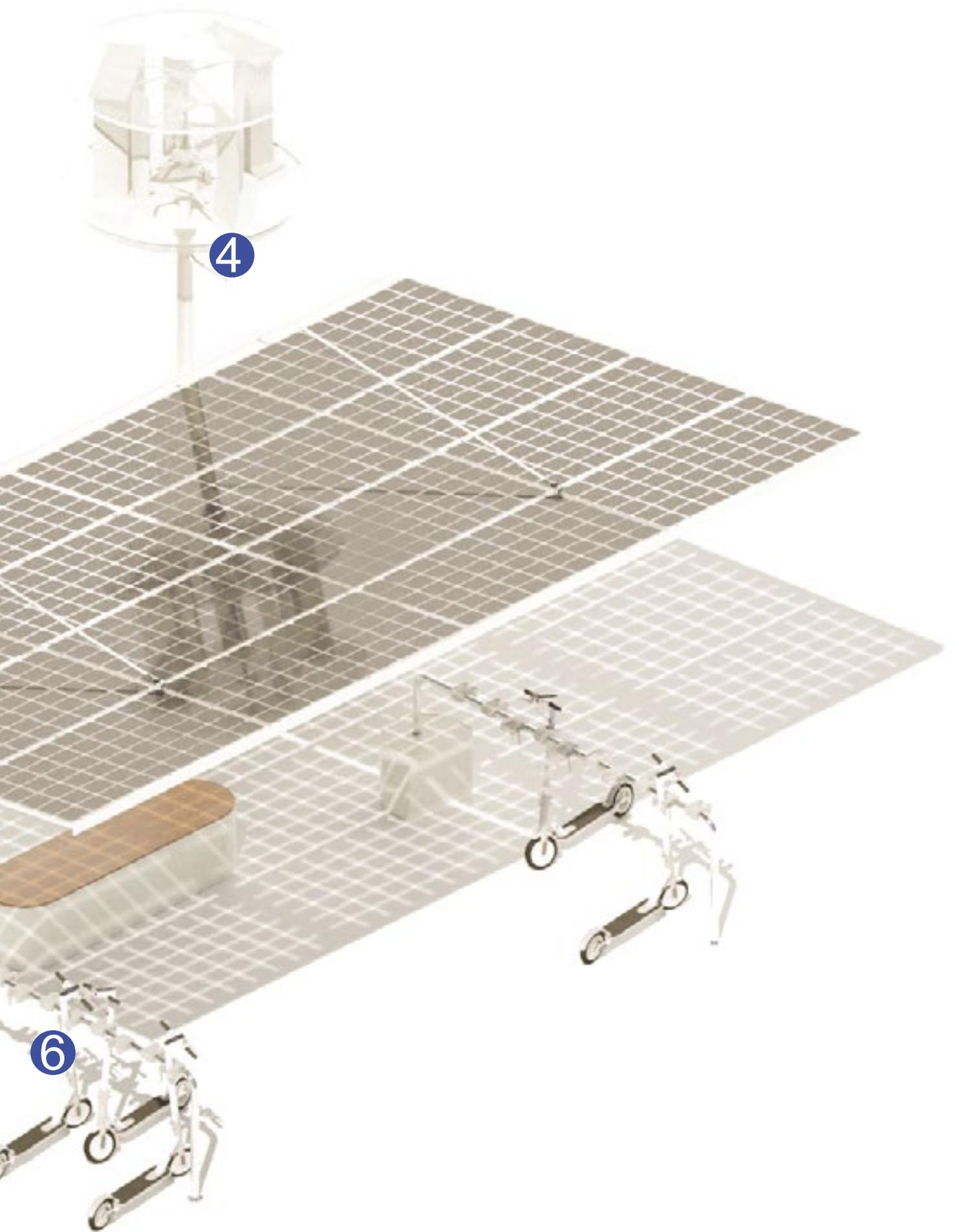
La linea della pensilina è la più fine possibile, cercando di rispettare le proporzioni tra l'elemento turbina e la tettoia. La scelta di un prodotto monocromatico nasce dalla necessità di rendere l'intero sistema non impattante visivamente, pertanto il colore scelto per la smaltatura di tutte componenti della struttura è un bianco puro RAL 9010.

# ESPLOSO ASSONOMETRICO



RENDER ASSONOMETRICO





## 3.3 Area verde

### Progettazione e mantenimento delle piante

#### Sistema di irrigazione

L'idea di utilizzare un sistema di serbatoi in grado di accumulare l'acqua piovana ha permesso l'integrazione di due zone verdi autosufficienti per ogni modulo della pensilina.

I serbatoi sono semilavorati parallelepipedi in pvc o ferro smaltato, disposti lungo i vuoti creati dal profilo a croce che sorregge l'intera struttura, quattro per ogni pilastro.

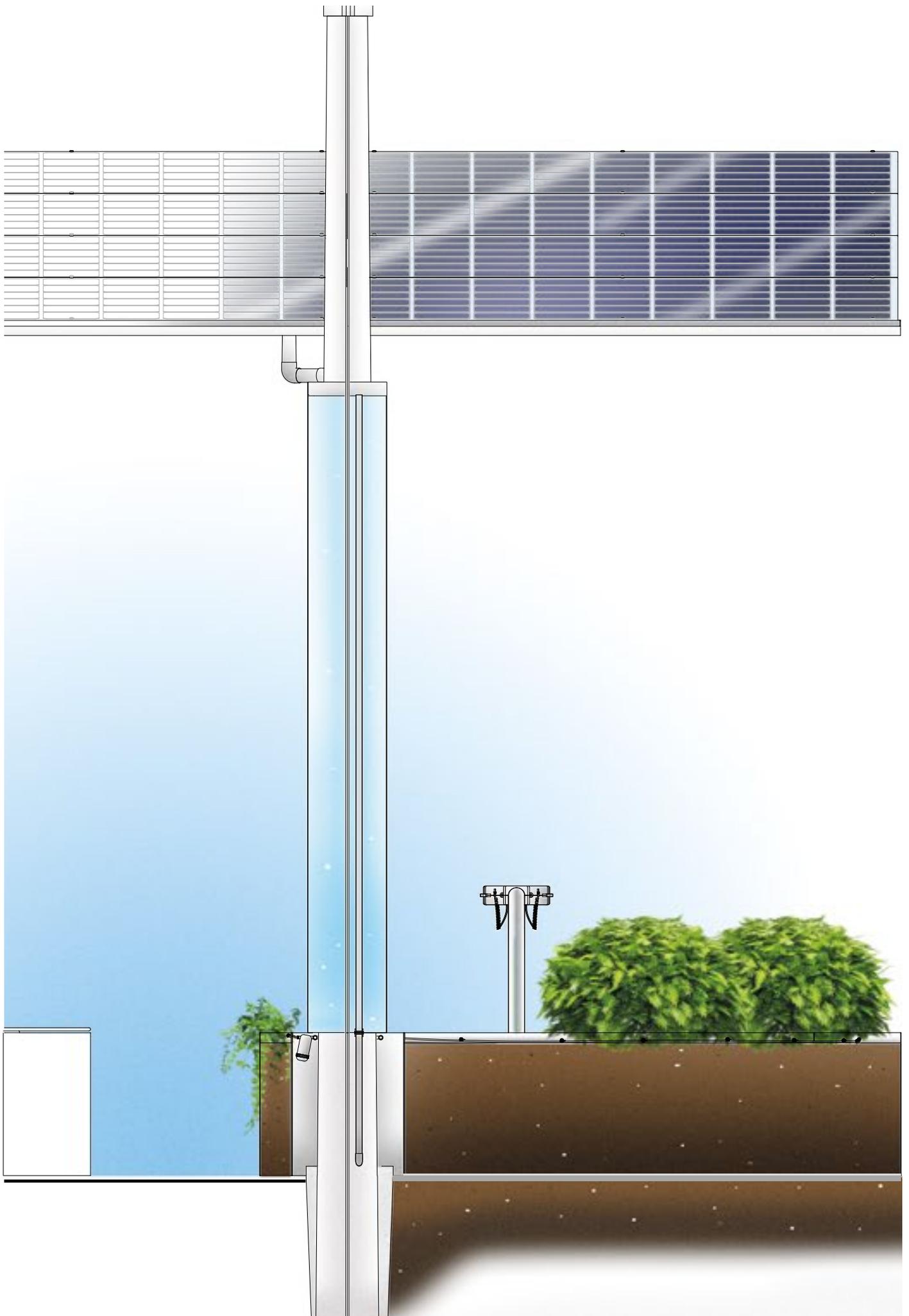
Le due zone verdi hanno una superficie di 0,8 m<sup>2</sup> ciascuna e sono disposte in prossimità dei serbatoi, abbracciando il profilo a croce della struttura.

La possibilità di disporli ad una quota superiore rispetto a quella del terreno da coltivare permette di non utilizzare sistemi di pompaggio motorizzati per il prelievo delle acque, utilizzando la forza di gravità per adempiere a questo scopo.

I quattro serbatoi sono collegati attraverso un sistema di tubazioni poste sul fondo di ognuno, che andranno poi ad alimentare il sistema di irrigazione.

Un tubo in pvc disposto all'interno del serbatoio destro permette di far defluire all'esterno l'acqua quando questa avrà raggiunto in altezza il tubo di deflusso.

Inoltre, attraverso l'integrazione di un' elettrovalvola, opportunamente temporizzata, si riuscirà ad automatizzare il processo di mantenimento del verde.



Con l'obiettivo di ridurre gli sprechi d'acqua che si verificano durante un'attività di irrigazione tradizionale ho pensato di utilizzare un sistema di distribuzione a goccia; i vantaggi nell'utilizzo di questa tecnica permettono anche una distribuzione più omogenea dell'acqua nell'area verde oltre alla riduzione della dimensione dei serbatoi.



Per ridurre e compensare le variazioni di pressione nel sistema di irrigazione causate dall'innalzamento e dall'abbassamento dell'acqua all'interno del serbatoio e per garantire quindi una portata costante di acqua al variare della pressione, si utilizzano degli ugelli a compensazione di pressione, utilizzati di sovente nei sistemi di irrigazione a bassa pressione nei quali si utilizza un serbatoio in quota, sfruttando l'energia potenziale che il liquido possiede.



[94] <https://t.ly/5OKG>

## Gestione delle acque e dimensionamento dei serbatoi

Per capire il quantitativo di acqua che la pensilina avrebbe immagazzinato ho osservato le precipitazioni medie annue del Comune di Balestrate e le ho rapportate con la superficie proiettata della pensilina che è pari a 29 m<sup>2</sup>.

Moltiplicando quindi il quantitativo di pioggia caduta, espressa in mm, per la superficie proiettata della pensilina si otterrà come risultato il quantitativo d'acqua espresso in litri che la pensilina avrà accumulato.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Precipitazione (mm)	67	68	62	60	36	14	5	20	52	79	65	67

Un'altro fattore che guida il dimensionamento dei serbatoi è rappresentato dal fabbisogno idrico richiesto dalla zona verde, che varia in funzione della dimensione dell'area da coltivare, dalla stagione e dall'area geografica.

Genericamente si può dire che un'appezzamento di 1m<sup>2</sup> di terreno da coltivare necessita tra i 4-6 litri di acqua al giorno durante la stagione calda.

Entrando in merito alla coltivazione in orto, si possono ricavare alcuni dati che quantificano sperimentalmente l'acqua che necessita un m<sup>2</sup> di zona da coltivare in funzione del mese dell'anno.

### FABBISOGNO IDRICO DELL'ORTO (VALORI GIORNALIERI)

mese	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
mm	1.5	2	5	3.5	0.5

Facendo la premessa che un sistema ad ala gocciolante standard (2l, passo 33cm, distanza 1metro) immette 6,06mm di acqua in un'ora e conoscendo il fabbisogno idrico medio di un orto familiare, deduciamo che dovremmo irrigare 15 minuti al giorno a maggio e quasi un'ora (50

minuti) al giorno a luglio.

Quindi, nel mese di luglio un metro quadrato di terreno necessiterà giornalmente di 5 litri di acqua e 155 durante l'intero mese. Ripetendo gli stessi calcoli per i mesi più caldi, che corrispondo anche a quelli di maggior siccità, troviamo: giugno 60 litri x mese, agosto 109 litri x mese.

In questi tre mesi il consumo idrico sarà pari a 324 litri, mentre cadranno mediamente 29 mm di acqua dai quali la pensilina ricaverà 783 litri; 29 m<sup>2</sup> (superficie proiettata della pensilina\* 27 mm (media pioggia estiva di Balestrate) = 783 l, metà dei quali destinati ad una delle due aree verdi.

In funzione degli ingombri sulla struttura a croce della pensilina sono arrivato al dimensionamento di un singolo serbatoio, pari alla capienza di 28 m<sup>2</sup>, per un totale di 112 litri per m<sup>2</sup> di zona verde.

Sebbene i 4 serbatoi siano sottodimensionati rispetto al fabbisogno idrico di 1 m<sup>2</sup> di terreno nel mese di luglio, bisogna considerare che proprio in questo mese la pensilina raccoglierà mediamente 145 litri ( 29 m<sup>2</sup> x 5 mm ), che verranno equamente distribuiti fra i 2 serbatoi.

Inoltre i sopraddetti calcoli sono riferiti ad una ad un'area di terreno pari ad un metro 2 che è superiore all'area effettiva che verrà installata sulla pensilina, che pari a 0.8 m<sup>2</sup>. Ciò è stato fatto per sovradimensionare i serbatoi in modo che questi abbiano una maggior probabilità di riuscire ad adempire regolarmente al fabbisogno idrico del verde senza dovere attingere a fonti esterne anche nei mesi più caldi e quindi più aridi.

## Scelta delle piante

Le piante da inserire all'interno del progetto saranno specie tipiche dei climi mediterranei, sempreverdi e ornamentali.

Una scelta è l'utilizzo di piante grasse, o succulente, che godono delle caratteristiche di avere bisogno di poca manutenzione, essere sempre verdi, sporcare poco, necessitare di quantità d'acqua inferiori rispetto a ad altre specie e inoltre essere ben resistenti ai periodi di siccità.

Questi fattori garantiranno un verde resistente e a basso costo, che non soffrirà eccessivamente nel caso in cui i serbatoi risultino privi di risorse.

Da escludersi nel progetto l'utilizzo di qualsiasi pianta rampicante perchè tenderebbe ad arrampicarsi sulla struttura della pensina data la sua prossimità con essa, e questo comporterebbe una manutenzione della pensilina meno agevole e con il tempo potrebbe anche comportare dei danni strutturali alla stessa.

Le piante selezionate, di piccola e media dimensione sono

### *Agave Variegata* [87].

Pianta diffusa nel Mediterraneo, necessita di poca acqua, dotata di bellezza e robustezza



### *Aloe arborescens* [88]

Questa specie fiorisce tra dicembre e febbraio e i fiori vanno dall'arancione al rosso acceso.



[95] [https://www.picturethisai.com/it/wiki/Agave\\_americana\\_Variegata\\_.html](https://www.picturethisai.com/it/wiki/Agave_americana_Variegata_.html)

### *Mamillaria e cactus* [89]

Le piante hanno tutti fusti globulari o cilindrici solitamente bassi. Il fiore è piccolo, di colore rosa o fucsia o bianco o giallo.



[96] <https://www.gardenia.net/plant/aloe-arborescens-torch-aloe>

[97] <https://www.ilfiorettalespine.it/generi-dalla-m-alla-r/>

## 3.4 Resa energetica

### Progettazione e mantenimento delle piante

#### Quantitativo energetico prodotto

Al fine di capire l'effettiva produzione energetica di ogni pensilina bisogna quantificare l'effettiva energia elettrica che questa sia in grado di produrre attraverso il sistema fotovoltaico e le turbine ad asse verticale.

Come già detto nel paragrafo riguardante il concept, ogni pensilina dovrà essere collegata alla rete di distribuzione pubblica per due motivi: andare a colmare possibili periodiche carenze energetiche dei sistemi rinnovabili, e poter utilizzare il sovrappiù energetico ripartendolo tra membri della comunità energetica.

Il vetro fotovoltaico è una tipologia di vetro costituito da due lastre di vetro temperato tra le quali è inserito uno strato di celle fotovoltaiche, dotato di una speciale vernice trattata con gel di silicio amorfo (in grado di assorbire la luce) che trasforma i pannelli trasparenti in semiconduttori. Questo genere di pannelli è in grado di produrre fino ad un picco di 300 watt/m<sup>2</sup>.

Esistono alcuni tipi di pannelli che presentano una caratteristica "bi-facciale" e che permettono di captare la luce diffusa dal suolo [98].

[98]<https://icaro-srl.eu/il-modulo-foto-voltaico-bifacciale-quando-conviene/>

[99]<https://icaro-srl.eu/il-modulo-foto-voltaico-bifacciale-quando-conviene/>



tività del terreno, che varia in funzione del materiale e del suo colore.

Ecco alcuni dati inerenti l'albedo di alcune superfici [99]:

Surface	Albedo	Expected yield gain
Acqua	5-8%	4-6%
Erba verde	15-25%	7-9%
Cemento/ ghiaia chiara	25-35%	8-10%
Sabbia asciutta	35-45%	10-15%
Ghiaccio – neve vecchia	40-70%	15-22%
Rivestimenti riflettenti sul tetto	50-80%	23-25%
Neve fresca	80-95%	25-30%

Prendendo in considerazione il cemento come materiale di riferimento vediamo come questo vada ad ottenere un guadagno dal pannello solare compreso tra L'8 - 10 % della sua resa.

Avendo rivestito la pensilina con 16 pannelli solari bifacciali di marca Solitech, il loro rendimento garantito dal produttore, in funzione di un guadagno bifacciale del 10 %, è di 352 W di picco per pannello. In totale, la pensilina sarà in grado di erogare una potenza di picco di 5,6 Kw in condizioni teoriche, considerando che la riflettività del materiale può variare in funzione della zona di collocamento della pensilina .

Aggiungendo infine il KW/h prodotto dalle due turbine, si ottiene una potenza totale di 6,6 KW/h.



[99]<https://icaro-srl.eu/il-modulo-foto-voltaico-bifacciale-quando-conviene/>

Laddove vengano installati più moduli della pensilina, come nel caso dei parcheggi dei lidi balneari, l'energia prodotta da ogni singolo modulo potrà essere messa in condivisione tra i diversi moduli, in modo da andare a condividere energia in funzione degli utilizzatori che sono posti in ricarica.

Confrontando i watt di picco dell'intero sistema con una batteria standard di un monopattino elettrico da 48 Volt e 12 Ah (amper per ora), impiega per la sua ricarica 0,187; Quindi dividendo la potenza di picco generata dalla pensilina ( 6,6 Kw) con l'assorbimento della batteria (0,187) si otterrà che il numero massimo di monopattini caricabili in un' ora sarà di 35, un quantitativo di utilizzatori sovradimensionato per il numero effettivo di monopattini che ospita, ma in grado di garantire con maggior probabilità di non prelevare energia superflua dalla rete  
Considerando invece una coppia di di automobili con una capienza di batteria pari a 40 Kw ciascuna, queste saranno portate a piena ricarica dopo 12 ore.

Nell'ottica della creazione della comunità energetica nel comune di Balestrate, l'energia prodotta potrà essere utilizzata dagli aderenti all'iniziativa soprattutto durante il periodo di bassa stagione turistica, che potrebbe vedere dimezzato il numero di veicoli messi in carica.  
Le colonnine di ricarica potrebbero attingere a parte della rete pubblica al fine di aumentare il numero di Kw forniti diminuendo i tempi di ricarica.

# 3.5 Comunicazione

## Identità del prodotto

### Creazione del nome e del pay-off

Il nome “Via col vento” comunica nella mente dello user un senso di immediatezza, semplicità e freschezza.

Inoltre è un chiaro riferimento al sistema eolico, fulcro del progetto che punta all’integrazione in ambito urbano di queste tecnologie.

Il pay-off, “lasciati trasportare”, trasmette in primo luogo la natura del progetto, ovvero la viabilità, e si presenta come uno strumento sicuro ed efficace, che incoraggia lo user a “lasciarsi trasportare”, come esulandolo da qualsiasi sforzo.

### Progettazione del Logo e del Simbolo

Il colore rappresentativo del marchio è il color blu di Persia, un colore che evoca serenità e richiama il mare che bagna le coste del Comune. Il font utilizzato per il nome del brand è un Montserrat Bold Italic, mentre per il pay-off è stato utilizzato un Montserrat Regular.

Il simbolo rappresentativo del brand, è l’uccello, animale regnante nell’aria. Ancora qui si riprende il concetto dell’aria come essenza del progetto, e si associa l’utilizzo del servizio alla fluidità con cui un uccello sa volare.

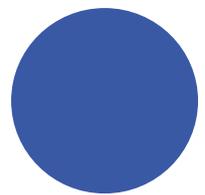
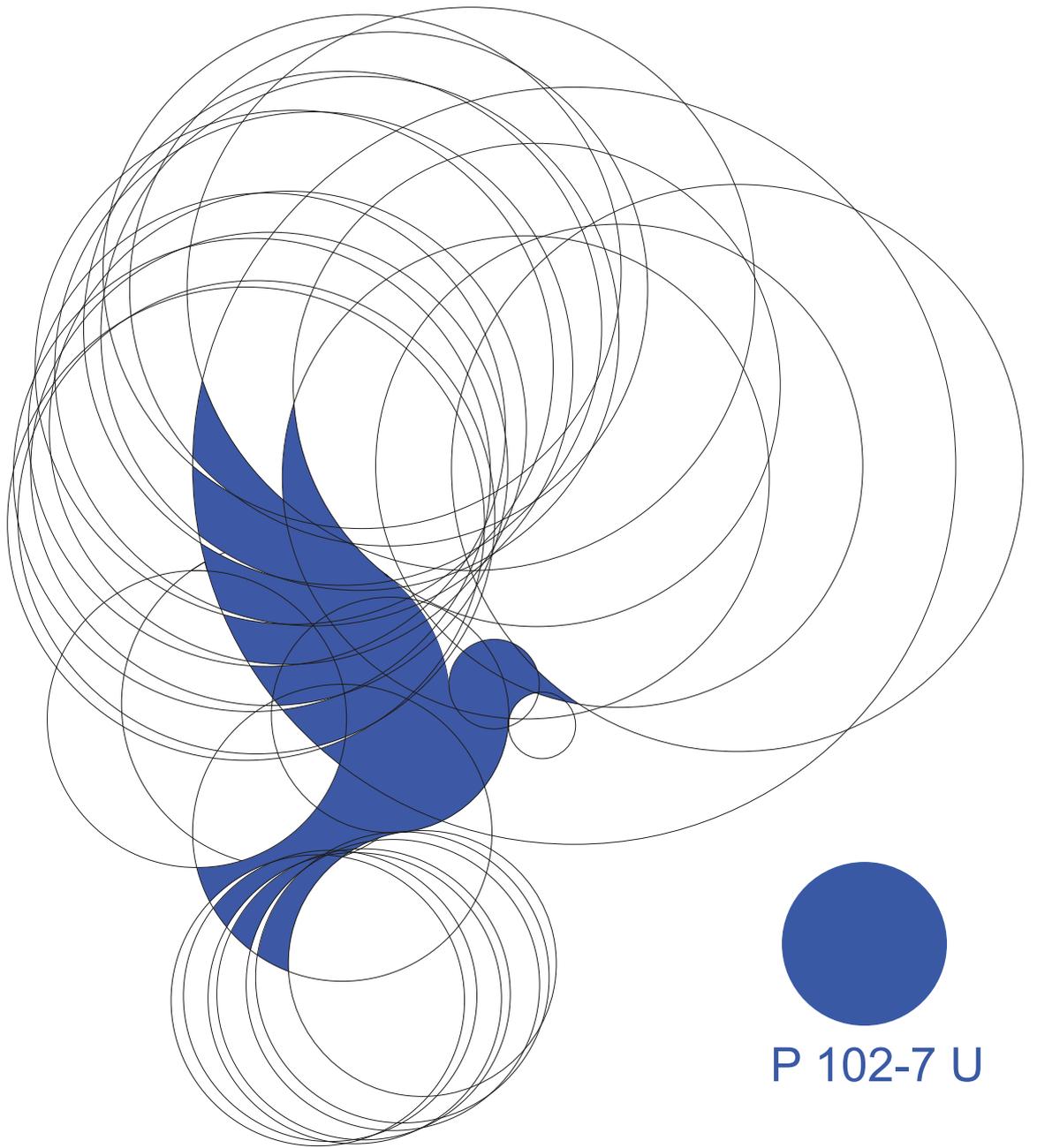
Entrambi, logo e simbolo, posso essere rappresentati nei colori blu di Persia su sfondo bianco, oppure con i colori opposti, sfondo blu su scritta bianca.

Il logo può essere abbreviato utilizzando l’acronimo VCV accompagnato dal suo simbolo.

**VIA COL  
VENTO**   
LASCIATI TRASPORTAR

**VCV**  **VCV**

**VIA COL  
VENTO**   
LASCIATI TRASPORTAR



P 102-7 U



**Montserrat /  
ExtraBold  
Italic**

Montserrat /  
Regular

## Advertising

### Strategia di promozione del prodotto destinato a servizio

E' fondamentale applicare una strategia al fine di pubblicizzare il servizio perchè si diffonda tra i futuri utilizzatori.

E' necessaria la creazione di un sistema pubblicitario nei pressi del Comune, al fine di spiegare al pubblico la funzione, i valori e la fruizione del servizio.

Una campagna di affissione cartellonistica con poster stampati in formato A1 su carta lucida e affissi lungo le vie del Comune nelle apposite zone di affissione pubblicitaria sarà un mezzo sufficiente a raggiungere in maniera efficace e diretta i turisti e gli abitanti di Balestrate.

L'utilizzo di banner pubblicitari a vela posizionati nei pressi della pensilina andranno a fornire informazioni ai turisti riguardo l'utilizzo del servizio stesso, indicandone gli steps iniziali.



SCARICA L'APP



RIDU  
COND  
VIAG  
CAR

**VIA COL  
VENTO**   
LASCIATI TRASPORTARE



## 3.6 Gestione del servizio

### Gestione e fruizione del servizio

#### Concept dell'applicazione

L'intero servizio sarà gestito e amministrato da un' applicazione scaricabile sul proprio dispositivo smartphone. La sua funzione primaria sarà quella di coadiuvare le transazioni per il pagamento dei mezzi noleggiati o per l'energia prelevata per la ricarica di un veicolo. Inoltre l'applicazione avrà la funzione di guidare l'utilizzatore nella ricerca dei veicoli disponibili e dei relativi punti di ricarica, sfruttando un sistema di geolocalizzazione.

Nelle prime schermate di onboarding viene spiegato il funzionamento del servizio attraverso un serie di quattro slide suddivise in: ricarica, noleggio, bonus e green.

Un sistema di accumulo crediti sprona l'utilizzatore a riportare il veicolo noleggiato dopo il suo utilizzo ad un punto di ricarica, ricevendo in questo modo un ricompensa virtuale che potrà utilizzare per un futuro noleggio.

L'interessato a caricare la propria vettura elettrica potrà ricercare un parcheggio disponibile con l'utilizzo dell'app e sostare fino a completa carica del mezzo, monitorando il processo di ricarica.

La funzione "discovery" suggerirà all'utilizzatore le maggiori mete e attrazioni del luogo, offrendo così al turista la possibilità di sfruttare al meglio la sua permanenza.

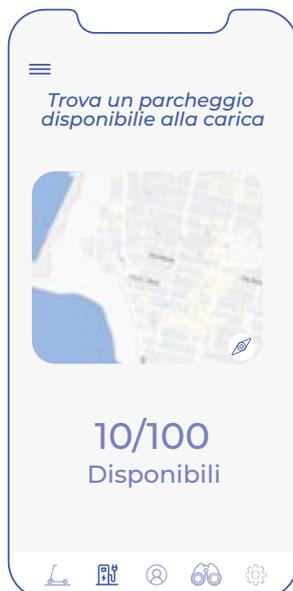
#### Sviluppo dell' interfaccia grafica

L'applicazione mantiene il colore del marchio, il blu di Persia. Le illustrazioni presenti nelle schermate di onboarding riprendono un stile grafico minimale e giocoso, utilizzando una scala di blu per la sua colorazione.

La famiglia di font utilizzati è la stessa del logo del marchio, Montserrat.

Le diverse schermate dell'applicazione sono mantenute semplici ed essenziali al fine di semplificarne l'utilizzo.





## 3.7 Paesaggistica

### Confronto con la preesistenza urbana

#### Espressività formale della pensilina e fotosimulazioni

Il progetto della pensilina cerca di essere il meno possibile invadente nei confronti del paesaggio del Comune. Il vetro fotovoltaico, di prezzo poco superiore rispetto ai pannelli fotovoltaici convenzionali, conferisce alla pensilina un aspetto elegante.

L'intera struttura, che possiede un linguaggio sincero e semplice, è composta in ferro smaltato in colore "bianco puro" RAL 9010.

E' stato scelto questo colore per la neutralità cromatica, e perchè conferisce al progetto un aspetto pulito e fresco.

Per quanto riguarda la turbina eolica, alle sue estremità sono state accoppiate due calotte in maglia metallica allo scopo di proteggere e celare la turbina stessa, conferendole una forma più morbida e maggiore sicurezza per i passanti. Il colore utilizzato per la verniciatura delle componenti è lo stesso utilizzato per la struttura (bianco puro RAL 9010).

L'aggiunta delle aree verdi permette che la pensilina si integri con maggior successo nel contesto urbano dominato da viste naturalistiche e verde pubblico.

Una seduta in legno di frassino, unico elemento in legno della pensilina, comunica con le vasiera della stessa dimensione e forma.















# 4.Considerazioni finali

Conclusioni del progetto e analisi di altri scenari

# 4.1 Scenari secondari

## User come parte del progetto

### I “juicer”; chi sono e perchè lo fanno

L'introduzione di servizi di condivisione di monopattini e mezzi elettrici nelle città ha comportato la creazione di una nuova figura professionale denominata “juicer”.

Questa mansione fa parte della cosiddetta gig economy, un sistema basato sul lavoro a chiamata, occasionale e temporaneo, e non su prestazioni lavorative stabili e continuative, caratterizzate da maggiori garanzie contrattuali.

Attraverso l'uso di un'applicazione creata dall'azienda che gestisce il servizio di sharing i soggetti, a spese proprie e aprendo una partita iva, caricano sulla propria vettura i monopattini con batteria scarica per poi caricarli a proprie spese presso il loro domicilio o attività. Mediamente ogni soggetto carica giornalmente 10 monopattini, con un compenso che varia dai 2,50 ai 3 euro. Tuttavia a decidere il numero di monopattini che ognuno può prelevare è un algoritmo che giudica il soggetto sulla base delle sue prestazioni lavorative, esulando il sistema da molti diritti fondamentali dei lavoratori.



## Come porsi contro il problema

Senza dubbio l'introduzione di punti di ricarica disposti lungo le città potrebbe generare un processo di autogestione del servizio, dove il buonsenso dell'utilizzatore lo porterebbe a contribuire ad un gestione organizzata e civica del servizio stesso.

L'introduzione di una remunerazione sotto forma di crediti virtuali invoglierà lo user a lasciare il veicolo noleggiato dove l'ha trovato, al punto di ricarica.

Le pensiline con i relativi punti di ricarica dovranno essere distribuiti in maniera strategica, in funzione della popolarità delle zone del Comune.

Laddove fosse segnalato allo user l'esaurimento della carica del mezzo, farebbe parte di un corretto comportamento riportarlo ad un punto di ricarica e sostituirlo con uno carico, ottenendo al contempo crediti da utilizzare nel servizio.

Questo sistema organizzativo integra lo user all'interno del progetto, responsabilizzandolo e rendendolo effettivamente elemento fondante della gestione della messa in carica dei veicoli.

Così dicendo la nascita di un sistema gig economy all'interno del Comune non avrebbe senso in quanto non remunerativo.

## La creazione di una comunità energetica

### Esempi di applicazioni di tecnologie eoliche all'interno del paese

Dato l'interesse di Balestrate a instaurare una comunità energetica all'interno del proprio comune, come già accennato, il sovrappiù energetico prodotto dalle pensiline potrà essere ceduto e immagazzinato dagli aderenti.

Inoltre, la dimensione delle turbine eoliche ad asse verticale progettate da MDN hanno una dimensione tale da renderle installabili presso le abitazioni dei cittadini e negli edifici pubblici. La seguente fotosimulazione va a verificare l'impatto di una installazione massiva di questi apparecchi all'interno di una caratteristica borgata Palermitana.



Inoltre potrebbe essere integrata da parte la pratica dell'agrivoltaico eolico, tecnica colturale già trattata nei precedenti paragrafi.

Potrebbero essere installate in questi casi delle pensiline che seguano il concept della pensilina "Via col vento"; esse permetterebbero agli agricoltori di ridurre il fenomeno dell'evaporazione dell'acqua dal suolo coltivato, produrre energia elettrica per il proprio fabbisogno e per quello della comunità, immagazzinare acqua piovana da utiliz-

zarsi in particolar modo durante i mesi di siccità estiva.

In questo caso ogni filare di moduli di pensilina sarà dotato di un unico serbatoio in cui si riserverà l'intero ammontare di acqua captata dalle pensiline, le quali dovranno avere una pendenza sufficiente a far sì che l'acqua arrivi a destinazione.

Integrando un sistema di irrigazione a goccia a bassa pressione, gestito dal serbatoio di recupero delle acque, i coltivatori potranno anche godere di un risparmio idrico garantito da questa tecnologia colturale.

Di seguito una fotosimulazione delle pensiline all'interno di un vigneto.



### **Ipotetici fondi per la realizzazione dell'opera**

Al fine di ottenere adeguati finanziamenti per l'attuazione del progetto, si è pensato, attraverso l'intervento dell' Ing. Marcello De Luca, di partecipare al Piano strategico della città metropolitana di Palermo, un documento programmatico che raccoglie le linee di sviluppo per il territorio in un arco temporale tra i 10 e i 15 anni. Quello che la Città di Palermo sta redigendo è il suo primo Piano Strategico Metropolitano.

La pianificazione strategica è un processo di co-progettazione dalla natura fortemente partecipativo. Il processo

di pianificazione è stato avviato nel mese di Luglio 2021 e si concluderà a Marzo 2023. L'obiettivo è creare un ecosistema di sviluppo trasversale per il territorio (economico, ambientale e sociale) con un'elevata qualità dei servizi.

Per il partecipante potrebbe nascere la possibilità di una concreta realizzazione del proprio progetto, qualora dovesse colpire l'attenzione degli esaminatori.



# Conclusioni

## Un propensione al rinnovamento

### Balestrate futuro Comune sostenibile

Durante questo lavoro di tesi non mi sarei mai aspettato di imbattermi in tutte le tematiche che effettivamente ha portato alla luce la mia attività progettuale.

Pensare ad un' integrazione a tutto tondo dell'energia solare ed eolica all'interno di un paese, attraverso un progetto che si dimostri il più possibile aderente alle necessità e ai bisogni dei cittadini, mi ha portato alla progettazione del prodotto orientato al servizio "Via col vento".

Oltre a valorizzare la cittadina, inserendosi in quella prospettiva di riqualificazione urbana già avviata da anni, il progetto ha un valore fortemente ambientale, che diventa ideale da perseguire per l'organizzazione di una comunità energetica che interessa all'amministrazione comunale. Viene posta attenzione anche alla problematica idrogeologica della regione, immagazzinando l'acqua piovana necessaria al mantenimento del verde pubblico.

La turbina ad asse verticale di MDN Energy si presenta come pilota di questa conversione verde del comune, e può trovare spazio presso abitazioni private e in sistemi agricoli come l'agrivoltaico.

La pensilina, nel suo complesso, possiede un' espressività sincera, semplice e lineare. L'importanza del suo aspetto è fondamentale per superare il varco paesaggistico, che potrà verificare la sua idonea integrazione nel paesaggio comunale.

# Bibliografia e sitografia

## IN ORDINE DI CITAZIONE

<https://viviamosostenibile.it/come-viene-prodotta-energia-elettrica/#Italia>

<https://www.innovationpost.it/2021/08/12/sostenibilita-ambientale-che-cosa-significa-e-che-cose-lagenda-2030/>

[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

[https://www.anev.org/wp-content/uploads/2019/06/Prezentazione-Potenziale-eolico-2017ANEV.qxp\\_x.pdf](https://www.anev.org/wp-content/uploads/2019/06/Prezentazione-Potenziale-eolico-2017ANEV.qxp_x.pdf)

<https://www.velavventura.com/storia-della-vela/>

<https://aiams.eu/attivita-dei-mulini/follo-e-gualchiera.html>

Wind-hybrid Power Generation Systems Using Renewable Energy Sources-A Review, INTERNATIONAL JOURNAL of RENEWABLE ENERGY RESEARCH, M. S. Aziz et al., Vol.7, No.1, 2017

[https://www.legambiente.it/comunicati-stampa/legambiente-presenta-comunita-rinnovabili-2022/#:~:text=In%20Italia%20non%20decollano%20gli,58%25%20rispetto%20al%202020\).](https://www.legambiente.it/comunicati-stampa/legambiente-presenta-comunita-rinnovabili-2022/#:~:text=In%20Italia%20non%20decollano%20gli,58%25%20rispetto%20al%202020).)

<https://www.sorgenia.it/guida-energia/comunita-energetiche#:~:text=Una%20comunit%C3%A0%20energetica%20%C3%A8%20un,un%20modello%20basato%20sulla%20condivisione>

Come si fa una comunità energetica, a cura di Marco Mariano, Altreconomia, marzo 2020

<https://www.regione.toscana.it/-/la-tecnologia-eolica-il-mini-eolico-il-micro-eolico-l-eolico-off-shore>

<http://www.rinnovabilandia.it/eolico-verticale-o-orizzontale-qual-e-meglio-scegliere/>

Wind-Energy-Powered Electric Vehicle Charging Stations: Resource Availability Data Analysis, Fuad Noman, Ammar Ahmed Alkahtani, Vassilios Agelidis, Kiong Sieh Tiong, Gamal Alkawsy and Janaka Ekanayake, Mdpi, 14 August 2020

Interazione fluidodinamica in un campo microeolico, tesi di laurea di Antonio Andrea Licari, relatore di tesi Giuseppe Lombardo, Università degli Studi di Palermo, A.A. 2021-2022

<https://eolicoefficiente.wordpress.com/2013/08/13/differenze-tra-eolico-ad-asse-verticale-ed-orizzontale/>

[https://it.wikipedia.org/wiki/Energia\\_solare](https://it.wikipedia.org/wiki/Energia_solare)

<https://www.soladria.it/it/blog/storia-del-fotovoltaico-e-energia-solare-94>

<http://www.agenziaenergeticafiorentina.com/dalla-sabbia-al-modulo.html>

[https://ilcaffegeopolitico.net/116771/il-green-deal-europeo-come-lunione-europea-agira-per-contrastare-il-cambiamento-climatico?gclid=CjwKCAjw\\_ISWBhBkEiwAdqxb9kDGS\\_jTnhLDFGmrl7vbBiFwW6mRAhM-GQ3nsioWurKCljUyFgXMhoCIGcQAvD\\_BwE](https://ilcaffegeopolitico.net/116771/il-green-deal-europeo-come-lunione-europea-agira-per-contrastare-il-cambiamento-climatico?gclid=CjwKCAjw_ISWBhBkEiwAdqxb9kDGS_jTnhLDFGmrl7vbBiFwW6mRAhM-GQ3nsioWurKCljUyFgXMhoCIGcQAvD_BwE)

<http://www.satservizi.eu/files/calcolo-acqua-piovana.pdf>

<https://www.gazebo.it/dimensionamento/dimensionamento-impianti-di-recupero-acqua-piovana/#gref>

<https://www.openpolis.it/parole/cose-il-pnrr-piano-nazionale-ripresa-e-resilienza/>

<https://it.wikipedia.org/wiki/Balestrate>

<https://it.wikipedia.org/wiki/Balestrate>

<https://www.comune.balestrate.pa.it/zf/index.php/storia-comune>

<https://www.otovo.it/blog/impatto-ambientale-pannelli-fotovoltaici/#:~:text=Quando%20si%20produce%20elettricit%C3%A0%2C%20i,necessaria%20per%20la%20sua%20fabbricazione.>

<https://it.wikipedia.org/wiki/Balestrate>

<https://www.comune.balestrate.pa.it/zf/index.php/storia-comune>

<http://www.energymdn.com/chi-siamo/>

<https://newworldwind.com/en/wind-tree/>

<https://www.enessere.com/en/portfolio/bohus-kubinsky-art-installation-bratislava/>

<https://design.udk-berlin.de/2021/05/papilio-tobias-truebenbacher-ba-2021>

<https://joedoucet.com/windturbinewall>

[https://energia-plus.it/il-bike-sharing-elettrico-a-padova-e-una-realta\\_32116/](https://energia-plus.it/il-bike-sharing-elettrico-a-padova-e-una-realta_32116/)

<https://www.insella.it/news/colonnina-eolica-solare>

<https://www.fritegotto.it/FERTIRRIGO-FACILE-Microirrigazione-a-goccia-Pregi-e-difetti/#:~:text=Il%20vantaggio%20principale%20nell'impiego,rilasci%20di%20nutrienti%20nell'ambiente.>

[https://www.senzanumerocivico.info/3024/nellorto/quant-minuti-irrigare-lorto-con-lala-gocciolante/#:~:text=-Quindi%2C%20sapendo%20che%20un%20sistema,minuti\)%20al%20giorno%20a%20luglio.](https://www.senzanumerocivico.info/3024/nellorto/quant-minuti-irrigare-lorto-con-lala-gocciolante/#:~:text=-Quindi%2C%20sapendo%20che%20un%20sistema,minuti)%20al%20giorno%20a%20luglio.)

Potential of regeneration for small historical centers in central Italy, Emanuela Adamo, Università degli Studi di Napoli Federico II,

Wind-Energy-Powered Electric Vehicle Charging Stations: Resource Availability Data Analysis, Fuad Noman, Ammar Ahmed Alkahtani, Vassilios Agelidis, Kiong Sieh Tiong, Gamal Alkawsu and Janaka Ekanayake, Mdpi, 14 August 2020

# ICONOGRAFIA

## IN ORDINE DI APPARIZIONE

- [1] <https://energit.it/che-cosa-sono-le-energie-rinnovabili/>
- [2] <https://www.ohga.it/lenergia-solare-in-italia-quando-il-nostro-paese-arriva-primo/>
- [3] <https://www.innatura.info/olanda-mulini-a-vento/>
- [4] <https://www.rifarecasa.com/dossier/riscaldamen>
- [5] <https://www.fiscooggi.it/rubrica/giurisprudenza/articolo/reddito-energia-idroelettrica-regole-sono-quelle-dellimpresa>
- [6] <https://www.scienzaverde.it/energia-marina/>
- [7] <https://www.repubblica.it/viaggi/2015/09/11/foto/Lantica-industria-del-vento-viaggio-tra-gli-antichi-mulini-del-mondo-122676243/1/>
- [8] <https://www.rgbstock.com/photo/mGBRxD2/Old+Windmill+3>
- [9] <https://www.emarineinc.com/maglev-400w-vertical-axis-wind-turbine-system-clearance>
- [10] <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/358-dornier-darrieus-savonius-5-5-kwv>
- [11] <https://www.enelgreenpower.com/it/learning-hub/energie-rinnovabili/energia-eolica/parco-eolico>
- [13] [https://www.mozaweb.com/it/Extra-Scene\\_3D-Antica\\_barca\\_a\\_vela\\_eg](https://www.mozaweb.com/it/Extra-Scene_3D-Antica_barca_a_vela_eg)
- [14] [https://www.repubblica.it/viaggi/2018/02/14/news/mulini\\_d\\_europa-188821480/](https://www.repubblica.it/viaggi/2018/02/14/news/mulini_d_europa-188821480/)
- [15] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118308153>
- [16] <https://www.ilfattoquotidiano.it/2019/09/09/i-parchi-eolici-europei-potrebbero-produrre-energia-per-tutto-il-mondo/5439482/>
- [17] [https://www.repubblica.it/green-and-blue/2020/12/21/news/noor\\_la\\_torre\\_del\\_marocco\\_avanguardia\\_delle\\_rinnovabili-275467988/](https://www.repubblica.it/green-and-blue/2020/12/21/news/noor_la_torre_del_marocco_avanguardia_delle_rinnovabili-275467988/)
- [18] <https://energycue.it/eolico-troposferico-energia-aquiloni-alta-quota/18945/>
- [19] <https://www.e-nsight.com/2018/07/03/energia-dal-vento-la-turbina-eolica>
- [20] <https://energeticafutura.com/blog/novedoso-aerogenerador-monopala-aragones/>
- [21] <https://energeticafutura.com/blog/novedoso-aerogenerador-monopala-aragones/>
- [22] <https://www.classxhsilkroad.it/news/azienda-energetico/il-boom-dell-eolico-offshore-in-ci>
- [23] <https://grabcad.com/library/gorlov-wind-turbine>
- [24] <https://proceedings.windeurope.org/biplatform/>
- [25] <https://modofluido.hydac.it/energia-eolica>
- [26] <http://www.bnrenergia.it/quant-impianti-eolici-ci-sono-in-ita>

- [27] [https://it.wikipedia.org/wiki/Specchio\\_ustorio](https://it.wikipedia.org/wiki/Specchio_ustorio)
- [28] [https://it.wikipedia.org/wiki/Pila\\_di\\_Volta](https://it.wikipedia.org/wiki/Pila_di_Volta)
- [29] <https://www.bridgemanimages.com/en-US/noartistknown/thermo-electric-battery-alexandre-edmond-becque-rel-1820-1891-colored-engraving/nomedium/asset/832759>
- [30] <https://www.drewexmachina.com/2018/03/17/vanguard-1-the-little-satellite-that-could/>
- [31] <https://solareo.it/impianto-fotovoltaico/dimensioni-pannelli-fotovoltaici/>
- [32] <https://energit.it/quanto-produce-un-pannello-solare-termico/>
- [33] <https://www.rinnovabili.it/energia/termodinamico/solare-a-concentrazio>
- [34] [https://www.mandatodirettoenergiaegas.it/site/dettaglio.php?id\\_noticia=279](https://www.mandatodirettoenergiaegas.it/site/dettaglio.php?id_noticia=279)
- [35] [http://www.solclima.it/le\\_celle\\_al\\_silicio.html](http://www.solclima.it/le_celle_al_silicio.html) ne-efficienza-costi/
- [36] <http://www.fotovoltaicosulweb.it/guida/pellicole-fotovoltaiche.html>ne-efficienza-costi/
- [37] <https://www.sostariffe.it/risparmio-energetico/pannelli-fotovoltaici/>
- [38] <https://www.rosi-solar.com/>
- [39] <https://www.sostariffe.it/risparmio-energetico/pannelli-fotovoltaici/>
- [40] <https://www.sostariffe.it/risparmio-energetico/pannelli-fotovoltaici/>
- [41] <https://www.rinnovabili.it/energia/fotovoltaico/rinnovabili-fotovoltaico-sorpassa-eolico-capacita-installata/>
- [42] <https://ilbolive.unipd.it/it/news/agrivoltaico-possibile-alleanza-agricoltura>
- [43] <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/agrivoltaico-agrovoltaico-agricoltura-energia-rinnovabile/>
- [44] <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/agrivoltaico-agrovoltaico-agricoltura-energia-rinnovabile/>
- [45] <https://remtec.energy/fr/agrovoltaico/28-olien-agrovoltaico>
- [46] <https://agri-pv.org/en/synergies/water-balance/>
- [47] <https://www.qualenergia.it/pro/articoli/come-costruire-comunita-energetica-o-gruppo-autoconsumo-collettivo/>
- [48] <https://www.rinnovabili.it/energia/politiche-energetiche/sostenibilita-patrimonio-costruito-comunita-energetiche/>
- [49] <http://www.solarecollettivo.it/>
- [50] <http://www.solarecollettivo.it/2008/09/15/adotta-un-kw/>
- [51] <https://4usolution.org/lucciola-per-i-soci-di-retenergie/>
- [52] <https://www.italiachecambia.org/mappa/retenergie/>

- [53] <https://www.co-energia.org/component/k2/itemlist/>
- [54] <https://www.co-energia.org/component/k2/itemlist/>
- [55] [http://www.energymdn.com/galleria/#iLightbox\[94d06853e-1de2f4a30b\]/3](http://www.energymdn.com/galleria/#iLightbox[94d06853e-1de2f4a30b]/3)
- [56] <https://data.epo.org/publication-server/document?iDocId=5892625&iFormat=2>
- [57] [http://www.energymdn.com/galleria/#iLightbox\[94d06853e-1de2f4a30b\]/3](http://www.energymdn.com/galleria/#iLightbox[94d06853e-1de2f4a30b]/3)
- [58] [http://www.energymdn.com/galleria/#iLightbox\[94d06853e-1de2f4a30b\]/1](http://www.energymdn.com/galleria/#iLightbox[94d06853e-1de2f4a30b]/1)
- [59] <http://www.fotovoltaicosulweb.it/guida/fotovoltaico-da-record-i-cinquanta-impianti-piu-grandi-del-mondo.html>
- [60] <https://www.kayak.it/Hotel-a-Balestrate.58507.hotel.ksp>
- [61] <https://ambientasgr.com/the-impact-of-the-green-deal-and-recovery-fund-on-sustainability-investments-in-europe/>
- [62] <https://www.ilriformista.it/la-sfida-della-sostenibilita-ambientale-la-decarbonizzazione-delleconomia-globale-176357/>
- [63] <https://www.vivasicilia.com/spiaggia-balestrate/>
- [64] <https://ambientasgr.com/the-impact-of-the-green-deal-and-recovery-fund-on-sustainability-investments-in-europe/>
- [67] [https://it.wikipedia.org/wiki/Stemma\\_Balestate#/media/File:Stemmadi\\_Balestrate\\_\(02\).jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/Stemma_Balestate#/media/File:Stemmadi_Balestrate_(02).jpg)
- [66] [https://it.wikipedia.org/wiki/Castello\\_di\\_Calatubo#/media/File:Castello\\_di\\_Calatubo\\_\(02\).jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/Castello_di_Calatubo#/media/File:Castello_di_Calatubo_(02).jpg)
- [65] <https://www.balestrate200anni.it/2020/06/21/la-tonnara-di-sicciara/>
- [69] [https://siciliammare.it/porto-balestrate-2-milioni-mezzo-completare-la-strada-daccesso\\_3404/](https://siciliammare.it/porto-balestrate-2-milioni-mezzo-completare-la-strada-daccesso_3404/)
- [68] <https://www.ebay.it/itm/302106141846?hash=item4656e-de496:g:N~EAAOSwh2xX~~re>
- [70] <https://www.vacanzesiciliane.net/castellammare-del-golfo/>
- [69] <http://www.ecologiaquotidiana.it/projects/legambiente/>
- [71] <https://www.enessere.com/en/portfolio/bohus-kubinsky-art-installation-bratislava/>
- [70] <https://archive.curbed>
- [72] <https://www.urdesignmag.com/design/2021/05/31/papilio-wind-powered-street-lamp-tobias-truenabacher/>
- [73] <https://www.goodnewsnetwork.org/this-wind-turbine-sculpture-lets-you-harness-enough-energy-to-power-your-home/>
- [76] [http://www.greenvivo.com/fr/produit/station-de-recharge-hybride-pour-vehicules-electriques\\_](http://www.greenvivo.com/fr/produit/station-de-recharge-hybride-pour-vehicules-electriques_)
- [75] <https://www.avem.fr/2012/12/20/energies-sol-presente-une-station-de-charge-hybride-combinant-energie-solaire-et-eolienne/>

[74] [https://energia-plus.it/il-bike-sharing-elettrico-a-padova-e-una-realta\\_32116/](https://energia-plus.it/il-bike-sharing-elettrico-a-padova-e-una-realta_32116/)

[77] <https://pixabay.com/it/photos/donna-maglieria-occhi-faccia-testa-2563491/>

[79] <https://pixabay.com/it/photos/ragazzo-uomo-le-persone-buio-ombra-2617866/>

[78] <https://pixabay.com/it/photos/uomo-portrait-of-a-man-studio-4387677/>

[78] <https://www.mondobalneare.com/turismo-il-mare-italiano-e-piu-in-crisi-rispetto-alla-montagna/>

[77] <https://www.moleantonellianatorino.it/contenuti/>

[81] <https://www.pexels.com/it-it/foto/fotografia-ravvicinata-del-camaleonte-verde-e-giallo-70556/>

[79] <https://www.macformazione.com/blog/fare-rendering-con-3d-studio-max/>

[80] <https://www.pexels.com/it-it/foto/fotografia-ravvicinata-del-camaleonte-verde-e-giallo-70556/>

[82] <https://www.pexels.com/it-it/foto/uomo-e-donna-cammina-sul-molo-1268855/>

[83] <https://www.crienergy.com/microeolico/>

[84] <https://laureano.it/?news=fighting-desertification>

[85] <https://insideevs.it/news/490930/piani-case-auto-elettriche-fine-benzina-diesel/>

[86] <https://www.defit.org/modularity/>

[87] <https://worldarchitecture.org/architecture-news/evzmm/philosophy-of-nature-and-natural-in-ar>

[88] <https://www.aihr.com/blog/diversity-equity-inclusion-belonging-deib/>

[89] <https://www.pexels.com/it-it/foto/gruppo-di-persone-che-mangiano-insieme-3184195//>

[90] <https://www.thespruce.com/paint-your-walls-like-a-pro-1104078/>

[91] <https://medium.com/agile-lab-engineering/the-secret-to-reduce-spark-application-costs-fcdc9087b1d3v>

[92] <https://medium.com/agile-lab-engineering/the-secret-to-reduce-spark-application-costs-fcdc9087b1d3v>

[93] <https://www.guidafinestra.it/vetro-fotovoltaico/>

[94] <https://t.ly/5OKG>

[95] [https://www.picturethisai.com/it/wiki/Agave\\_americana\\_\\_Variiegata\\_.html](https://www.picturethisai.com/it/wiki/Agave_americana__Variiegata_.html)

[96] <https://www.gardenia.net/plant/aloe-arborescens-torch-aloe>

[97] <https://www.ilfioretralespine.it/generi-dalla-m-alla-r/>

[98] <https://icaro-srl.eu/il-modulo-fotovoltaico-bifacciale-quando-conviene/>

[99]<https://icaro-srl.eu/il-modulo-fotovoltaico-bifacciale-quando-conviene/>

[100]<https://icaro-srl.eu/il-modulo-fotovoltaico-bifacciale-quando-conviene/>