

*Economic and Landscape Values and
the Wind Farm Policies in Sicily***VALORI ECONOMICI E PAESAGGISTICI
NELLE POLITICHE DI SVILUPPO
DELLE WIND FARM IN SICILIA***

Salvatore Giuffrida
Dipartimento DICA
Viale A. Doria 6, 95125,
Catania, Italia
sgiuffrida@dica.unict.it

Filippo Gagliano
Via Mons. Palermo 7, 94015
Enna, Italia
fmgagliano@gmail.com

Maria Rosa Trovato
Dipartimento DICA
Viale A. Doria 6, 95125
Catania, Italia
mrtrovato@dica.unict.it

Abstract

The paper synthesises and compares the results of a research carried out on the energy potential of the provinces of Enna and Syracuse from the perspective of wind energy production. The study highlighted some remarkable differences between the two provinces due to the different wind dynamics and the presence of the landscape characteristics. We propose a wide land planning tool including a section devoted to the calculation of the energy that can be produced by plants located in the permitted areas, an evaluative section devoted to the financial sustainability of the investments, and a section devoted to the landscape assessment due to the different intervisibility of the allowed plants, and a section devoted to the formalization of the decision making process. A set of GIS tools supports the mentioned sections in defining the pattern for the localization of the wind farms, and in measuring and featuring the visual impact.

KEY WORDS: *Wind Energy, Landscape Impact, GIS Tools, Economic-Financial Valuation, DRSA Decision Making Pattern.*

1. Introduzione

Il Pacchetto Clima-Energia, varato dalla UE a complemento degli indirizzi del Protocollo di Kyoto, noto come Piano 20 20 20, volto a prevenire il dissesto climatico, prevede azioni congiunte sul livello di emissioni di CO₂ (-20%) sulla produzione di energia da fonti rinnovabili (+20%), sul risparmio di energia primaria (-20%) entro il 2020, con l'impegno di arrivare entro il 2050 a ridurre le emissioni del 50%. La generalità di queste linee di condotta è specificata con riferimento anche alle politiche locali e aziendali – misura della *carbon footprint* dei prodotti, incentivazione delle RET, compensazioni di CO₂ mediante forestazione urbana, educazione e formazione ambientale, energetica e climatica, marketing ambientale, abbracciando quindi aspetti più profondi che quelli genericamente indicati dagli strumenti di politica ed economia ambientale riconducibili alla logica "command and control" e che si richiamano all'approccio compensativo-mercantile di matrice Coaseiana.

La politica energetica regionale in Sicilia è regolamentata

dal Piano Energetico Ambientale della Regione Siciliana (PEARS) [1], che individua nell'energia eolica la migliore opportunità per la Sicilia di produrre energia pulita, e ridurre le emissioni inquinanti; di conseguenza va ottimizzata la pianificazione del suo impiego, dato l'elevato potenziale produttivo che la conformazione del territorio siciliano e le sue caratteristiche anemometriche presentano. Trattandosi di questioni congiunte di pianificazione economica, territoriale e paesaggistica, due sono le principali questioni che la programmazione settoriale deve affrontare: da una parte l'entità della potenza installata che la Sicilia può/deve mettere a disposizione; dall'altra la localizzazione/dimensione degli impianti.

Questi indirizzi coinvolgono ampie questioni ecologico-ambientali che interessano nel profondo, metodo e contenuti della scienza delle valutazioni proprio perché nessuna evidenza si può addurre pro o contro questa forma di produzione di energia, specie se si guarda al complesso della filiera in raffronto a quella delle fonti fossili. Di conseguenza il giudizio sulla fonte eolica varia significativamente, e in positivo, se si assume una visione

Il documento nella sua interezza è frutto del lavoro congiunto dei tre autori. Tuttavia i § 1 e 3 sono da attribuire a S. Giuffrida, il § 2 e le elaborazioni cartografiche a F. Gagliano, il § 4 a M. R. Trovato

LaborEst n.10/2015

ecologica profonda e di lungo periodo, preoccupata del progressivo spostamento del costo ambientale e umano verso aree più svantaggiate del pianeta e che vede con favore il contenimento, da parte dei territori delle imprese, delle case, i risultati ambientali e paesaggistici dei loro fabbisogni e delle relative performance economiche, in modo da “accorgersi” degli effetti dei propri stili di vita [2].

Visioni più contingenti – sostanzialmente pessimistiche circa la possibilità di un consistente arretramento delle fonti fossili – vedono lo sviluppo delle *wind farm* come l’ennesimo pretesto per l’inutile infrastrutturazione, il saccheggio del territorio e la violazione delle “strutture del paesaggio”, con sperequazioni tra decisioni/contrattazioni locali ed “irraggiamento” di impatti a scala vasta, al buio rispetto a una programmazione strategica. La delega a contingenti compensazioni monetarie “parla d’altro e ad altri” rispetto al valore del paesaggio e ai soggetti che di questo valore rimpiangono “a cose fatte”. Incentivi e compensazioni monetarie introducono regole nuove, in alcuni casi distorsive [3] estranee e astratte, circa la relazione al paesaggio, esperienza totale, personale e collettiva, identificativa di individui e comunità, volta ai tempi lunghi e legata al filo sottile di delicati equilibri. Infine, la permeabilità del sistema politico-amministrativo alle ingerenze degli interessi particolari e al malaffare completano questo quadro critico [4]. Il contributo proposto intende fornire coordinate valutative e programmatiche alla scala provinciale con riferimento a due ambiti territoriali differenti, integrando in un modello descrittivo, semantico e sintattico, l’insieme degli strumenti necessari alla definizione del modello di localizzazione degli impianti.

2. Materiali: modello descrittivo o selettivo

Il modello descrittivo-selettivo è rivolto al confronto tra le potenzialità produttive e l’entità dell’impatto paesaggistico degli impianti nei due contesti territoriali in esame per la cui descrizione si rimanda ai relativi Piani Paesaggistici Territoriali Provinciali (PPTP) [5; 6]; essi sono accomunati dalla presenza di vasti ambiti ancora scarsamente urbanizzati e pertanto particolarmente sensibili all’intromissione di oggetti astratti e atipici. Una differenza significativa ai presenti fini riguarda la dimensione costiera articolata e ricca del territorio siracusano, verso cui si concentrano investimenti e flussi turistici, che invece mancano al territorio ennese, piuttosto introverso e molto meno ricco. Dal punto di vista dell’idoneità alle installazioni eoliche, il territorio ennese soffre la posizione centrale e la rugosità della sua superficie che smorza le correnti, mentre il territorio siracusano gode di una orografia, quella dell’altopiano Ibleo molto più favorevole alla conservazione della velocità del vento anche alle basse quote, come confermano le rilevazioni anemometriche

Siracusa			
	min	med	max
Lentini	9,0	11,5	13,4
Pachino	8,4	10,1	12,0
Palazzolo	10,4	12,5	14,2
Augusta	10,4	12,5	14,2
Enna			
	min	med	max
Aidone	0,5	1,1	1,8
Enna	1,9	3,1	4,0
Nicosia	1,6	2,1	2,7
Piazza Armerina	0,8	2,7	4,9
Agira	2,7	3,6	4,3
Calascibetta	2,3	3,	4,9

Tab. 1 – Valori minimi, medi e massimi dalle rilevazioni

anemometriche nelle due province (a quota 10 m dal suolo) (vedi Tab. 1).

Anche dal punto di vista dell’entità delle aree idonee i due territori differiscono significativamente. Sulla base delle analisi spaziali in GIS e integrando i dati dei due PTPR e le indicazioni degli Assessorati Regionali al Territorio e ai Beni Culturali [7], nonostante la notevole differenza di estensione, il territorio siracusano è capace di 9 aree contro le 31 di Enna (vedi Figg. 1-2), ciò che denota la diversa densità di valori paesaggistici riconosciuti a livello istituzionale.

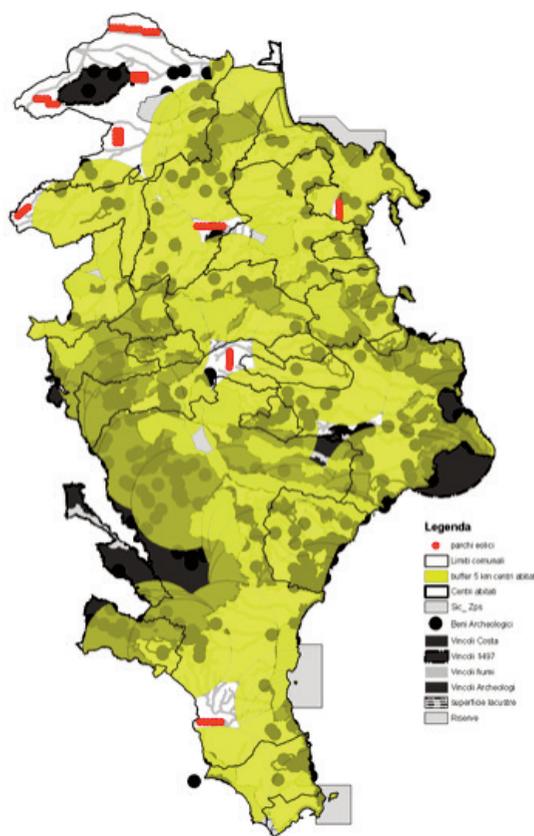


Fig. 1 – Aree idonee nella Provincia di Siracusa (ns. elaborazione GIS)

Ambiente, Energia, Paesaggio

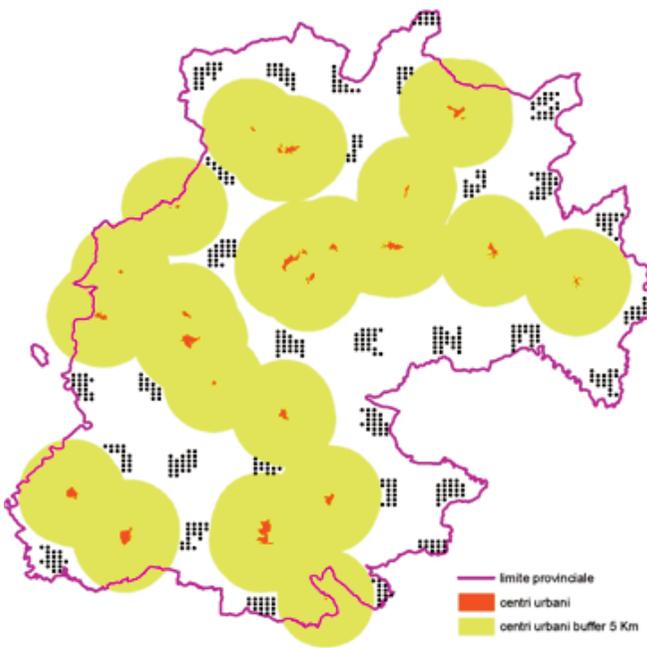


Fig. 2 - Aree idonee nella Provincia di Enna (ns. elaborazione GIS)

3. Metodo: modello semantico o valutativo

I risultati delle analisi territoriali condotte su base GIS costituiscono la materia prima del modello di valutazione. Questo è ispirato, in senso generale, all'approccio di F. Rizzo [8; 9; 10] che assume quale sostanza valorizzante plurima la combinazione creativa di materia, energia e informazione al livello dei Tre Surplus: 1. Naturale (conservativo), 2. Bio-Geologico (evolutivo), 3. Storico-culturale (argomentativo). Questo approccio dà luogo a criteri di giudizio che si integrano con le prescrizioni progettuali nella fase di "design delle alternative programmatiche" ed in particolare: quanto al Surplus 1, la minimizzazione delle trasformazioni fisiche (localizzazione degli impianti in prossimità delle infrastrutture viarie esistenti) e delle emissioni di CO₂ (massimo rendimento energetico per unità di potenza installata); quanto al Surplus 2, la massima distanza dalle rotte dell'avifauna; quanto al Surplus 3, la minimizzazione dell'impatto visivo rispetto alla convenienza economica, misure rispettivamente qualitative e quantitative dell'informazione territoriale-ambientale e socio-economica. In particolare, la valutazione economica è condotta attraverso i principali indicatori di convenienza degli investimenti [11], quella paesaggistica sulla base dell'impatto visivo e della sua articolazione [12].

A partire dalle rilevazioni anemometriche è stata calcolata la ventosità a partire dalla densità di probabilità del vento in ciascuna delle aree di afferenza delle stazioni e determinato il numero di ore di vento alle diverse velocità in ciascuno dei 9 (SR) e 31 (EN) siti identificati. Le relative velocità rilevate a 2 m dal suolo (V_2) si sono proiettate alla quota dell'hub (80 m nell'ipotesi di massima efficacia

delle turbine): $V_{80} = V_2 \times (80/2)^w$ dove: V_2 è la velocità alla quota rilevata [2 m dal suolo]; w è un coefficiente che dipende in generale dalla rugosità del terreno [13] (vedi Fig. 3 - EN).

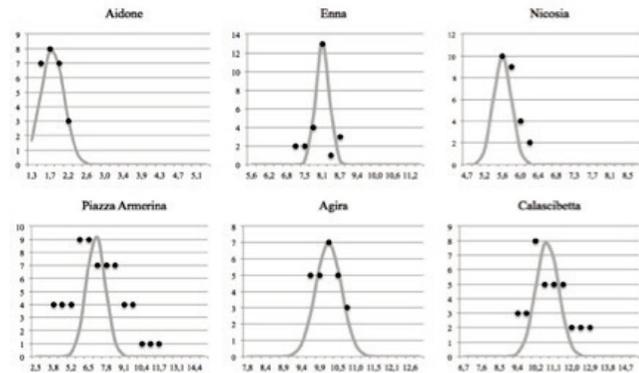


Fig. 3 - Calcolo della ventosità a 80 m dal suolo - EN

Il calcolo della producibilità in MW è effettuato a partire dalla legge di Betz secondo cui la potenza che viene estratta dal vento è proporzionale alla portata massica che attraversa il rotore ed alla differenza di energia cinetica tra la sezione d'ingresso e la sezione d'uscita:

$$P = 2 \cdot r \cdot A \cdot v_1^3 \cdot a \cdot (1-a)^2 \quad (1)$$

dove P è la potenza, r la densità dell'aria, A l'area del rotore, v_1 la velocità iniziale dell'aria e a il fattore di interferenza, generalmente pari a $1/3$. Da questo è stato possibile calcolare la quantità di energia producibile in un anno e, in base al prezzo medio, il ricavo atteso per ciascuna turbina, ipotizzate in numero di 20 per parco a Enna e tra 6 e 12 a Siracusa.

Siracusa - id impianto	1	2	3	4	5
Investimento					
movimenti di terra (1000 €/turb)	32	32	32	32	32
aree (€/sq.m)	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
turbine [€/kW]	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175
cabine macchine e alloggio (€)	4,44	3,15	3,79	3,79	4,44
opere di contesto (€)	51,6	44,88	48,25	48,25	51,63
studio ambientale (€)	14,6	7,86	11,24	11,24	14,62
istruttoria (€)	7,31	3,93	5,62	5,62	7,31
operai specializzati e vigilanza (€)	120	79,95	99,92	99,92	119,9
costituzione società e assicurazione (€)	28,2	16,66	22,44	22,44	28,22
totale costo di investimento (1000 €)	4.222	4.013	4.118	4.118	4.222
total inv cost./kW (€)	1.407	1.338	1.373	1.373	1.407
Costi operativi					
sito + royalties (€)	12,5	9,5	11	11	12,5
manutenzione+servizi+gestione (€)	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54
totale costi operativi (1000 €)	60	51	56	56	60
costi operativi capitalizzati (1000 €)	937	797	867	867	937
Totale costi					
costo totale/turb (1000 €)	5.159	4.810	4.985	4.985	5.159
costo totale/kW (€/kW)	1.720	1.603	1.662	1.662	1.720
costo totale (1000000 €)	62	38	40	25	41
Energia					
Velocità del vento (m/s)	9,1	10	12	12,5	12,6
Produttività [MWh]	3018	4401	9126	10745	11093
Ricavi					
ricavi unitari (€/kwh)	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
ricavi totali (1000 €/y)	345	503	1.043,10	1.228,10	1.267,90
Esiti					
Valore Attuale Lordo (Mln €)	64,5	62,7	130,1	95,7	158,1
Valore Attuale Netto (Mln €)	4,7	22,9	90,2	70,8	118,2
Tasso di Rendimento Esterno	7,90%	57,30%	226,20%	284,10%	296,50%
Pay back Period (y)	14,5	9,9	4,8	4,1	3,9
Tasso di rendimento interno	3,30%	7,90%	20,40%	24,30%	25,10%

Tab. 2 - Elementi dell'ACR applicata agli investimenti in wind farm (cinque dei nove impianti ipotizzati per la provincia di Siracusa)

LaborEst n.10/2015

I costi sono stati calcolati considerando l'insieme delle voci di costo d'investimento e di esercizio. La tab. 2 esemplifica e sintetizza gli elementi per l'analisi costi-ricavi di cinque dei nove impianti ipotizzati nella provincia di Siracusa.

Le diverse condizioni anemometriche tra le due province hanno dato luogo a una diversa applicazione del procedimento, in quanto mentre nel caso di Siracusa i risultati economici sono risultati positivi per tutti i nove parchi nel territorio ennese solo sette impianti hanno riportato risultati positivi (Vedi Tab. 3).

EN id imp	Costo totale	ricavi annui	VAL	VAN	TER	PbP	TIR
1	€ 77.390.711	€ 5.718.576	€ 89.149.371	€ 11.758.660	15,2%	14	4%
2	€ 72.149.894	€ 7.406.849	€ 115.466.566	€ 43.316.672	60,0%	10	8%
3	€ 74.702.803	€ 7.406.849	€ 115.466.566	€ 40.763.764	54,6%	10	8%
4	€ 74.770.303	€ 3.709.080	€ 57.821.446	€ 16.948.857	-22,7%	20	0%
5	€ 77.923.211	€ 4.673.682	€ 72.858.791	€ 4.464.420	-5,8%	17	2%
6	€ 74.702.803	€ 4.673.682	€ 72.858.791	€ 1.844.012	-2,5%	16	2%
7	€ 74.702.803	€ 4.425.555	€ 68.992.252	€ 5.710.550	-7,6%	17	2%
8	€ 72.149.894	€ 4.008.264	€ 62.485.485	€ 9.664.409	-13,4%	18	1%
9	€ 74.702.803	€ 7.406.849	€ 115.466.566	€ 40.763.764	54,6%	10	8%
10	€ 74.770.303	€ 5.938.136	€ 92.570.574	€ 17.800.271	23,8%	13	5%
11	€ 74.770.303	€ 5.179.850	€ 80.749.526	€ 5.979.223	8,0%	14	3%
12	€ 74.702.803	€ 3.793.387	€ 59.135.730	€ 15.567.072	-20,8%	20	0%
13	€ 72.082.394	€ 4.243.424	€ 66.151.418	€ 5.930.977	-8,2%	17	2%
14	€ 74.770.303	€ 903.564	€ 14.085.813	€ 60.684.489	-81,2%	83	-11%
15	€ 74.736.553	€ 903.564	€ 14.085.813	€ 60.650.739	-81,2%	83	-11%
16	€ 72.149.894	€ 4.243.424	€ 66.151.418	€ 5.998.477	-8,3%	17	2%
17	€ 74.770.303	€ 4.769.234	€ 74.348.367	€ 421.935	-0,6%	16	2%
18	€ 74.702.803	€ 903.564	€ 14.085.813	€ 60.816.989	-81,1%	83	-11%
19	€ 74.702.803	€ 3.086.973	€ 48.123.316	€ 26.579.486	-35,6%	24	-2%
20	€ 72.082.394	€ 2.613.652	€ 40.744.650	€ 31.337.744	-43,5%	28	-3%
21	€ 72.149.894	€ 903.564	€ 14.085.813	€ 58.064.081	-80,5%	80	-11%
22	€ 74.702.803	€ 3.267.544	€ 50.938.280	€ 23.764.522	-31,8%	23	-1%
23	€ 72.082.394	€ 4.513.695	€ 70.364.730	€ 1.717.665	-2,4%	16	2%
24	€ 74.770.303	€ 2.098.480	€ 32.713.553	€ 42.056.750	-56,2%	36	-5%
25	€ 74.702.803	€ 1.902.926	€ 29.665.027	€ 45.037.776	-60,3%	39	-6%
26	€ 72.082.394	€ 5.443.234	€ 84.855.460	€ 12.773.065	17,7%	13	4%
27	€ 74.702.803	€ 2.396.308	€ 37.356.438	€ 37.346.365	-50,0%	31	-4%
28	€ 74.702.803	€ 1.902.926	€ 29.665.027	€ 45.037.776	-60,3%	39	-6%
29	€ 74.770.303	€ 1.076.691	€ 16.784.712	€ 57.985.591	-77,6%	69	-10%
30	€ 74.702.803	€ 1.453.371	€ 22.656.834	€ 52.045.969	-69,7%	51	-8%
31	€ 78.149.118	€ 1.125.520	€ 17.545.910	€ 60.603.208	-77,5%	69	-10%

Tab. 3 - Risultati dell'ACR applicata agli investimenti in wind farm (31 impianti in provincia di Enna)

L'analisi qualitativa, effettuata sulla base dell'intervisibilità di ciascuno degli impianti, misura l'impatto paesaggistico di ciascuno degli impianti selezionati, ritenuti cioè economicamente significativi (vedi Figg. 4-5).



Fig. 4 - Intervisibilità cumulata delle sette wind farm selezionate nella

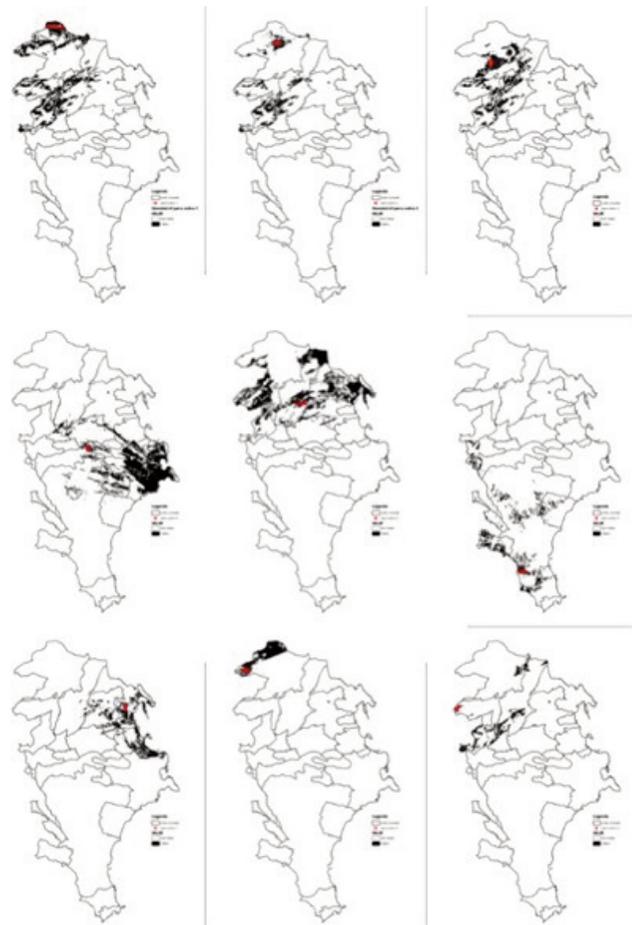


Fig. 5 - Intervisibilità parziale delle wind farm ipotizzate nella Provincia di Siracusa (ns. elaborazione GIS) nella Provincia di Enna (ns. elaborazione GIS)

La ricerca di una base valutativa oggettivabile nelle valutazioni di beni a elevata densità di informazione - coinvolgenti cioè una semantica (relazione tra significanti e significati) e una sintassi (relazione tra i segni a mezzo le loro semantiche interne) - combinata ad una analisi d'area vasta, suggerisce una semplificazione estrema nell'assumere quali significanti la superficie intervisibile totale e ponderata in ragione della distanza e della qualità delle aree intervisibili dal punto di vista delle valenze paesaggistiche.

Anche la misura dell'intervisibilità è stata pesata con un indice concernente distanza e condizioni di visibilità, la porzione dell'aerogeneratore visibile da ciascuna cella (40x40 m) della superficie intervisibile.

La valutazione quali-quantitativa (vedi Tab. 4) mette a sistema elementi riconducibili all'energia (misure economiche) e all'informazione (misure paesaggistiche) e riporta i risultati delle analisi sull'intervisibilità e sulla convenienza economica. Queste misure sono trasformate in valori ponderati per il ranking tra i diversi impianti. Modificando il sistema di ponderazione si sono formate 25 diverse strategie e altrettante graduatorie degli impianti. Si è inoltre rappresentata una possibile relazione di sostituzione tra energia e informazione (vedi fig. 6).

Ambiente, Energia, Paesaggio

	Informazione				Energia			
	Area totale [ha]		Area vincolata [ha]		Efficacia		Efficienza	
	totale area intervisibile	area intervisibile ponderata	area vincolata intervisibile	area vincolata intervisibile ponderata	VAN (minE)	TRE	PbP (anni)	TRI
misure								
1	15,020	8,833	184	116	4,7	7,9%	14,5	3,3%
2	7,196	2,394	95	37	22,9	57,3%	9,9	7,9%
3	10,908	4,971	142	63	90,2	226,2%	4,8	20,4%
4	19,634	2,790	458	67	70,8	284,1%	4,1	24,3%
5	19,762	3,998	199	34	118,2	296,5%	3,9	25,1%
6	8,637	1,885	217	50	4,4	12,7%	13,8	3,8%
7	7,607	2,636	143	55	92,5	309,6%	3,8	26,0%
8	4,456	925	40	8	20,0	57,3%	9,9	7,9%
9	4,418	390	55	5	4,4	17,7%	13,2	4,3%
valutazioni								
1	0,44	0,38	0,11	0,08	0,44	0,38	0,11	0,08
2	0,38	0,32	0,14	0,11	0,38	0,32	0,14	0,11
3	0,31	0,27	0,18	0,13	0,31	0,27	0,18	0,13
4	0,25	0,21	0,21	0,16	0,25	0,21	0,21	0,16
5	0,19	0,16	0,25	0,19	0,19	0,16	0,25	0,19
6	0,19	0,44	0,16	0,11	0,19	0,44	0,16	0,11
7	0,16	0,38	0,21	0,14	0,16	0,38	0,21	0,14
8	0,13	0,31	0,27	0,18	0,13	0,31	0,27	0,18
9	0,11	0,25	0,32	0,21	0,11	0,25	0,32	0,21

Tab. 4 - Termini di valutazione quantitativa e qualitativa dei nove impianti ipotizzati per la provincia di Siracusa.

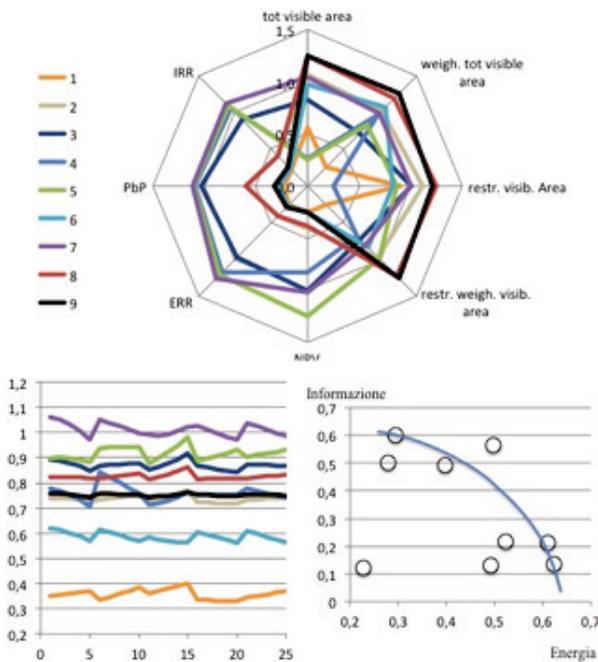


Fig. 6 - Valutazione e confronto tra i diversi impianti ipotizzati; relazione di trade-off tra Energia e Informazione

Il caso di Enna, invece, proprio per la minore efficienza economica ed efficacia energetico-ambientale di una politica che investa consistenti aree del territorio, si presta ad una verifica ulteriore in merito alle relazioni di trade off tra obiettivi quantitativi e qualitativi. Con riferimento a tutti e 31 gli impianti ipotizzati, si sono messe in relazione performance contrarie e complementari alla ricerca di relazione significative in senso programmatico, in una prima fase con scarsi risultati (vedi Fig. 7). Pertanto, si sono definiti insieme (cluster) di impianti confrontabili per dimensione, superficie intervisibile, risultati economici, e si sono messe in relazione le sole variabili del Tasso di Rendimento Esterno e della superficie intervisibile media ponderata, definendo in tre dei quattro cluster rappresentati, relazioni significative (Vedi Fig. 8).

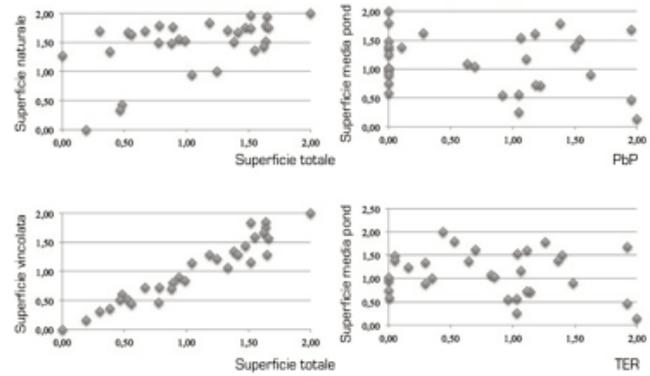


Fig. 7 - Complementarietà e trade-off tra variabili

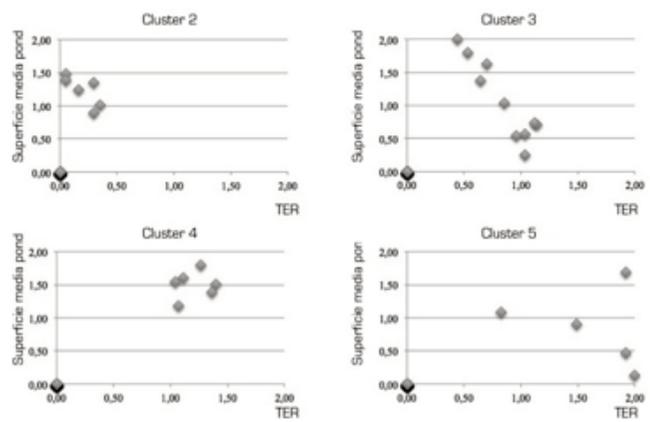


Fig. 8 - Trade-off tra variabili su campioni ridotti

4. Discussione e conclusioni: un modello sintattico o prescrittivo

I risultati fin qui ottenuti sono strumentalmente utilizzati come supporto ai processi decisionali finalizzati ad aiutare a far convergere la scelta dei DM per le azioni da intraprendere, nell'ambito dell'implementazione delle politiche energetiche e territoriali, in presenza di urgenze ambientali e valenze paesaggistiche strutturalmente conflittuali.

Il processo di individuazione della struttura di preferenza degli attori territoriali può essere condotto attraverso l'implementazione di un appropriato modello decisionale supportato da uno specifico algoritmo. Tra gli algoritmi sviluppati nell'ambito della teoria di aiuto alle decisioni che meglio si prestano all'individuazione della struttura di preferenze dei decisori, è possibile proporre l'Interactive Multiobjective Optimization-Dominance-Based Rough Set Approach (IMO-DRSA) [14]. L'IMO-DRSA è un algoritmo che si sviluppa secondo un processo iterativo, e può essere caratterizzato da diversi step, di cui due possono considerarsi le fasi principali. Nella prima fase viene generato un campione di soluzioni dedotto da un insieme ottimale di Pareto (o da una sua approssimazione) generato in una fase di pre-analisi sulla base della struttura

LaborEst n.10/2015

di preferenze di un gruppo di esperti. Nella seconda, il Decision Maker (DM) è chiamato ad indicare le soluzioni accettabili all'interno dell'esempio generato. Da queste informazioni, è possibile estrarre una prima struttura di preferenze, che sarà espressa secondo la sintassi tipica della famiglia degli algoritmi di tipo DRSA, ossia in termini di regole di decisione del tipo "if... , then ..." [15]. Il set di regole, così generato, definisce taluni nuovi vincoli espressione delle preferenze dei DM, che possono essere aggiunti ai vincoli originari del problema e consentono, anche, di individuare le soluzioni non interessanti nell'insieme ottimale di Pareto inizialmente generato. A questo punto, affinato il livello di informazione, è possibile generare un nuovo campione di soluzioni, da sottoporre al DM, che a sua volta è chiamato ad esprimersi sui nuovi risultati dell'analisi. L'interazione procede fino a quando il campione generato di regole decisionali è rappresentativa della struttura di preferenze del DM, che durante il processo di iterazione ha avuto modo di dichiarare e controllare. Il modello decisionale e l'algoritmo IMO-DSA consentono quindi, a partire da un successivo processo di esplorazione dell'insieme ottimale di Pareto, di individuare la struttura di preferenze del DM. La metodologia propone sia per gli input, che per gli output un linguaggio semplice, percepito come naturale, ossia quello delle regole decisionali (vedi Fig. 9).

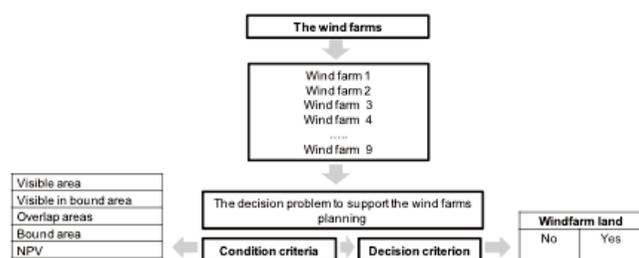


Fig. 9 – Problema decisionale a supporto della pianificazione del sistema delle wind farm

In particolare, nel caso oggetto di studio, la metodologia proposta permette di individuare, tra le diverse wind farm analizzate, quella che i DM percepiscono come la migliore nel senso precedentemente espresso. La struttura di preferenza individuata è definita sulla base di un sistema di relazione rappresentativo della modalità con cui il DM decide e caratterizzata quindi, dalle correlazioni tra la decisione ed i fattori (criteri) da cui essa ha avuto origine.

Nel caso presente, il modello di decisione è caratterizzato da: a) cinque criteri di condizione – area intervisibile totale, visibilità degli impianti in area vincolata, area intervisibile sovrapposta, area intervisibile vincolata, VAN – e due criteri di decisione – “no”, ossia l'impianto non deve essere realizzato, “si”, ossia l'impianto può essere realizzato. Allora, secondo la metodologia proposta, in una prima fase, sono state proposte al DM, le regole decisio-

nali estratte dall'implementazione del modello decisionale e rappresentative della struttura di preferenze di un gruppo di esperti. Esso è stato chiamato a dichiarare le sue preferenze.

In una fase successiva, con riferimento agli input provenienti dal confronto con i DM, i cui risultati sono riportati di seguito (vedi Tab. 5 e 6), è stato possibile individuare i principali approcci: uno più conservativo, rivolto al paesaggio e più sensibile alla presenza di aree vincolate (dove le soglie di accettabilità delle aree intervisibili e degli impianti visibili in aree vincolate sono state elevate), e un altro, volto ad individuare le configurazioni che consentono di ottenere le migliori performance economiche (dove le soglie di accettabilità dell'area intervisibile e della visibilità degli impianti da aree vincolate, e quelle in cui anche l'interazione di aree intervisibili sovrapposte è stata considerata possibile sotto le seguenti condizioni: la sovrapposizione tra aree intervisibili non deve essere superiore al 10% di quella maggiore).

Rules	The IMO-DRSA approach to the decision problem		
	Expert Group	Decision Makers – 1 More sensitive approach	Decision Makers – 2 Less sensitive approach
1	If $1.000.000 < NPV < 1.500.000$, then wind farm is allowed	If the visible area is less than 40.000.000 square kilometers, then wind farm is allowed	If the visible area is less than 40.000.000 square kilometers, then wind farm is allowed
2	If $500.000 < NPV < 1.000.000$, then it is not possible to realize the wind farm	If the visible in bound area is equal to 2.000.000 square kilometers, then wind farm is not allowed	If the visible in bound area is equal to 2.500.000 square kilometers, then wind farm is not allowed
3		If $500.000 < NPV < 1.000.000$, then wind farm is not allowed	If $500.000 < NPV < 1.000.000$, then wind farm is not allowed

Tab. 5 – regole decisionali per i tre approcci

The decision process to support the wind farm planning in Siracusa's territory			
Wind farms	Expert Group	Decision Makers More sensitive approach	Decision Makers Less sensitive approach
E1	No	No	No
E2	No	No	No
E3	Yes	No	No
E4	No	No	No
E5	Yes	Yes	Yes
E6	Yes	No	Yes
E7	Yes	Yes	Yes
E8	No	No	Yes
E9	Yes	No	Yes

Tab. 6 – Le scelte sulle wind farm in relazione ai tre approcci

Ulteriori considerazioni conclusive possono essere utili a delineare una geografia dei valori per ciascuno dei due territori traggurati da questo particolare filtro valutativo: il potenziale energetico totale calcolato, ipotizzando 66_{SR} e 140_{EN} generatori da 3 MW, corrisponde ad una producibilità di 61_{SR} e 16_{EN} MW, con un vistoso gap di efficienza quanto al risultato economico, dato che il costo unitario si aggira attorno ai 1.700 per kW.

Il costo paesaggistico è anch'esso molto differente, pari a 976_{SR} e 1.682_{EN} kmq. Di conseguenza, l'estensione di

Ambiente, Energia, Paesaggio

questo strumento alla totalità del territorio regionale consentirebbe di definire in maniera più coerente le priorità di intervento e di far convergere le analisi laddove effettivamente è necessario, rendendo più efficiente l'intero sistema informativo e organizzativo, secondo un metodo unitario e di tipo interscalare [16; 17].

Lo strumento proposto sostiene una "geografia politica dei valori" che connette la dimensione orizzontale della conoscenza estesa e quella verticale della valutazione approfondita in senso analitico, per consolidare una visione sintetica basata sul giudizio e sul valore.

Bibliografia

- [1] Regione Siciliana, Assessorato Industria, Delib. 1, Piano Energetico Ambientale Regione Siciliana 2009
- [2] Pasqualetti, M. J. "Morality, Space, and the Power of Wind-Energy Landscapes", *Geographical Review* Vol. 90, No. 3, pp. 381-394 2000
- [3] Bocca, R. "Processo al vento", *L'Espresso* - 20 Giugno 2013
- [4] Palazzolo, S. Baldessarro, G., "I signori del vento", *Repubblica-L'Espresso*, Le inchieste 2012
- [5] Soprintendenze per i Beni Culturali della Provincia di Enna, DAU Università di Catania, Piano Paesaggistico Territoriale della Provincia di Enna, 2008
- [6] Soprintendenze per i Beni Culturali della Provincia di Siracusa, DAU Università di Catania, Piano Paesaggistico Territoriale della Provincia di Siracusa 2012
- [7] Regione Siciliana, Assessorati al Territorio, e ai Beni Culturali e Ambientali, Circolare 17, Palermo 2006
- [8] Rizzo F., *Economia del patrimonio architettonico-ambientale*, FrancoAngeli, Milano 1989
- [9] Rizzo F., *Valore e valutazioni. La scienza dell'economia o l'economia della scienza*, FrancoAngeli, Milano 1999
- [10] Rizzo, F., *Nuova economia. Felicità del lavoro creativo e della conservazione della natura. Infelicità della speculazione finanziaria e dell'inquinamento ambientale*, Aracne, Roma 2013
- [11] Nesticò, A., "La finanza di progetto e l'azionariato diffuso nella valutazione finanziaria di un progetto di investimento", In: Stanghellini, S., *Il negoziato pubblico-privato nei progetti urbani*, Dei, Roma 2012
- [12] Cerroni, S. Venzi, L., "Confronto tra diverse localizzazioni di un impianto eolico contemperando produttività ed impatto visivo", *Aestimum*, 53 2008
- [13] Di Bene, A. Scazzosi, L. (a cura di) *Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica. Linee Guida per l'inserimento paesaggistico degli interventi di trasformazione territoriale*, MIBAC, Gangemi Editore, Roma 2006
- [14] Greco, S.; Matarazzo, B.; Slowinski, R., "Dominance Rough Set Approach Interactive Multiobjective Optimizazion". Branke, J., (et al.): *Multiobjective optimization: Interactive and evolutionary approaches*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 121-155 2008
- [15] Greco, S.; Matarazzo, B.; & Słowiński, R., *Decision rule approach*. In: Figueira, J.; & Greco, S.; & Ehrgott, M. (eds.) *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer, Berlin 2005
- [16] Ministero dei Beni e delle Attività Culturali, *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*, Roma 2002
- [17] Ministero dei Beni e delle Attività Culturali, *Guida agli Impianti eolici*, Roma 2012