

UNA METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA DI NUOVE LINEE ELETTRICHE AD ALTA TENSIONE APPLICATA AL TERRITORIO SARDO

Marino Gatto[°], Matilde Marazzi*, Gianmarco Paris[°], Claudio Ceruti[°], Mariangela Crocetta[°]

*CESI S.p.A., Via Rubattino 54, 20134 Milano,

[°] Politecnico di Milano, Dipartimento di Elettronica e Informazione, Via Ponzio 34/5, 20133 Milano

SOMMARIO

Tra le politiche energetiche nazionali riveste particolare importanza l'ammodernamento e lo sviluppo della rete di trasmissione elettrica. La valutazione delle diverse alternative a livello strategico non può prescindere dall'analisi degli impatti ambientali, che potranno essere generati da nuove linee elettriche. L'obiettivo del lavoro svolto è quello di individuare, in risposta a nuove esigenze di tipo energetico, i corridoi preferenziali verso cui orientare la pianificazione per lo sviluppo della rete di trasmissione elettrica, nell'ambito di un processo decisionale teso a tutelare l'ambiente, quale può essere una procedura di VAS. Qui viene presentato un importante caso di studio: l'eventuale potenziamento della dorsale sarda in uno scenario futuro d'interconnessioni internazionali. Per l'individuazione di corridoi ambientalmente sostenibili, si è utilizzata una metodologia sviluppata su scala nazionale dal CESI/Politecnico di Milano [1] al fine di valutare le interazioni tra le linee elettriche AAT ed il territorio. Le varie alternative del caso sardo vengono paragonate mediante il confronto degli impatti su tre indici: di qualità del paesaggio, di sensibilità dell'ambiente abitato e di valore dei popolamenti faunistici. Viene utilizzata un'analisi paretiana, che permette di individuare le alternative migliori. Viene anche studiata la sensibilità dell'ordinamento delle alternative al variare dei pesi assegnati ad indicatori ed indici.

SVILUPPO DELLE INTERCONNESSIONI INTERNAZIONALI E IPOTETICO POTENZIAMENTO DELLA DORSALE SARDA

Negli ultimi trent'anni si è registrato uno squilibrio crescente tra energia prodotta in Italia ed energia richiesta. Nel 2002 il deficit energetico è risultato essere pari a circa 50 TWh [2], colmato tramite l'importazione di energia dall'estero. A fronte di tutto ciò appare chiara l'esigenza di un'espansione del sistema elettrico italiano, a medio e lungo termine. Tale espansione può essere ottenuta tramite non solo la costruzione di nuove centrali ed il miglioramento dell'efficienza di quelle già esistenti, ma soprattutto mediante un'interconnessione sempre più integrata tra la rete elettrica italiana e quella dei paesi confinanti.

In riferimento allo sviluppo delle interconnessioni, negli ultimi anni, la Comunità Europea ha sviluppato il progetto MEDRING, il cui obiettivo è quello di promuovere le interconnessioni tra i paesi del bacino mediterraneo, in modo da creare un collegamento tra la rete elettrica europea con quella del Nord Africa e del Medio Oriente. Il progetto ha coinvolto diversi paesi, tra cui Italia, Francia, Spagna, Grecia, Algeria, Marocco, Tunisia, Turchia, Siria, Egitto. Attualmente è già stata realizzata un'interconnessione tra Italia e Grecia (tramite un collegamento marino HVDC), che va ad aggiungersi a quelle che collegano la Spagna con il Marocco [3] e quest'ultimo con l'Algeria. E', inoltre, presente un collegamento marino Sardegna-Corsica-Piombino (SACOI 2), che collega la Sardegna con l'Italia continentale, passando per la Corsica. Questo collegamento sta giungendo a fine vita tecnica. Per tale motivo sono oggi in studio un collegamento marino, in corrente continua, tra Sardegna e Latina (SAPEI) ed uno tra Sardegna e Corsica, in corrente alternata. In questo scenario è stata anche ipotizzata un'interconnessione tra Italia ed Algeria, che potrebbe considerare tra i possibili

approdi italiani anche il sud della Sardegna, non solo per la sua vicinanza all'Algeria, ma anche per il ruolo che la essa sta assumendo in questi ultimi anni. Infatti, sul territorio sardo si prevede l'installazione d'impianti eolici per una potenza di 1.000 MW, che si andrà a sommare ai 3.900 MW già presenti sull'isola (energia idroelettrica, termoelettrica, eolica, fotovoltaica, da biomasse). Come evidenziato durante il Forum regionale per l'Energia (2004), la Sardegna potrebbe diventare una sorta di piattaforma tra Italia continentale, Nord Africa e Francia, capace di distribuire e di produrre energia elettrica, contribuendo in tal modo al progetto europeo di sviluppo di una rete elettrica a maglia. Essendo questo lo scenario prospettato per la Sardegna, potrebbe configurarsi la necessità di un potenziamento della rete di trasmissione regionale.

Alla luce di quanto detto, lo scopo del lavoro svolto è stato quello di individuare dei corridoi preferenziali verso cui orientare tale potenziamento, nell'ambito di un processo decisionale volto ad un'adeguata tutela ambientale.

La tecnologia ipotizzata è una linea aerea in AAT, che avrà come punti di partenza e d'arrivo due stazioni di trasformazione, localizzate rispettivamente a Sud e a Nord della Sardegna.

La prima fase di analisi di questo scenario ha cercato di individuare sulla rete regionale esistente due nodi significativi, identificati a Nord con la stazione di Codrongianos, dove attualmente è già presente anche la stazione di conversione del SACOI 2, e a Sud con Rumianca, dove attualmente si trova un'importante stazione di trasformazione.

Le alternative di tracciato della nuova dorsale

Le alternative di tracciato dell'ipotetica nuova dorsale sarda sono state individuate tenendo conto di due obiettivi differenti: uno prevalentemente ambientale, l'altro anche di carattere

tecnico.

Le alternative che privilegiano l'esigenza ambientale sono state tracciate cercando di affiancare le ipotesi di percorso alla dorsale già esistente, in modo da minimizzarne gli impatti. In tal caso, infatti, le alternative di tracciato andrebbero ad insistere su un'area già abbastanza infrastrutturata.

Le alternative che privilegiano l'obiettivo tecnico sono, invece, state tracciate cercando di soddisfare l'esigenza di creare una linea che, insieme alla dorsale già esistente, potesse dar luogo ad un anello elettrico, con ovvi vantaggi di tipo distributivo. La figura 1 mostra le cinque alternative ipotizzate per il potenziamento. Le linee 1, 2, 5 privilegiano l'obiettivo ambientale, le linee 3 e 4 quello tecnico.

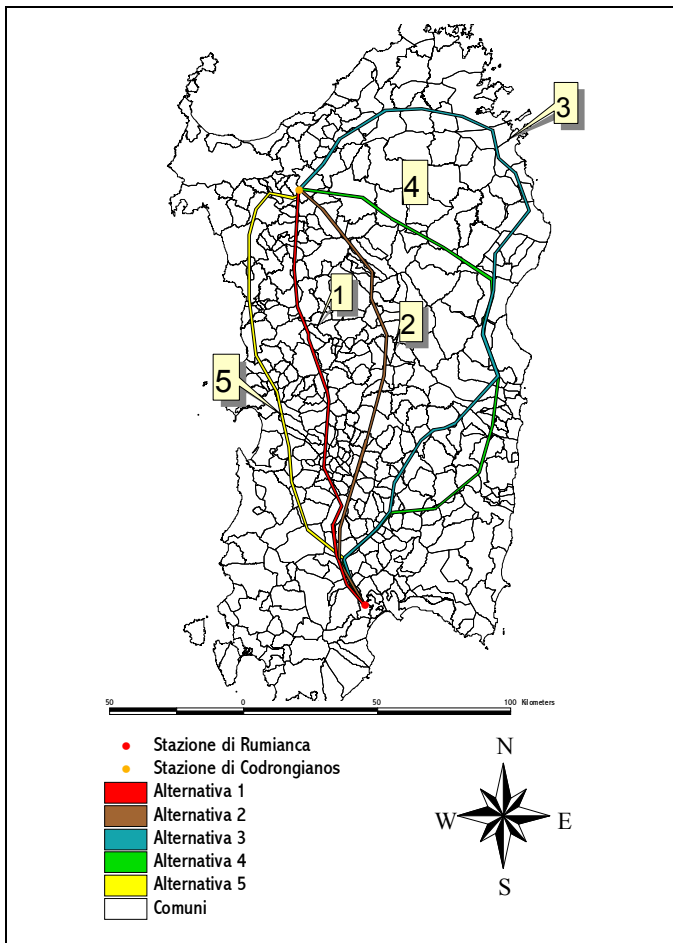


Figura 1 – Alternative di percorso analizzate. Sono messi in evidenza i confini comunali.

METODOLOGIA PER L'ANALISI DEGLI IMPATTI DELLA LINEA ELETTRICA

Per l'analisi degli impatti delle cinque alternative individuate si è fatto ricorso ad una metodologia sviluppata su scala nazionale dal CESI/Politecnico di Milano [1], nell'ambito delle attività finanziate con il Fondo Ricerca di Sistema per il settore elettrico nazionale, istituito con Decreto Ministero dell'Industria DM 26/1/2000. Tale metodologia consente di valutare l'impatto di nuovi elettrodotti sul paesaggio e sugli ecosistemi naturali ed antropizzati.

L'analisi è stata effettuata utilizzando come unità territoriale fondamentale il comune, per cui tutti gli indicatori ed indici sono stati calcolati su base comunale e standardizzati

sull'intero territorio italiano.

Lo schema concettuale della metodologia viene di seguito presentato per punti:

1. Elaborazione d'indicatori da utilizzare per classificare il territorio, in termini di qualità ambientale. Avendo esaminato la letteratura disponibile sui possibili impatti imputabili ai sistemi di trasporto dell'energia elettrica, si è ritenuto opportuno raggruppare gli indicatori essenzialmente in tre grandi categorie, corrispondenti agli impatti di rilevanza a scala ampia: a) qualità del paesaggio; b) sensibilità dell'ambiente abitato; c) valore dei popolamenti faunistici.
2. Calcolo degli indicatori in tutte le unità fondamentali di analisi e assegnazione ad ogni indicatore di un punteggio standardizzato (ad es. tra un minimo pari a 0 e un massimo pari a 100), attraverso opportune funzioni di utilità. Quest'operazione consente di ottenere una rappresentazione del territorio, in cui ad ogni elemento del mosaico territoriale è associato il valore intrinseco (in concreto il punteggio standardizzato), corrispondente ad ogni indicatore.
3. A partire dagli indicatori sono stati ricavati, mediante opportune combinazioni dei punteggi standardizzati, tre indici sintetici di qualità ambientale per descrivere la situazione attuale (ovvero corrispondente all'esistente rete di trasporto dell'energia elettrica) della qualità dell'ambiente, con riferimento, come detto al punto 1, a tre tipi di impatto: quello sul paesaggio, quello sulle zone urbanizzate e quello sulla fauna selvatica. Relativamente a tali indici vengono ricavate tre diverse mappe del territorio sardo.
4. Valutazione dell'impatto di nuove tratte di rete elettrica. Tali impatti dipendono naturalmente oltre che dalla tipologia della rete anche dalle caratteristiche morfologiche, ecologiche e socio-economiche del territorio su cui le tratte vengono ad insistere. Vengono quindi proposti e calcolati indici di vulnerabilità per ogni parcella territoriale in funzione delle caratteristiche della parcella. Si possono così ottenere mappe di vulnerabilità per l'intero territorio analizzato. Questo consente, una volta date le caratteristiche di una nuova tratta, di ricalcolare i valori degli indici per la nuova situazione, nonché le relative mappe. Possono, inoltre, venire prodotte le mappe delle differenze delle due situazioni (senza nuove linee e con nuove linee) per evidenziare le variazioni della situazione all'interno di ogni elemento del mosaico.

Il calcolo degli indici sintetici di qualità ambientale

La qualità del paesaggio è descritta da più di un indicatore. Per questa ragione, mediante un'opportuna combinazione dei punteggi standardizzati, è stato creato un unico indice sintetico della qualità del paesaggio. Per quanto riguarda la sensibilità dell'ambiente abitato e il valore dei popolamenti faunistici, le basi di dati disponibili non hanno consentito di mettere in evidenza più di un indicatore, che quindi è stato direttamente assunto come indice sintetico di qualità ambientale. I tre indici descrivono, sia pure in maniera imperfetta, la situazione ex ante (ovvero corrispondente all'esistente rete di trasporto dell'energia elettrica) della qualità dell'ambiente, per quanto riguarda i più importanti aspetti impattabili dall'ampliamento e ammodernamento della rete elettrica nazionale. I tre indici sintetici sono stati, infine, combinati per ottenere un unico valore di qualità ambientale per ogni comune, chiamato Indice Sintetico Complessivo (ISC).

Indice sintetico di qualità del paesaggio (ISQP)

L'indice sintetico di qualità del paesaggio è la combinazione dei cinque differenti indicatori (morfologia del terreno, presenza di corpi idrici, uso del suolo, densità delle reti infrastrutturali, aree soggette a vincolo), calcolati su tutto il territorio nazionale, utilizzando come griglia di riferimento la copertura dei limiti amministrativi, e standardizzati tra 0 e 100. L'indice è stato ottenuto calcolando la media dei cinque indicatori, in quanto ogni singolo indicatore che lo compone rappresenta l'utilità intrinseca di aspetti del paesaggio che sono tutti considerati fondamentali.

Indice sintetico della sensibilità dell'ambiente abitato (ISSAA)

L'indice è stato calcolato come il rapporto tra la popolazione totale e la superficie del comune. I valori così ottenuti sono stati standardizzati tra 0 e 100.

Indice sintetico del valore dei popolamenti faunistici (ISVPF)

L'indice è stato calcolato utilizzando la copertura dei siti importanti per la migrazione dell'avifauna. Per ogni comune è stata calcolata la media del numero di siti presenti nel comune, pesata secondo l'importanza faunistica del sito, e questa è stata poi divisa per la superficie totale del comune.

I tre indici sintetici sono stati, infine, combinati per ottenere un unico valore per ogni comune, chiamato Indice sintetico complessivo ISC. L'indice sintetico complessivo è stato ottenuto calcolando la media pesata degli indici sintetici, utilizzando i seguenti valori:

- ISQP =45
- ISSAA =35
- ISVPF =20

Il calcolo dell'impatto

L'impatto è stato definito come la variazione degli indici sintetici di qualità ambientale, ovvero la differenza tra l'indice misurato in assenza della nuova opera e quello stimato in sua presenza. Il valore dell'impatto dovuto alla nuova opera si può calcolare, per ognuno degli indici sintetici, moltiplicando il valore dell'indice sintetico, calcolato in assenza dell'opera, per una produttoria di diversi fattori, ovvero:

$$IMP_i = IS_i \cdot CIN_i \cdot \Pi_j \cdot CMI_{ij} \quad (1)$$

dove IMP_i è l'impatto sull'indice sintetico i -esimo IS_i e CIN_i è il coefficiente di impatto nominale, ovvero la percentuale di indice sintetico i -esimo che viene erosa dalla costruzione di una tratta di linea elettrica in un territorio con caratteristiche standard, mentre CMI_{ij} sono i coefficienti di modulazione, che dicono come la caratteristica j -esima del territorio aumenta o diminuisce l'impatto nominale sull'indice sintetico i -esimo.

Gli indicatori di modulazione, anch'essi calcolati a partire dai dati territoriali disponibili, permettono di descrivere la vulnerabilità o la resistenza del territorio al possibile impatto generato da nuove porzioni di rete.

Gli indicatori di modulazione definiti in funzione dei dati disponibili sono:

- Morfologia del terreno, che riflette le diverse capacità di mascheramento della rete da parte di territori con caratteristiche diverse e modula l'indice ISQP;
- Struttura per età della popolazione umana, che traduce le diverse sensibilità alla presenza di reti elettriche delle diverse fasce d'età, modulando l'indice ISSAA;
- Vocazione turistica, che agisce incrementando l'impatto derivante dalla realizzazione di una nuova opera sull'indice ISQP nel caso di una rilevante presenza turistica;

- Densità della rete elettrica, in quanto la rete elettrica già esistente diminuisce la qualità del paesaggio;
- Densità della rete stradale e ferroviaria, in quanto la rete di trasporto già esistente diminuisce la qualità del paesaggio;
- Vegetazione, in quanto alcuni tipi di vegetazione permettono un mascheramento, almeno parziale, delle linee elettriche e possono quindi agire come fattore di riduzione dell'impatto sull'indice ISQP.

Il coefficiente di impatto nominale CIN_i viene calcolato come la percentuale di territorio comunale impattato dalla realizzazione di una nuova tratta in relazione a ciascun indice sintetico IS_i . A questo scopo, per ogni indice sintetico viene calcolata l'area della fascia di territorio impattata dall'elettrodotto, moltiplicando la lunghezza dell'elettrodotto, all'interno di ogni comune, per una larghezza opportuna che varia a seconda dell'aspetto considerato (ad es. 1 km per l'impatto visivo sul paesaggio, 100 m per la sensibilità dell'ambiente abitato). L'area della fascia viene poi divisa per l'area totale del comune, ottenendo così il coefficiente CIN .

Gli impatti così ottenuti sono calcolati per km^2 . Moltiplicando tali impatti per l'area comunale si ottiene, per ciascun indice, l'impatto sull'intero territorio comunale.

ANALISI DEGLI IMPATTI DELLE ALTERNATIVE PER L'ELETTRODOTTO TRA LE STAZIONI DI CODRONGIANOS E RUMIANCA

L'applicazione della metodologia suesposta alle cinque alternative individuate, porta ad identificare un valore numerico dell'impatto complessivo (impatto sull'Indice Sintetico Complessivo) della linea per ogni alternativa esaminata.

A titolo di esempio la fig. 2 mostra l'impatto causato dall'alternativa 1, sull'ISC dei comuni attraversati.

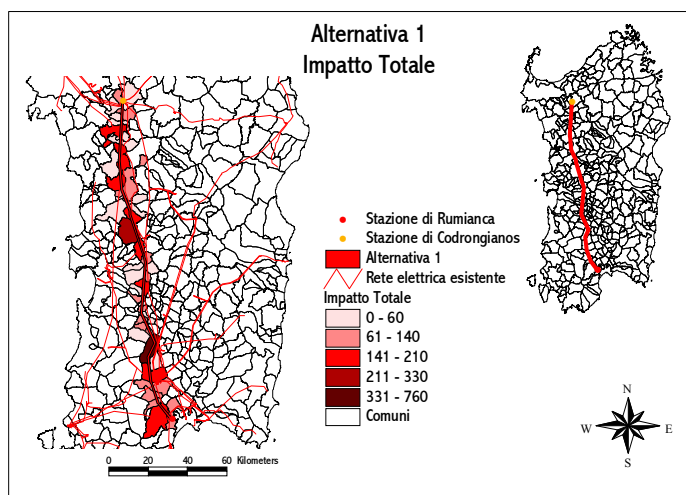


Figura 2 – Diminuzione dell'Indice sintetico complessivo dovuto alla realizzazione dell'alternativa 1

In base al valore della variazione dell'ISC è stato perciò possibile determinare un ordinamento fra le cinque alternative in ordine crescente d'impatto. L'ordinamento che così si ottiene e che viene mostrato nella fig. 3 è 1-2-5-4-3.

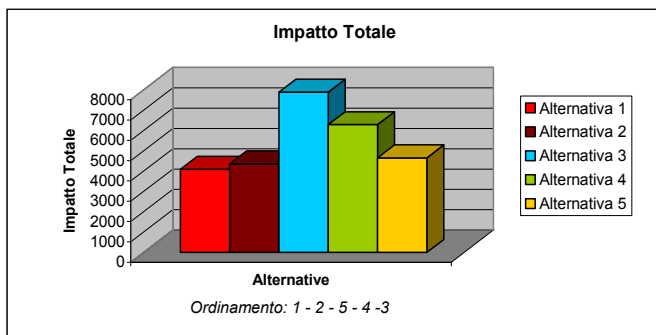


Figura 3 – Ordinamento delle cinque alternative valutato rispetto alla diminuzione dell'indice sintetico complessivo.

Analizzando l'indice sintetico complessivo della linea rispetto alle sue tre componenti (ISQP, ISAA, ISQPF) si è notato come, per ogni alternativa presa in considerazione, esso sia legato prevalentemente alla componente relativa all'indice sintetico di qualità del paesaggio e solo in misura minore all'indice sintetico della sensibilità dell'ambiente abitato.

A titolo di esempio nella tabella 1 vengono riportati, solo per l'alternativa 1, i valori numerici di impatto sui tre indici che compongono l'ISC, oltre a quelli di impatto sull'ISC stesso.

Dai valori rappresentati in questa tabella risulta chiara la forte dipendenza fra l'ISC e l'ISQP.

Questo risultato è dovuto essenzialmente alla scarsa densità di popolazione presente nei comuni analizzati. E', infatti, importante precisare che i valori riguardanti gli indici sintetici sono stati standardizzati sull'intero territorio italiano.

Tabella 1 - Diminuzioni degli Indici sintetici derivanti dalla realizzazione dell'alternativa 1

	INDICE QUALITÀ DEL PAESAGGIO	INDICE SENSIBILITÀ AMBIENTE ABITATO	INDICE VALORE POPOLAMENTI FAUNISTICI	INDICE SINTETICO COMPLESSIVO VO (somma pesata)
Impatto	9064,28	6,30	84,21	4097,97
Impatto percentuale sul territorio	7,09%	0,82%	27,58%	7,08%
Valore intrinseco del territorio in assenza dell'opera	127894,27	771,23	305,32	57883,42

VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE

Dopo aver individuato le alternative ipotizzabili per la nuova dorsale sarda e averne valutato i potenziali impatti, a conclusione del processo decisionale, risulta importante la fase di valutazione, in cui si cerca di indagare sulle prestazioni di ciascuna alternativa rispetto alle concorrenti.

Di seguito viene presentata una valutazione delle alternative mediante un'Analisi a Molti Criteri Classica [4], che si esplica in due fasi. Nella prima viene individuato l'insieme delle alternative paretianamente efficienti, seppur sotto alcune condizioni di carattere tecnico, al fine di escludere dal processo decisionale le alternative dominate. Lo scopo della

seconda fase dovrebbe essere, invece, quello di produrre un ordinamento tra le alternative, mediante l'attribuzione, da parte dei decisori politici, di coefficienti d'importanza relativa. A fini dell'analisi qui effettuata si è deciso di utilizzare, come pesi per gli indici sintetici, quelli applicati dal CESI/Politecnico [1] nell'ambito della metodologia esposta precedentemente. Poiché la scelta dei pesi è un elemento fortemente "soggettivo" all'interno del processo decisionale, è sembrato opportuno effettuare un'analisi di sensitività rispetto ai pesi attribuiti ai singoli indici sintetici. E' evidente, infatti, che l'ordinamento tra le alternative dipende dai pesi assegnati. In particolare, è opportuno determinare l'area di stabilità della soluzione ottenuta, ovvero quali variazioni dei pesi, rispetto ai pesi nominali, non producono modificazioni dell'ordinamento delle alternative.

Per una valutazione completa, è sembrato utile applicare l'analisi di sensitività anche ai pesi attribuiti agli indicatori che compongono l'indice sintetico di qualità del paesaggio.

Analisi di sensitività sull'indice sintetico di qualità del paesaggio

A causa della forte relazione fra il valore dell'impatto sull'ISC e il valore dell'impatto sull'ISQP per ogni alternativa esaminata, si è proceduto ad effettuare una prima analisi di sensitività sul valore dei pesi degli indicatori che compongono l'ISQP (morfologia del terreno, corpi idrici superficiali, uso del suolo, densità delle reti infrastrutturali e aree soggette a vincolo), per determinare l'area di stabilità dell'ordinamento delle alternative già trovato (1-2-5-4-3).

Tale analisi ha messo in evidenza come gli ordinamenti delle alternative sull'indice di qualità del paesaggio non cambiano se non per ipotesi estreme.

Analisi di Pareto a molti criteri

Esaminata la ragionevolezza dell'utilizzo di pesi uguali come criterio d'aggregazione degli indicatori che formano l'indice di qualità del paesaggio, è stato condotto un confronto tra tutte le alternative attraverso un'analisi paretiana a molti criteri. L'analisi utilizza come criteri gli indici di qualità del paesaggio, di sensibilità dell'ambiente abitato e del valore dei popolamenti faunistici.

Va innanzitutto sottolineato che le alternative 3 e 4, presentano dei valori di impatto complessivo decisamente superiori alle altre alternative. Tuttavia sono state prese in considerazione nel lavoro svolto, in quanto consentono la realizzazione di un anello di trasmissione dell'energia elettrica ad alta tensione sull'isola sarda. Questo aspetto presenta notevoli opportunità nell'ottica di una diversa distribuzione dell'energia elettrica ad alta tensione nel territorio esaminato. A fronte di queste considerazioni di carattere tecnico, le alternative analizzate sono state suddivise in due gruppi, creando così due insiemi, ognuno dei quali formato da alternative aventi caratteristiche simili. Tutto ciò al fine di determinare, con l'analisi paretiana, la possibile esistenza di alternative dominate, e quindi da scartare, all'interno dello stesso gruppo. Successivamente è stato effettuato un confronto fra le alternative non dominate dei due gruppi.

Sviluppando l'analisi paretiana a molti criteri per tutte le cinque alternative, e tenendone in considerazione la suddivisione in gruppi distinti, si sono ottenuti i risultati mostrati nella fig. 4. Nelle etichettature sono stati riportati i valori dell'indice della popolazione faunistica.

L'analisi paretiana mostra come, nell'ambito del primo

gruppo l'alternativa 5 sia dominata dalla 1 e dalla 2, e come, per il secondo gruppo, l'alternativa 3 sia sempre dominata dalla 4.

La scelta tra le alternative si restringe quindi alle alternative 1, 2 e 4. Si noti come ciascuna presenti vantaggi per aspetti differenti. Infatti, l'alternativa 1 è quella che ha il minore impatto sul paesaggio, l'alternativa 2 ha il minore impatto sull'ambiente abitato e la 4 ha il minore impatto sui popolamenti faunistici.

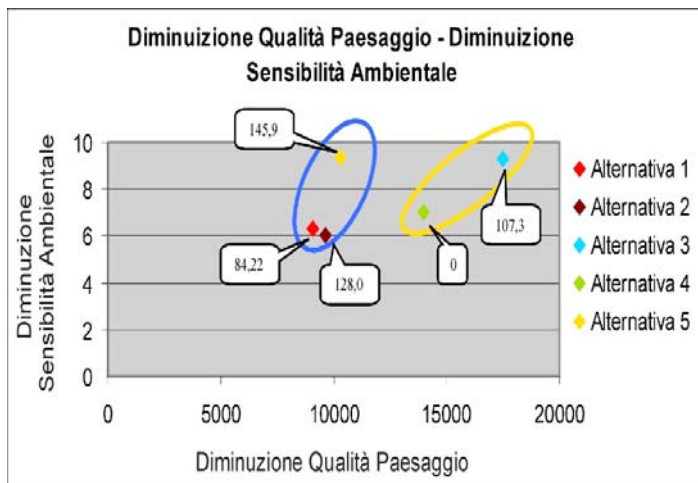


Figura 4 – Identificazione delle alternative nel piano Diminuzione qualità del Paesaggio vs Diminuzione Sensibilità Ambiente Abitato. Le etichette riportano il valore dell'indice faunistico.

Analisi di sensitività delle alternative efficienti

Determinate le alternative efficienti in senso paretiano, si è svolta un'analisi di sensitività sul valore dei pesi degli indici che formano l'indice sintetico complessivo ISC.

L'ordinamento delle tre alternative, valutate con i pesi nominali degli indici che formano l'indice sintetico ($ISQP = 45$, $ISSAA = 35$, $ISVPF = 20$), è 1-2-4.

Nel caso in cui si desse peso nullo all'indice di sensibilità dell'ambiente abitato e rispettivamente peso 5 e 95 agli altri due indici, l'alternativa 2 presenterebbe prestazioni migliori della 1 (Ordinamento Alternative: 2-1-4).

Eccezion fatta per il caso precedente, qualora il peso dell'indice della qualità del paesaggio sia diverso da zero e maggiore o uguale a 5, l'ordinamento delle alternative non dominate rimane stabile per tutte le combinazioni di pesi possibili tra l'indice di sensibilità dell'ambiente abitato e l'indice di valore dei popolamenti faunistici. L'ordinamento cambia in favore dell'alternativa 4 solo nel caso in cui i pesi dell'indice di qualità del paesaggio e dell'indice della sensibilità ambientale siano posti uguali a zero.

Questo ordinamento rimane lo stesso partendo dalla combinazione di pesi 0-0-100 ed effettuando contestualmente incrementi sul peso dell'indice della sensibilità dell'ambiente abitato e decrementi sul peso dell'indice del valore dei popolamenti faunistici sino alla combinazione di pesi 0-100-0. Con quest'ultima combinazione di pesi si considera in pratica solo l'indice di sensibilità dell'ambiente abitato, e l'ordinamento diventa 2-1-4.

Dall'analisi effettuata si deduce che, tranne in alcuni casi particolari, in cui viene posto peso zero o molto vicino allo

zero per qualche indice, l'ordinamento delle alternative rimane il medesimo ottenuto utilizzando i pesi della Ricerca di Sistema effettuata dal CESI/Politecnico [1].

Di conseguenza l'ordinamento delle alternative presenta una certa area di stabilità e, quindi, la scelta dei pesi, purché effettuata in un ambito di ragionevolezza, non influisce sull'ordinamento.

Con tale analisi di sensitività si è pertanto mostrato che l'ordinamento delle alternative, ottenuto applicando i pesi 45-35-20 agli indici che formano l'indice sintetico complessivo, ricade pienamente in una vasta area di stabilità. La stessa considerazione è valida per l'ordinamento delle alternative ottenuto effettuando la media tra gli indicatori che formano l'indice della qualità del paesaggio.

CONCLUSIONI

Sintesi dei risultati ottenuti

Alla luce delle considerazioni fatte, tra le alternative analizzate quella avente la minor diminuzione dell'indice sintetico complessivo è l'alternativa 1.

I comuni interessati dalla realizzazione dell'intera opera sono 44 con un impatto complessivo pari a 4097,97 (fig.5).

Nell'ambito dell'analisi, la valutazione sull'impatto complessivo, prodotto dall'eventuale realizzazione di una nuova dorsale, è stata fortemente influenzata dal valore dell'indice di qualità del paesaggio, indipendentemente dai pesi attribuiti ai singoli indici. Infatti, come già evidenziato precedentemente, il valore dell'indice di qualità del paesaggio ha un ordine di grandezza non confrontabile con l'indice di sensibilità dell'ambiente abitato, almeno per quanto riguarda i comuni attraversati dalle ipotesi di tracciato formulate (valori dell'ordine rispettivamente delle migliaia e delle decine).

Va sottolineato che questo non deve essere considerato un limite della metodologia applicata, quanto un effetto di un'analisi condotta su un territorio, la Sardegna, con una bassa densità di popolazione rispetto ad altre aree italiane. Si ricorda, infatti, che gli indici sono stati standardizzati sull'intero territorio italiano.

Considerazioni finali

Il lavoro svolto ha consentito di testare la metodologia elaborata dal CESI/Politecnico [1], nell'ambito delle valutazioni ambientali, riguardanti le interazioni della rete elettrica AAT con il territorio italiano. I risultati ottenuti dall'applicazione della metodologia ad un'ipotetica nuova dorsale elettrica sarda sono del tutto simili a quelli ottenuti dal CESI nell'ambito di altri studi ambientali precedentemente condotti sul territorio della Sardegna.

Il lavoro ha, inoltre, mostrato la ripercorribilità e la trasparenza della metodologia utilizzata e quanto questa possa essere un valido strumento per il Supporto alle Decisioni.

Una delle finalità del lavoro era, inoltre, quella di verificare se questo strumento potesse essere funzionale nell'individuare, a fronte di nuove esigenze di tipo energetico, i corridoi preferenziali verso cui dovrebbe orientarsi la pianificazione per lo sviluppo di una rete di trasmissione regionale, nell'ambito di un processo decisionale volto ad un'adeguata tutela ambientale, quale può essere una procedura di valutazione ambientale strategica (VAS). Anche per questo fine la metodologia implementata si può ritenere uno strumento sufficientemente efficace.

L'attività che ha portato allo sviluppo della metodologia di analisi utilizzata nel presente lavoro è stata ulteriormente finanziata con il Fondo Ricerca di Sistema per il settore elettrico nazionale, istituito con Decreto Ministero dell'Industria DM 26/1/2000; avendo a disposizione dati ad un livello di dettaglio maggiore, si sta ora tentando di ampliare e in parte modificare le classi degli indicatori analizzati.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Paris G., Marazzi M., Gatto M., "Messa a punto di metodologie per la valutazione del ruolo delle reti di trasporto energia nelle politiche di sostenibilità", rapporto: SOSTE/SOSTIENI/2003/002, CESI S.p.A., Milano 2003.
2. GRTN, Dati Statistici sull'Energia Elettrica in Italia 2002, www.grtn.it.
3. Granadino R., Dulchain J.M., Giroto S., 400kV 700 MW fluid filled submarine cables for the Spain-Marocco interconnection, CIGRE' 2000.
4. Keeney R.L., Raiffa H., Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs, John Wiley & Sons, New York, 1976.

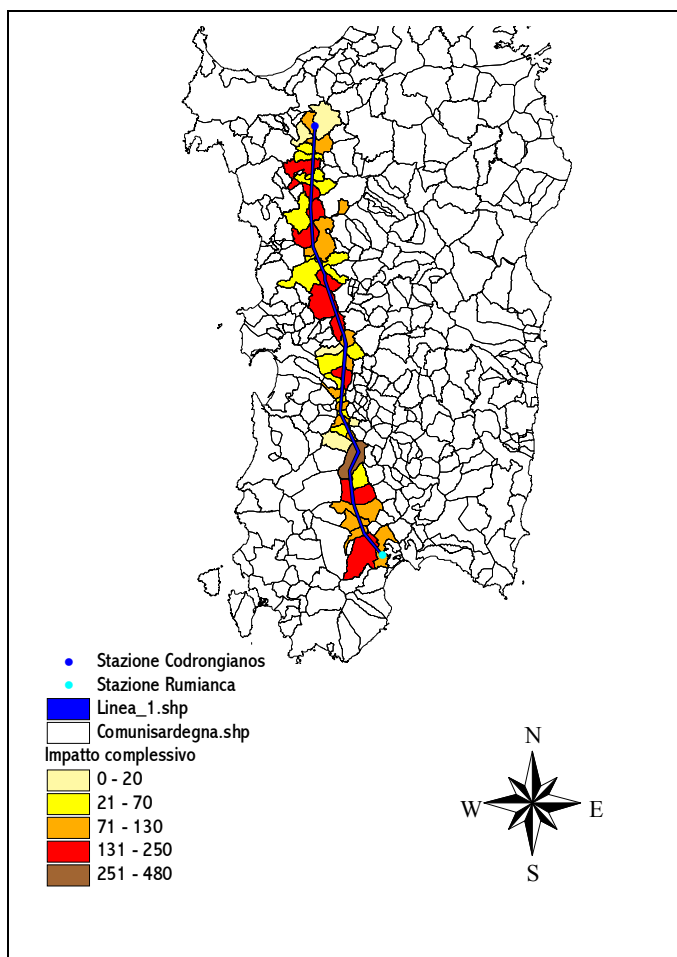


Figura 5 - Diminuzione dell'indice sintetico complessivo dovuto alla realizzazione dell'intera linea