

# **IL RAPPORTO TRA IMPIANTI ENERGETICI E TERRITORIO: QUANTIFICAZIONE ED IMPLICAZIONI**

## **L'ESEMPIO DI UN IMPIANTO EOLICO**

Annapaola Canevari\*, Ranieri Fontana\*\*, Paolo Gazzola\*\*

\* Facoltà di Architettura - Politecnico di Milano,      \*\* Libero professionista,

Il paesaggio e le sue implicazioni stanno sempre più diventando una delle principali barriere alla ubicazione di nuovi insediamenti industriali. A prima vista il problema potrebbe essere posto come se sia giusto "sacrificare" la bellezza di un paesaggio alle esigenze di sviluppo industriale.

La caratterizzazione e l'analisi della componente paesaggio deve richiamarsi sempre agli aspetti storici, culturali e naturalistici, nonché agli aspetti legati alla percezione visiva, differenziando sempre tra paesaggio antropizzato e paesaggio naturale. Tali aspetti, che hanno complesse interazioni tra elementi oggettivi e soggettivi, si devono poter definire quanto più imparzialmente per poter analizzare ex-ante gli effetti che le modifiche introdotte dalle azioni di progetto hanno ed avranno sulla qualità dell'ambiente. Il progettista ha quindi un sempre maggior compito di mediazione tra le esigenze di sviluppo, sicurezza, economicità ed il maggior rispetto ambientale che un'antropizzazione territoriale consapevole ha sull'ambiente esistente.

La componente paesaggistica deve essere quindi trattata al pari delle altre componenti del progetto come segno culturale complesso, che richiede di conseguenza un'analisi particolarmente attenta delle sue componenti, ma che d'altra parte può e deve essere quantificata per ottenere un "oggettivo giudizio" sull'intervento progettato.

Gli autori hanno quindi come scopo presentare: i principali indicatori del paesaggio e le loro componenti, le modalità di "quantificazione" degli stessi ad un impianto eolico esemplificativo.

### **Il conflitto tra impianti e paesaggio**

La questione dell'impatto e dell'interferenza delle opere infrastrutturali e degli impianti di produzione dell'energia sul paesaggio è, oggi, sempre più in primo piano e al centro di vivaci dibattiti.

In particolare le ipotesi di localizzazione di impianti di produzione di energia rinnovabile (eolica, idraulica, solare termica, solare, fotovoltaica ecc.) sollevano acerbissime discussioni e prese di posizione che coinvolgono addetti ai lavori, amministratori pubblici e popolazioni coinvolte, e provocano vivaci dibattiti, al limite della contrapposizione, all'interno di schieramenti considerati omogenei (come il mondo degli ambientalisti e dei verdi).

Il tema fondamentale di questa diatriba, spesso feroce, è quello dell'impatto visivo sul paesaggio.

*"Mulinì a vento, brutti ma buoni? Alternative pulite al petrolio? No, mostri che rovinano il paesaggio. Gli impianti per l'energia eolica dividono gli ecologisti."*

Questo brano, tratto da un articolo pubblicato nel 2002 sul sito internet dell'ENEA, mette in evidenza in modo chiaro i termini della questione e la preoccupazione nei confronti della salvaguardia e della tutela del paesaggio.

Ma che cos'è il paesaggio? Come può essere definito questo "oggetto", indicato con una parola dal significato vago e variabile, soggetto nel tempo a molteplici interpretazioni?

In particolare alcuni tendono a identificare il paesaggio con un ambito di naturalità (praticamente incontaminata) in netta contrapposizione con le tracce lasciate dalla mano dell'uomo, valutate a priori in modo negativo.

Questa concezione estetizzante del paesaggio, inteso come "bellezza naturale" o "bellezza panoramica considerata come quadro" da ammirare, dove il ruolo dell'uomo è ridotto a quello di mero spettatore era già stata rivista fin dal 1967 (commissione ministeriale "Franceschini" che definisce per la prima volta i "beni culturali ambientali", e considera come tali

"le zone corografiche costituenti paesaggi, naturali o trasformati dall'opera dell'uomo...").

Si inizia, dunque, a prendere in considerazione il paesaggio anche come frutto dell'opera di trasformazione da parte dell'uomo, a partire dal paesaggio agrario, per terminare con gli elementi insediativi e di infrastrutturazione territoriale "considerati nel loro stretto rapporto con il contesto e l'ambiente naturale".

A partire da questa impostazione, diversi studiosi di geografia del paesaggio e di ecologia del paesaggio hanno ribaltato le definizioni riferite alla sola bellezza dei siti per arrivare a considerare il paesaggio come la manifestazione della continua interazione tra il dinamismo naturale e quello antropico (Valerio Giacomini e Valerio Romani, Uomini e parchi, 1982).

E' significativo sottolineare che questo riconoscimento dell'importanza del ruolo antropico viene proprio dal mondo dei parchi e delle aree protette, un mondo che si occupa di ambiti particolarmente delicati e rilevanti.

Questi ambiti, però, non sono oasi naturali incontaminate ma aree in cui si trovano paesi, centri storici e numerose attività dell'uomo (principalmente l'agricoltura).

Per risolvere la potenziale conflittualità tra aree protette e realtà antropiche non basta lasciare queste ultime fuori dai confini del parco, o peggio, isolarle come coriandoli sulla carta, perché si tratterebbe un'azione "ipocrita", con conseguenze negative per tutte le parti in gioco.

Valerio Giacomini aveva già testimoniato sul suo libro "Uomini e Parchi", più di vent'anni fa, la preoccupazione che questa conflittualità potesse radicarsi sempre di più nella nostra cultura e, per questo motivo aveva sostenuto che - in tema di parchi - era opportuno fare una "rivoluzione tolemaica", contrastando quella "ondata di divulgazione ecologica con un'informazione massiccia quanto grossolana" che aveva caratterizzato gli anni settanta in Europa.

Per usare le parole dello stesso Giacomini, un'ecologia dagli orizzonti ridotti, *“di connotazioni più denunciative che costruttive e di scarso spessore culturale”*.

In altri termini un'ecologia “globale” non può esaurirsi nel campo naturalistico ma deve dilatarsi a comprendere gli interessi del territorio nel suo complesso, inteso come habitat delle popolazioni umane. Quindi se la protezione della natura non è spinta da motivazioni connesse al progredire della specie umana perde il suo significato razionale e si pone inevitabilmente in conflitto con essa, mentre invece si deve pensare ad una “conservazione globale” con l'uomo e per l'uomo.

Dieci anni dopo la pubblicazione del libro di Giacomini viene approvata la Legge Quadro sulle aree protette (la Legge 394/91) che individua come obiettivo fondamentale del parco non tanto la conservazione in sé stessa ma una tutela e gestione volta alla ricerca di nuove forme di “integrazione tra uomo e ambiente naturale” o, per dirla come Giacomini, di “reciproca compatibilità” tra elementi naturali e umani, nella quale rientrano dunque, sia pure con intensità diverse a seconda delle situazioni e delle zone, le attività umane.

Il paesaggio può, quindi, essere considerato come un processo di trasformazione della natura, nell'avvicinarsi dei tempi e delle stagioni, e (spesso lo si dimentica) della storia dell'uomo, che ha saputo adattare il paesaggio alle sue esigenze e alla sua cultura.

Una ulteriore fondamentale tappa nella evoluzione del concetto di paesaggio è segnata dalla Convenzione Europea del paesaggio (Firenze 20 ottobre 2000) che ha sancito che il paesaggio è il territorio nella sua interezza e ad esso devono essere riferite e ricondotte tutte le categorie di assetto dei suoli, da quella in equilibrio a quella in condizioni di metastabilità o di degrado. Nella Convenzione si riconosce che il paesaggio rappresenta una componente fondamentale del patrimonio culturale e naturale dell'Europa; è un elemento importante della qualità della vita delle popolazioni; coopera all'elaborazione delle culture locali e può svolgere importanti funzioni di interesse generale, sul piano culturale, ecologico, ambientale e sociale, arrivando anche a costituire una risorsa favorevole all'attività economica e contribuire alla creazione di posti di lavoro.

Questi aspetti di relazione reciproca tra uomo e natura trovano il loro più recente riconoscimento istituzionale nel nuovo Codice dei beni culturali e ambientali – più conosciuto come Codice Urbani (dlgs. 42/2004) - che definisce il paesaggio come *“una parte omogenea di territorio i cui caratteri derivano dalla natura, dalla storia umana o dalle reciproche interrelazioni.”*

L'uomo diventa così “protagonista” del paesaggio: un protagonista cui si può attribuire una duplice veste di attore e spettatore.

Se è abbastanza semplice definire il ruolo dell'uomo attore, inteso come protagonista - nel bene e nel male - delle trasformazioni operate sul territorio, è assai più complesso e articolato il ruolo che abbiamo definito di “spettatore”.

Infatti anche in questo caso si tratta di un rapporto che può essere definito attivo, al punto che per molti studiosi *“non ha senso parlare di paesaggio se non c'è un uomo che lo percepisce in funzione delle sue capacità sensoriali e interpretative, per cui il paesaggio si presenta come un prodotto dipendente anche dal livello culturale dell'uomo: senza l'uomo che lo osserva il paesaggio si riduce solo ad un insieme di cose esistente sulla superficie terrestre interrelate tra loro da molteplici equilibri di tipo fisico, chimico e*

*biologico. Il paesaggio è dunque una funzione doppia dell'ambiente e dell'uomo, ovvero, in sintesi:*

*paesaggio = f(ambiente, uomo)*

*in cui f è l'operatore che consente l'interpretazione sensoriale delle innumerevoli cose che si vedono, filtrate dalle capacità emotive e culturali dell'uomo”* (Samuele Cavazza, L'analisi diacronica del paesaggio. Valutazione ambientale 6/2004)

In altri termini - come afferma William Ittleson, studioso di psicologia ambientale - *“il paesaggio non può definirsi tale se non in funzione di chi osserva”*: gli innumerevoli elementi naturali (alberi, fiumi, laghi, colline) che esistono di per sé, come componenti autonome, costituiscono un paesaggio solo nel momento in cui l'uomo ne prende atto nelle loro totalità e complessità. *“In pratica è l'uomo che crea il paesaggio, ed è l'uomo che è in grado di percepirne il senso più profondo. Insomma spesso quello che ci sta intorno esiste perché noi lo vediamo e per come lo vediamo.”*

Questa interpretazione, oggi sempre più accreditata, mette in gioco il concetto di percezione ossia delle relazioni tra chi osserva il paesaggio e alcune sue caratteristiche, a prescindere dai valori estetici che sono legati alla cultura locale, al periodo storico e, al limite, alle mode.

Quando si parla di percezione occorre ricordare il concetto fondamentale in base al quale nel campo visivo dell'uomo *“gli oggetti non vengono presentati come tali, ogni oggetto non è contraddistinto in modo chiaro e privo di ambiguità. Il cervello deve usare vari indizi che lo mettano in condizione di raggruppare le parti della scena visiva corrispondenti a un singolo oggetto. L'oggetto potrebbe essere parzialmente nascosto, oppure essere visto su uno sfondo che confonde l'osservatore”*. (Francis Crick, La scienza e l'anima, Rizzoli 1994).

Ad esempio si ricorda che il nostro cervello riesce a percepire immediatamente la presenza di quattro oggetti contemporaneamente, un numero maggiore richiede una maggiore concentrazione e la necessità di contare uno ad uno gli oggetti.

Il problema di come nel nostro cervello si formano determinate immagini è stato oggetto degli studi della psicologia della visione (teoria della *Gestalt*) che negli anni venti hanno definito alcune “leggi” che classificano i tipi di interazione che sembrano verificarsi più comunemente nel sistema visivo e alle quali possono essere riferite anche le interpretazioni del paesaggio.

Questi elementi di forte soggettività nella interpretazione e valutazione del paesaggio, definibili con il termine inglese di *“inscape”* (paesaggio interiore) fortemente correlato con il *“landscape”* (paesaggio), pesano in modo significativo nelle valutazioni relative alla localizzazione di impianti e infrastrutture sul territorio e rischiano di generare comportamenti differenziati e discrezionali.

Per ovviare a questo inconveniente è necessario trovare dei criteri il più possibile oggettivi per valutare e quantificare gli effetti della localizzazione e costruzione di opere infrastrutturali o di impianto industriali e di produzione di energia sul territorio.

Per quanto riguarda gli aspetti strettamente ambientali, procedure come la VIA (valutazione di impatto ambientale) o la VAS (valutazione ambientale strategica) hanno ormai messo a punto metodologie che consentono di descrivere e valutare in modo quantitativo le diverse fasi operative (valutazione ex ante, intermedia, ex post), ben descritte e documentate a partire dai diversi manuali e linee guida

predisposti dalla Unione Europea e dal Ministero dell' Ambiente per arrivare al prezioso contributo dell' Associazione Analisti Ambientali.

Anche per quanto riguarda gli aspetti di impatto sul paesaggio, e in particolare sulla sua percezione, si sente in modo sempre più pressante la necessità di ridurre al minimo (se non eliminare) gli aspetti di soggettività, cercando di valutare nel modo più oggettivo possibile le sue caratteristiche (elementi costitutivi, qualità, stato di conservazione ecc.).

Evidentemente, vista la complessità dell' oggetto e la varietà delle sue componenti e delle loro combinazioni, non è possibile individuare una "ricetta universale" valida per tutte le occasioni e per tutti paesaggi, ma occorre impostare una metodologia che si possa adattare alle singole realtà tenendo conto sia delle caratteristiche del luogo che delle caratteristiche delle attività antropiche (qualunque tipo di attività e insediamento) che si vogliono collocare su quel territorio.

La finalità del lavoro presentato è quello di cercare di eliminare la soggettività della visione e realizzare uno studio il più oggettivo possibile per capire l' impatto di elementi forti, come ad esempio gli aerogeneratori di un impianto eolico, sul paesaggio e sul territorio in generale.

### **La percezione del paesaggio**

Gli esseri umani stabiliscono con lo spazio un rapporto di tipo affettivo. Anche i sentimenti sono coinvolti nella relazione dell' uomo con la realtà che lo circonda, e questo perché egli sente lo spazio in cui vive come se fosse una parte di sé stesso. E il rapporto che noi abbiamo con la realtà esterna è qualcosa di molto intimo e complesso. Come esempio valgano le ricerche compiute da studiosi in percezione ambientale alla City University di New York, le quali hanno dimostrato che si instaura un legame particolarissimo e molto importante fra esseri umani e spazi, sentito come una vera e propria esigenza, nascono delle radici affettive e mentali. L' uomo ha la memoria e pertanto percepisce il paesaggio in maniera differente in funzione del suo passato, se ponessimo infatti due soggetti a commentare uno stesso paesaggio, ci accorgeremmo che ciascuno giudica in base alla propria età, alla propria cultura, alla propria esperienza di vita. Persone diverse, quindi, colgono nel paesaggio aspetti differenti, dando maggior risalto a certi aspetti piuttosto che ad altri.

Non ha senso, quindi, parlare di paesaggio se non c' è l' uomo che lo percepisce in funzione delle sue capacità sensoriali ed interpretative. Si noti, che non a caso, si è fatto riferimento alle capacità sensoriali, intendendo tutti e cinque i sensi, non solo la vista. Un paesaggio che agli occhi ci appaga, ma che contiene suoni o odori non altrettanto gratificanti, risulterà nel complesso deludente.

### **La valutazione**

Per poter meglio descrivere un paesaggio secondo la moltitudine degli elementi che lo compongono, si deve innanzitutto separare gli elementi singoli che lo compongono e nella loro unicità analizzarli; per evitare

però un' eccessiva semplificazione si deve comunque considerare le componenti strettamente legate tra loro, e nelle reciproche influenze.

Questa "scomposizione" del paesaggio viene fatta attraverso l' ausilio di indicatori ambientali, vale a dire un elenco di componenti che concorrono, se pur in maniera diversa, alla formazione del paesaggio analizzato.

Questo procedimento, può essere così esemplificato per la descrizione di una brughiera, con una localizzata presenza di vegetazione ad alto fusto e un ruscello che attraversa l' area. A prima vista un paesaggio così composto può apparire elementare nella sua semplicità e voluta incompletezza. In realtà si possono individuare i seguenti indicatori: prato, presenza di flora protetta, presenza di reperti archeologici e/o artistici, vegetazione ad alto fusto comune, vegetazione ad alto fusto rara, presenza di avifauna, passaggio di avifauna migratoria, presenza di sorgente, affioramenti rocciosi ed altri.

Simili parametri continuano però ad avere una identificazione che dipende dal peso che ciascun osservatore attribuisce ad essi, mentre lo studio della percezione visiva deve esulare, appunto, dalla personalizzazione ed oggettivizzare quanto più possibile il grado di intrusione visiva di un eventuale manufatto, cercando di eliminare la soggettività intrinseca. La metodologia passa attraverso le seguenti fasi:

- a. scelta e analisi degli indicatori fondamentali di percezione;
- b. studio dell' orografia del territorio interessato dalla realizzazione dell' impianto;
- c. realizzazione di modelli dei con visivi di un possibile spettatore che osserva in direzione dell' area; estrapolazione areale della procedura con realizzazione di carte tematiche di quantificazione percettiva dell' impianto. Gli indicatori

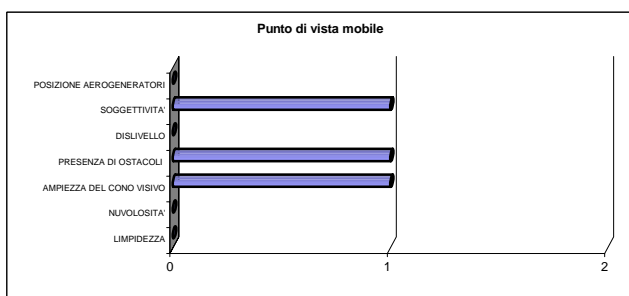
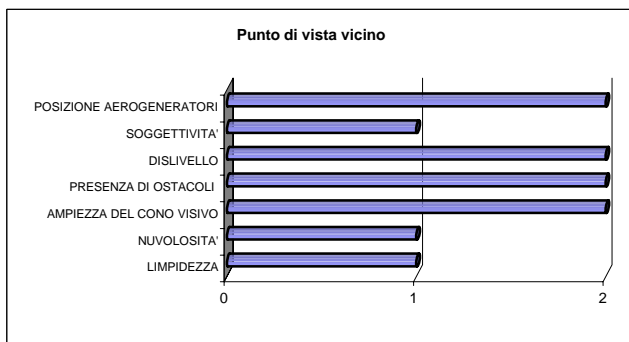
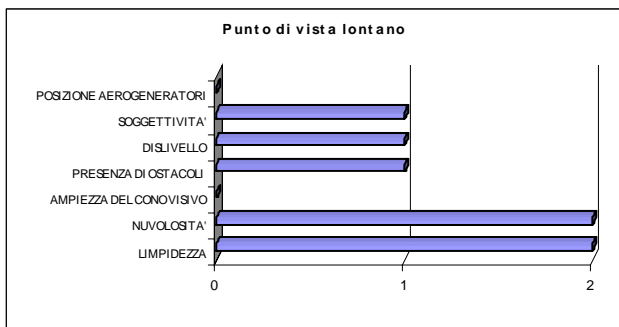
I principali indicatori fisici che maggiormente influenzano la nostra percezione di un oggetto sono: limpidezza del cielo, nuvolosità, ampiezza del cono visivo, presenza o meno di ostacoli tra l' osservatore e l' oggetto, il dislivello l' osservatore e l' oggetto e la posizione dell' oggetto stesso (inteso come insieme di più oggetti).

Passo successivo è la parametrizzazione di tali indicatori rispetto al territorio, scegliendo la scala di analisi adatta e individuando tre ipotetici punti di vista:

- punto di vista lontano,
- punto di vista vicino,
- punto di vista mobile,

considerando quest' ultimo come l' attraversamento, da parte dell' osservatore, dell' area in cui si trova l' oggetto.

I grafici che seguono ben evidenziano le componenti più influenti per ogni punto percettivo:



La scelta della distanza che segna il confine fra punto di vista lontano e vicino è da quantificare in base al fatto che la presenza di fenomeni di media intensità di nuvolosità o foschia modificano la visione, quando ci troviamo ad una grande distanza sono i fattori meteorologici che variano la nostra percezione, quando invece siamo ad una distanza più ravvicinata è la nostra posizione a influire maggiormente. Infine quando utilizziamo un punto di vista mobile le due componenti, del territorio e dell'individuo si fondono modificando la nostra percezione

La distanza diviene quindi un fattore dominante dell'analisi della percezione dell'impianto. Numerose sono le formule che sono state elaborate per rappresentare quantitativamente la visibilità rispetto alla distanza; tutte però sono di tipo logaritmico per cui la percezione di un impianto diminuisce per via esponenziale con la distanza.

$$y = a * \log x + b \quad (1)$$

con  $y$  il fattore di visibilità alla distanza  $x$  dall'impianto, ed  $a$  e  $b$  parametri funzione di limpidezza atmosferica.

In condizioni ottimali, numericamente si può stimare che un aerogeneratore osservato a 1000 m di distanza riduce la propria impronta percettiva del 50%, fino ad arrivare ad una distanza di circa 7 Km in cui la

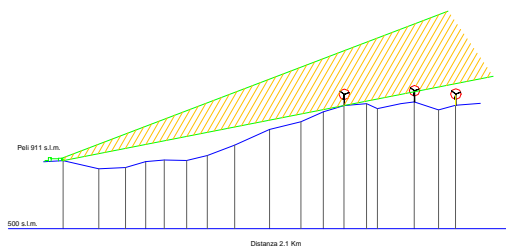
percezione si è attenuata fino al 10% dell'originale punto di vista, sempre ipotizzando ideali condizioni di visibilità.

Le tecniche percettive precedentemente analizzate sono una componente fondamentale per la visione degli impianti anche se si potrebbero aggiungere altri fattori più o meno quantificabili, come ad esempio il fatto che il nostro occhio percepisce paradossalmente meglio un numero limitato di oggetti piuttosto che uno elevato, che non gli parrebbe altro che una macchia confusa nel territorio.

Va notato che alcuni di questi fattori sono imprescindibili dalla volontà umana del progettista, altri, quali la posizione, possono essere controllati a favore di un minore impatto visivo dell'opera dal territorio.

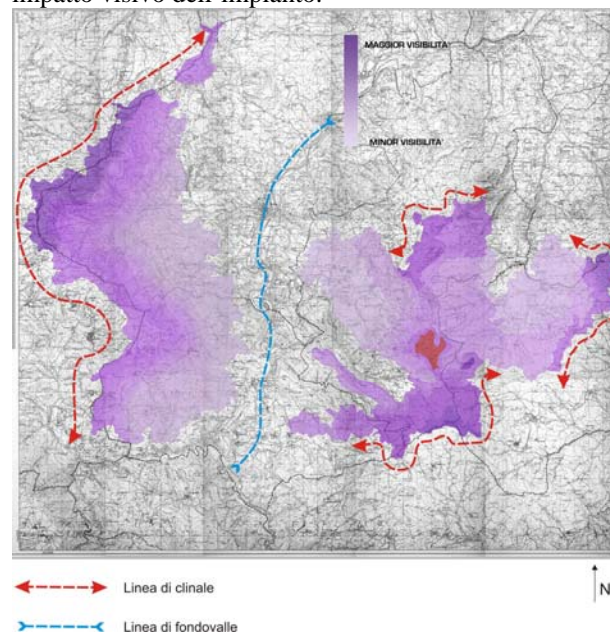
### Realizzazione di modelli visivi

L'implementazione della percezione e dei parametri ad essa legati sulla geomorfologia dell'area esaminata permette di realizzare coni di visibilità. L'esempio che segue illustra la metodologia chiarendo in modo sintetico come la visibilità dei manufatti può diminuire quando viene integrata nelle forme del territorio.



### L'estrapolazione areale

La maggior o minore percezione dell'impianto in funzione della relativa visibilità viene quindi plottata realizzando la carta tematica che evidenzia, con diverse gradazione di colore, la misura del maggiore o minore impatto visivo dell'impianto.



E' su questa base che si potrà in seguito valutare oggettivamente gli impianti progettati.

### **Altre applicazioni e conclusioni**

Abbiamo illustrato un approccio metodologico alla quantificazione del paesaggio primo passo necessario alla complessiva valutazione di un impianto eolico.

E' certamente molto importante continuare nel tentativo di oggettivizzare quanto più la percezione che si ha di un impianto da costruire.

Alcuni esempi per sottolineare alcuni concetti esposti.

Il pubblico ritiene che un impianto eolico possa essere una modificazione del paesaggio non solo necessaria, ma anzi gradita e piacevole esteticamente, per altri è invece vero l'opposto. Entrambe le posizioni sono legittime in quanto oggettivamente l'impianto è visibile e se ne fa subito una valutazione estetica che poco ha a che fare con la percezione dello stesso



Tutto sommato l'ambiente circostante è rimasto integro e si ha la sensazione che si stia producendo in maniera pulita e sostenibile.

Una differente impressione si ha osservando una centrale nucleare anche questa annegata nella circostante campagna che tendenzialmente la maschera alla vista.



Ma con altri ben differenti pensieri indotti.

Ambedue però gli impianti però sono ben integrati nell'ambiente e la loro percezione risulta di bassa intensità.

Questi due esempi pongono distintamente la problematica della quantificazione oggettiva dell'ambiente al fine di isolare la derive estetiche o culturali o persino di pregiudizio che nulla hanno a che fare con il paesaggio stesso.

Sarà poi compito e responsabilità del pubblico amministratore integrare le varie componenti dell'impatto con gli strumenti della analisi scientifica e non con la demagogia e la superficialità di certo ambientalismo di facciata.