

Potenzialità energetiche del territorio: riflessioni e un caso studio nel microeolico

Adriano Magliocco, Francesco Poggi

Abstract. Una delle strategie per lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili è quella della microgenerazione distribuita. È necessario integrare la dominante, ma poco efficiente, tecnologia del fotovoltaico con altri impianti in grado di sfruttare le fonti presenti sul territorio. Il microeolico si affaccia sul mercato dei sistemi integrati in edilizia anche grazie a un progressivo rinnovamento delle normative locali. La complessità dei meccanismi predittivi, per tale tecnologia, impone l'uso di strumenti di ausilio al progetto. L'innovazione tecnologica deve essere stimolata da sperimentazioni che creino una domanda di autoproduzione, forma di risparmio per il cittadino e di sviluppo per tutta la comunità. Si tratta di un processo trans-scalare che comincia alla fase della pianificazione urbana.

Parole chiave: Pianificazione comunale, Potenzialità energetiche del territorio, Normativa di piano, Incentivi, Integrazione delle FER in architettura

Si parla spesso di «vocazione del territorio» in relazione alle potenzialità economiche di un'area geograficamente o politicamente definita: vocazione industriale, agricola, turistica ecc.

Tuttavia, di fronte al problema energetico e dell'inquinamento atmosferico, oggi dobbiamo occuparci anche di «vocazione energetica». Da tempo ci si chiede se la produzione locale di energia, da fonte rinnovabile, possa essere una soluzione in grado di dare un contributo al soddisfacimento dei bisogni energetici e se la possibilità di effettuare l'autoproduzione possa essere considerata un diritto del cittadino.

Gli incentivi per le rinnovabili sono volti sia ad alimentare economicamente la ricerca in tale campo, sia a permettere ai cittadini di contribuire alla riduzione delle emissioni in atmosfera e della dipendenza energetica dalle fonti fossili.

È comunque evidente che, sino ad ora, nella programmazione per la produzione energetica la microgenerazione distribuita non ha avuto un grande ruolo. Qualcosa si tenta all'interno dei Piani Energetico-Ambientali regionali. Non sempre però le Regioni riescono ad avere un ruolo attivo nel raggiungimento degli obiettivi di sviluppo. Per quanto riguarda gli impianti di microgenerazione distribuita, trattandosi di installazioni di dimensioni limitate e a carattere non commerciale, è molto difficile prevedere il grado di applicazione che avrà luogo.

RICERCA/RESEARCH

Adriano Magliocco
Dipartimento DSA, Università
di Genova, I

Francesco Poggi
Dipartimento DICAT, Università
di Genova, I

Energy producing capacity
of the territory: considerations
and a micro wind power
case study

Abstract. One of the strategies used to exploit renewable energy resources is that of distributed microgeneration. It is necessary to integrate the dominant, but scarcely efficient, photovoltaic technology with others able to exploit the resources available throughout the territory. Micro wind power has entered into the market of integrated building systems thanks to a gradual renewal of local legislation. The complexity of predictive mechanisms for this technology dictates the utilisation of auxiliary design tools. Technological innovation must be stimulated by experiments that create a demand for self-production, a sort of savings for the local people and development of the entire community. This is all about a process at different scales commencing at the urban planning phase.

Key words: Municipal planning, Energy potential of territory, Planning regulatory, Economic incentives, Integration of renewable energy in architecture

«Territorial vocation» is a term that is used quite often in relation to the economic capacity of an area defined geographically or politically: vocations regarding industry, agriculture and tourism, etc.

Nowadays for the problems concerning energy and atmospheric pollution we also have to take into account «energy vocation». For some time now the question has been asked as to whether the local production of energy, from renewable energy resources, is a solution able to provide a contribution in meeting the energy requirements and whether the possibility of self-production can be considered as an entitlement for the citizens.

The incentives for renewable energy resources are aimed at economically

Tale ambito economico ha però buone possibilità di sviluppo se si farà uno sforzo congiunto di innovazione tecnologica e normativa. Questo potrà avvenire attraverso un'incentivazione più ampia delle diverse tecnologie di produzione da FER (Fonti Energetiche Rinnovabili) invece che attraverso un sostegno focalizzato su un sistema prevalente e se si guarderà con occhio diverso al problema dell'integrazione dei dispositivi impiantistici in architettura ammettendo, salvo che in tessuti di particolare pregio, una trasformazione del paesaggio antropico. Tali dispositivi vanno integrati e considerati nuovi elementi dell'architettura e non meri apparati da giustapporre a posteriori.

È evidente come lo sfruttamento locale delle fonti rinnovabili abbia come principale protagonista la tecnologia del fotovoltaico. Tra le tecnologie di microgenerazione vi sono però altri sistemi interessanti. La Regione Liguria con la D.C.R. 3/2009 ha apportato modifiche al Piano Energetico Ambientale del 2003 relativamente all'ambito dell'eolico. Nell'occasione, ha richiamato le norme regionali già emanate¹ per l'applicazione del microeolico favorendo gli impianti ad asse verticale. Di fatto tali impianti, sino a 5 kW di potenza nominale, potrebbero essere installati ovunque tramite Dichiarazione di Inizio Attività. Tale apparente semplificazione normativa si scontra con un presunto o reale impatto ambientale, soprattutto visivo.

Ma come viene accolta questa indicazione di sostegno alla tecnologia del microeolico dalle amministrazioni locali? Una recente indagine² mostra come quasi nessun comune ligure abbia ancora considerato veramente la questione, forse anche per l'assenza di una domanda da parte del cittadino. Ciò vuol dire che le microturbine eoliche sono permesse ovunque? La questione è ancora da affrontare.

Ci si chiede quindi se un incentivo all'uso delle microturbine, combinato con la possibilità normativa, possa avere fondamento.

Gli autori stanno conducendo una ricerca volta a individuare il potenziale eolico del Comune di Vado Ligure (SV) per integrare la normativa ambientale del nuovo piano comunale, in via di definizione. Tale comune è rimasto un'isola dell'industria in un territorio provinciale costiero a vocazione turistica ospitando, tra le varie attività, una grossa centrale termoelettrica a carbone. Parlare di rinnovabili, in tale contesto, ha un ruolo anche simbolico finalizzato a mostrare vie alternative alle future generazioni. Si intende quindi formulare un

supporting the research in this field and to allow the citizens to contribute in the reduction of emissions into the atmosphere, and the energy dependency on fossil energy resources. Nonetheless it is evident that when planning energy production the distributed microgeneration has not had a major role up to present. Something is happening within the regional energy plans. However the Regions are not always able to play an active role in achieving the development objectives. With regard to the distributed microgeneration plants, since this is about the installation of limited size plants of a non-commercial character, it is difficult to imagine the amount of applications this will find. However this economic framework has good possibilities of development if a joint effort is made for technological innovation and legislation, with

incentives for a larger number of production technologies that support renewable energy instead of focusing on a prevalent one, and if the problem of integration of the engineering devices into architecture is seen from a different perspective, assuming the transformation of the anthropic landscape, except in building context of particular value. These are to be considered integrated elements of architecture and not merely juxtaposed *a posteriori* new equipment. It is evident how local exploitation of the renewable energy resources sees the photovoltaic technology as the main protagonist. However there are many interesting technologies in the field of microgeneration. By means of regional decree 3/09 the Ligurian Regional Authority has modified the 2003 environmental energy plan with regard to wind power.



01 | Posizione geografica dell'anemometro sito in Capo Vado e del punto oggetto di simulazione (El. 20 m, LAT. 44.27509, LONG. 8.439872)
Geographical location of the Capo Vado anemometer and the Target site (El. 20 m, LAT. 44.27509, LONG. 8.439872)

On this occasion the authority has referenced the regional legislation¹ by favouring the vertical axis wind turbines. In fact these plants, up to a max. rated power of 5 kW, could be installed anywhere by means of a start of construction notification. This apparent legislative simplification runs the risk of conflict with the presence of an estimated or real environmental impact, above all visual. But how is this indication of support by the local administrations for wind power received? A recent investigation² shows how almost no municipality from Liguria has really considered the question, probably due to the lack of a local demand. Does this mean that they are allowed everywhere? The issue still has to be dealt with. The question is then asked as to whether an incentive to use micro-turbines for wind power, combined

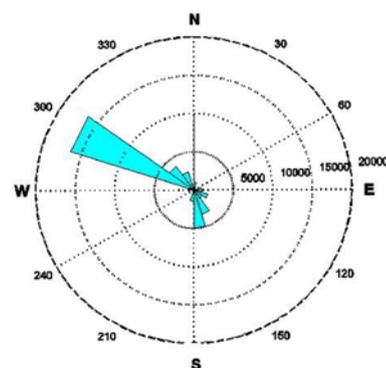
recepimento della normativa regionale con una maggiore definizione attraverso delle semplici linee guida, che di seguito riportiamo, basate su principi volti a controllare impatto visuale e acustico di questa tipologia di impianti:

1. Prevedere un'installazione unitaria e organica che possa eventualmente permettere un ampliamento secondo criteri predefiniti.
2. Usare, possibilmente, sistemi ad asse verticale (maggiore sicurezza, minore rumorosità).
3. Dimensionare gli impianti comparativamente con altri elementi esistenti (abbaini, camini, ecc.).
4. Valutarne il posizionamento, compatibilmente con l'andamento dei flussi d'aria, controllando l'impatto acustico.
5. Relazionare il numero di pale, nella massima estensione dell'impianto, allo schema compositivo dell'edificio (presenza di assi verticali, simmetrie, ecc.).
6. Scegliere il numero minore delle pale più grandi utilizzabili in relazione alle necessità (maggiore efficienza).

La stazione meteorologica di Capo Vado è parte della rete dell'Osservatorio Meteo-Idrologico gestito dall'Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure.

Come mostrato in figura 01, la stazione di rilevamento è posta sulla sommità di un rilievo tra le città di Vado Ligure e Bergeggi, nella provincia di Savona. Considerati gli obiettivi, si è utilizzato un software commerciale, ESDU 84011 (3), per trasferire i dati in un altro sito (target) posto nell'abitato di Vado Ligure, considerato come ipotetica area d'installazione del microeolico (4).

In particolare, il sistema ESDU stima gli effetti del cambiamento della rugosità del terreno, dei tempi medi di raffica e della topografia. Il programma calcola le caratteristiche del vento in funzione del dislivello rispetto al sito target, utilizzando la velocità del vento su media oraria e la massima velocità di raffica, insieme alle caratteristiche delle componenti longitudinali e laterali di turbolenza. La distribuzione a direzionale della velocità del vento, estrapolata col foglio di calcolo sul sito target, è mostrata in figura 03. È evidente come l'effetto della rugosità abbia ridotto di circa 2 m/s la velocità rispetto a quella rilevata. È anche evidente come le velocità in gioco siano superiori alle velocità medie di cut-in dei dispositivi in commercio (2,5-4 m/s) ma ben lontane dai valori ottimali indicati dalle aziende produttrici (10-15 m/s).



02 | Probabilità della direzione della velocità del vento
Probability distribution of the wind direction

with the legislative possibility, is a valid solution.

The authors are carrying out a research aimed at identifying the wind power potential at Vado Ligure (Savona) to integrate the environmental legislation of the new town planning currently being defined. This town has remained as an island of industry within a provincial coastal area of a tourism vocation by accommodating, amongst other activities, a large coal electrical power plant. To talk about renewable energy resources in this context has also a symbolic role finalised at demonstrating alternative ways for the future generations. The aim is to deliver a local acknowledgement of regional legislation with a better definition, through a few simple guidelines based on the following principles to control noise and visual impact:

1. To provide a unified and organic

installation that could possibly lead to an expansion according to predefined criteria.

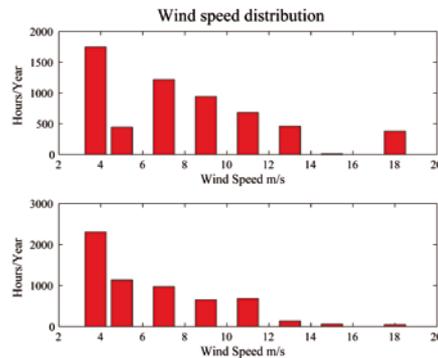
2. To use, where it is possible, systems with a vertical axis (greater safety, less noise).
3. To dimension the systems to the to comparable size of other elements (dormers, chimneys, etc.).
4. To assess the placement, consistent with the trend of the air flow, controlling the noise impact.
5. The number of turbines, in the maximum extension of the power plant, has to be related to the compositional scheme of the building (presence of vertical axes, symmetries, etc.).
6. To choose the smaller number of larger turbines used in relation to the needs (greater efficiency).

The weather station at Capo Vado is part of the Hydrological-

Tuttavia, la previsione delle caratteristiche del vento al di fuori del tessuto urbano, dove esistono ampi campi di rugosità più o meno uniforme, è diversa da quella al suo interno, dove il vento è meno stabile e prevedibile oltre ad essere turbolento. Strumenti come ESDU non possono essere applicati in questi casi ma possono essere utilizzati solo nella determinazione del potenziale basandosi su misurazioni effettuate vicino all'area di interesse, con valori di rugosità delle zone circostanti e ostacoli sparsi a buona distanza dal punto analizzato.

Per conoscere più a fondo siti posti all'interno del tessuto urbano è possibile utilizzare la fluidodinamica computazionale, campagne anemometriche locali o test in galleria del vento. Il problema del calcolo della produzione energetica, invero, può essere diviso in due.

03 | Distribuzione a-direzionale della velocità del vento rilevata dall'anemometro (sopra) e calcolata nel sito target (sotto)
A-directional wind speed distribution in anemometer site (above) and target site (below)



Innanzitutto deve essere stimata la velocità media intorno agli edifici (con strumenti come ESDU), va poi impiegato un fattore di correzione per permettere di determinare l'effetto locale della posizione precisa della turbina.

Nel presente articolo viene riportata la prima fase della simulazione. In particolare, per un tessuto come quello di Vado, caratterizzato da altezze degli edifici omogenee e quindi campo di vento poco influenzato da effetti locali, questa prima simulazione può già essere presa come una buona approssimazione della velocità media, pari a un valore da considerarsi sufficiente per il fine proposto di indagine alla scala urbana.

Nell'ottica di una stima più accurata, attraverso fattori correttivi lo-

Meteorological Observatory managed by the regional authority on behalf of the Ligurian Environment. As it can be seen from Fig. 01 the weather station is located on an hilltop between the towns of Vado Ligure and Bergeggi in the province of Savona.

According to the objectives, we used a commercial software, ESDU 84011 (3), to transfer the data to another site (target) located at Vado Ligure, as a potential site for the installation of micro-turbines for wind power (4).

In particular the ESDU software estimates the effects of the change in roughness of the soil, average wind gust times and topography. The programme calculates the wind characteristics according to the difference in altitude with respect to the target site, by using the wind speed over an hourly average and the maximum gust speed, together with the characteristics of the

longitudinal and lateral components of turbulence. The omni-directional distribution of wind speeds, extrapolated with the spreadsheet for the target site, is illustrated in Fig. 03. It is evident how the effect of the roughness has reduced the speed by approx. 2 m/s with respect to the measured value. It is also clear that the speeds involved are higher than the average speed of cut-in of devices on the market (2.5 to 4 m/s) but very far from the optimum indicated by the manufacturers (10-15 m/s)

Nonetheless there is a difference between to forecast the characteristics of the wind outside the urban fabric, where there are ample fields of more or less uniform roughness, and inside where the wind is less stable and predictable and it is quite turbulent. Software tools like ESDU can be applied in these cases, they're good

cali si dovrebbe poi procedere a una catalogazione e caratterizzazione aerodinamica delle più comuni disposizioni edilizie.

Le correnti generate dai blocchi edilizi causano un flusso d'aria accelerata al di sopra e ai lati dell'edificio; la morfologia degli edifici può quindi essere utilizzata in maniera vantaggiosa. Una maggiore rugosità della superficie nei tessuti urbani, rispetto a campi più aperti, porta ad avere forti incrementi di velocità con l'aumentare dell'altezza; è quindi sufficiente un limitato incremento dell'altezza del palo della turbina per ottenere un interessante incremento dell'energia prodotta. Inoltre, è necessario valutare il fatto che la combinazione delle turbine eoliche con i pannelli fotovoltaici permette di coprire uno spettro delle condizioni meteorologiche favorevoli molto ampio e che i due sistemi possono condividere lo stesso impianto. Va poi considerata la forte riduzione (sino al 6%) delle perdite dovute alla distribuzione, visto che in questo caso luogo di produzione e di consumo coincidono.

Il principio di funzionamento delle turbine ad asse orizzontale (HAWT), con elica a 3 pale alla sommità della torre, ha una buona efficienza, anche economica. Questo principio di funzionamento è stato sviluppato per turbine da MW di potenza poste in siti con poche turbolenze. Per l'impiego nel contesto urbano è necessario dare un maggiore peso ad altre componenti quali il rumore, l'estetica, la possibilità di funzionare anche con variazione improvvisa e frequente della direzione dei flussi.

Le turbine ad asse verticale (VAWT), specificamente progettate per l'ambiente urbano, offrono una strategia complementare per la generazione energetica rispetto alle *wind-farm* convenzionali. La dimensione del rotore può variare da 1 a 20 m e la potenza nominale da 100 W a 100 kW, anche se per l'integrazione in edilizia è possibile immaginare che non vengano superati i 10 kW.

Il vantaggio principale delle macchine ad asse verticale è che accettano e sfruttano vento proveniente da ogni direzione. L'asse di rotazione verticale, inoltre, permette di montare il generatore e le parti dell'impianto praticamente allo stesso livello del punto di innesto alla base, con minori problemi di manutenzione. Queste macchine sono anche meno rumorose e più sicure rispetto al rischio di distacco di parti in movimento o di pezzi di ghiaccio che, in caso di gelate, possono essere lanciati dai sistemi ad asse orizzontale. Infine, la loro

for determining the potential based on measurements taken near to the areas of interest, with roughness values of the surrounding areas and scattered obstacles at a significant distance from the point of interest.

To better understand sites located inside the urban fabric it is possible to use computational fluid dynamics, local anemometric campaigns or wind tunnel tests. The problem with calculation of energy production can be split-up into two areas: above all the average speed around the buildings must be estimated and then a correction factor is applied to determine the local effect of the precise position of the turbine.

In this article we show the first phase of the simulation

In particular, for a tissue as the Vado Ligure one, characterized by buildings of uniform height, and wind field so little influenced by local effects, this first

simulation alone can already be taken as an approximation for the average speed, a value considered sufficient for proposed order of investigation to the urban scale.

With a more accurate estimate, using local correction factors, one should then proceed to a cataloging and characterization of aerodynamics of the most common arrangement of buildings.

The currents generated by the building blocks cause an accelerated flow above and to the side of the buildings. The morphology of the buildings can therefore be used as an advantage. A greater roughness of the surfaces in the urban fabrics brings about a strong increase in wind as the height increases. Consequently a limited increase in height (of the turbine blade) is sufficient in obtaining a significant increase in the amount

of energy produced. Moreover, it should be also considered that the combination with the photovoltaic panels allow a larger spectrum of the favourable meteorological conditions to be covered, and both systems can be shared by the same plant. Furthermore, consideration shall be given to the significant reduction (up to 6%) of losses due to distribution, given that in this case the places of production and consumption coincide.

The principle of operation of the horizontal axis wind turbine (HAWT) with a 3-blade propeller at the top of the tower, provides a good energy efficiency also from an economic perspective. This operating principle has been developed to operate on MW turbines at sites with little turbulence. For use in the urban fabric it is necessary to give more importance to other components like noise,

forma è più facilmente integrabile e assimilabile alle altre sovrastrutture presenti in copertura degli edifici.

Il caso studio che si sta affrontando mostra quindi un'evidente distanza tra ciò che l'apparato normativo sembra ampiamente permettere e quanto sia tecnicamente possibile, distanza evidenziata da una sussistente mancanza di domanda sull'applicazione di tale tecnologia. Data la complessità del processo di previsione della produttività e la conseguente incertezza sui ritorni economici, solo una spinta data da incentivi può portare, così come è avvenuto per il fotovoltaico, ad applicazioni in grado di validare i processi previsionali e gli esiti d'integrazione architettonica.

NOTE

¹ D.G.R. 5/09/2002 n. 966, D.G.R. 23/05/2008 n. 551, L.R. 24/12/2008 n. 45

² "Diffusione delle tecnologie integrate per la produzione e la gestione energetica locale in edilizia", responsabile scientifico prof. G. Giallocosta, PRIN 2008, *L'integrazione sistemica di tecnologie da fonte rinnovabile nell'ambiente costruito*, coordinatore nazionale prof. G. Scudo.

³ ESDU è il nome di una società di consulenza inglese che sviluppa software per l'ingegneria.

⁴ L'attività di ricerca in corso prevede la mappatura di un discreto numero di punti su tutto il territorio comunale.

BIBLIOGRAFIA

Consiglio Nazionale per le ricerche (2008), *Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni*, Documento di studio CNR-DT 207/2008.

Simiu, E. e Scanlan, R.H. (1996), *Wind Effects on Structures: Fundamentals and Applications to Design*, John Wiley & Sons, New York, NY.

Beller, C. (2009), *Urban Wind Energy - State of the Art 2009*, RISOE-R-1668 (EN), Risø DTU, National Laboratory for Sustainable Energy, Technical University of Denmark, Roskilde, DK.

Caffarelli, A., D'Amato, A., De Simone, G., Stizza, M. e Vergelli V. (2009), *Sistemi eolici: progettazione e valutazione economica*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, I.

Environment Park Osservatorio Energia (2007), *Eolico in ambiente urbano. Stato dell'arte, Dossier 15*; Environment Park-Parco Scientifico Tecnologico per l'Ambiente, Torino, I.

Gipe, P. (2002), *Elettricità dal vento. Impianti di piccola scala*, Franco Muzzio Editore, Roma, I.

ergonomics, possibility of operating without sudden and frequent changes in the direction of the wind.

The vertical axis wind turbines (VAWT), specifically designed for the urban environment, offer a complementary strategy for the energy generation with respect to conventional wind farms. The size of the rotor may vary from 1 to 20 m. and the rated power from 100 W to 100 kW, even if it is not possible to imagine a power in excess of 10 kW for the integration into a building work. The main advantage of vertical axis wind turbines is represented by the fact that they accept and exploit wind coming from all directions.

The vertical rotating axis also allows the generator and parts of the plant to be installed at the height of the base connection, with fewer maintenance issues. They are also a lot quieter and safer with respect to the risk of moving

parts becoming detached or the risk of ice which could be thrown off by the horizontal axis turbines. In conclusion their shape is easily integrated and assimilated with other structures present on the roofs of buildings. Thus, the case study shows that there is a clear separation between what the regulatory apparatus seems to greatly enable and what is technically feasible, and the distance is marked by a subsisting lack of demand on the application of this technology. Because of the complexity of predicting productivity, resulting in uncertainty on economic returns, just a push coming from economical incentives, as was the case for PV, may lead to applications that can evaluate the forecasting processes and outcomes of architectural integration.

NOTES

¹ Regional Decrees D.G.R. 5/09/2002 n. 966, D.G.R. 23/05/2008 n. 551, Regional Law L.R. 24/12/2008 n. 45.

² "Diffusion of integrated technologies for energy production and management in building works", scientific director Prof. G. Giallocosta, PRIN 2008 – National Research programme, *Systemic integration of technologies from renewable resources in the building construction environment*, national co-ordinator Prof. G. Scudo.

³ ESDU is an engineering advisory organization based in the United Kingdom.

⁴ The ongoing research involves the mapping of a number of points throughout the city.