

La progettazione ambientale per le infrastrutture portuali

**Mauro Di Prete
Francesco Ventura**

Responsabili del VDP - Progettazione Integrata - Ambiente di Roma struttura che ha maturato esperienza nel campo ambientale svolgendo, direttamente o insieme ad altri gruppi, attività di ricerca e pratica professionale per imprese, società private ed enti.

In conseguenza dello svilupparsi della nuova coscienza progettuale anche il settore delle opere costiere si sta adeguando, gradualmente, alle esigenze connesse alla problematica ambientale.

Le attività già direttamente coinvolte da tali variazioni sono le infrastrutture portuali in quanto inserite nel decreto dell'agosto 1988 che definisce la "Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale..."; non sono comunque da trascurare neppure tutti gli altri interventi relativi alla fascia costiera, anche alla luce delle nuove tendenze normative.

Dato che in Italia il perimetro costiero è di 7500 km si pongono due ordini di problemi: il primo è connesso alla pianificazione, il secondo alla progettazione delle singole opere.

La molla che, come noto, ha fatto nascere le nuove considerazioni relative all'approccio progettuale è scattata con l'emanazione della direttiva CEE 377/85 e con l'istituzione, in Italia, del Ministero dell'Ambiente (L.349/86) e con i successivi decreti ministeriali.

Tali normative hanno introdotto in Italia gli Studi di Impatto Ambientale creando, in un primo momento, del disordine concettuale nell'ambito del tradizionale processo progettuale.

In realtà quest'ultimo non viene assolutamente sconvolto ma in definitiva rafforzato.

Non si dovrebbe infatti parlare di studi di impatto ambientale, ma di analisi ambientale di supporto alla progettazione e, in fase di completamento dello iter, alla sfera decisionale.

Ciò viene avvalorato da un'attenta lettura delle stesse "norme tecniche per la redazione di S.I.A. ..." in quanto la documentazione degli studi di impatto ambientale (art. 2 DPCM 27/12/88) consta anche degli elaborati di progetto, dei documenti cartografici, programmatori ecc.

Uno S.I.A. è quindi quell'insieme di elaborati che viene allegato alla domanda di pronuncia sulla compatibilità ambientale di un'opera e non un documento con una vita propria e con scopi meramente autorizzativi.

Quello che si vuole sostenere è quindi che l'unica modifica apportata dalle nuove normative è sintetizzabile, anche se forse in modo limitativo, nella necessità di rivedere l'iter progettuale introducendo in modo esplicito l'analisi ambientale.

Si aggiunge quindi nella progettazione un nuovo obiettivo che è quello di definire un'opera che si inserisca nel territorio in modo che la "risorsa ambiente" coinvolta non subisca un'alterazione irreversibile del suo stato quali-quantitativo.

A tal punto gli studi di impatto ambientale assumono un significato ben preciso che è quello di documentare un iter progettuale completo in cui vengono a essere definiti sia lo stato ambientale "ante-operam", sia le principali peculiarità dell'opera e le scelte tecniche eseguite, sia, infine, gli effetti indotti dall'opera nello stato finale.

In tal modo uno S.I.A. non può e non deve essere indipendente dall'iter progettuale; deve nascere nel momento in cui viene sottoposto alla progettazione di massima un programma di investimento e deve completarsi al momento delle necessarie approvazioni.

Senza entrare nel merito delle problematiche relative allo studio del monitoraggio che continua sia in fase di progetto di dettaglio che di realizzazione ed esercizio dell'opera si tenta di commentare uno schema di possibile flusso logico da seguire nell'impostazione della fase progettuale (fig.1).

Il problema principale è quello di stabilire il ruolo e il giusto rapporto dell'analisi ambientale nella definizione della soluzione ottimale.

Si osserva innanzitutto che progettare può essere considerato un atto conoscitivo sperimentale che, partendo dalle esigenze, definisca la "struttura" di un oggetto attraverso la concezione di una forma e la determinazione del modo di realizzarla.

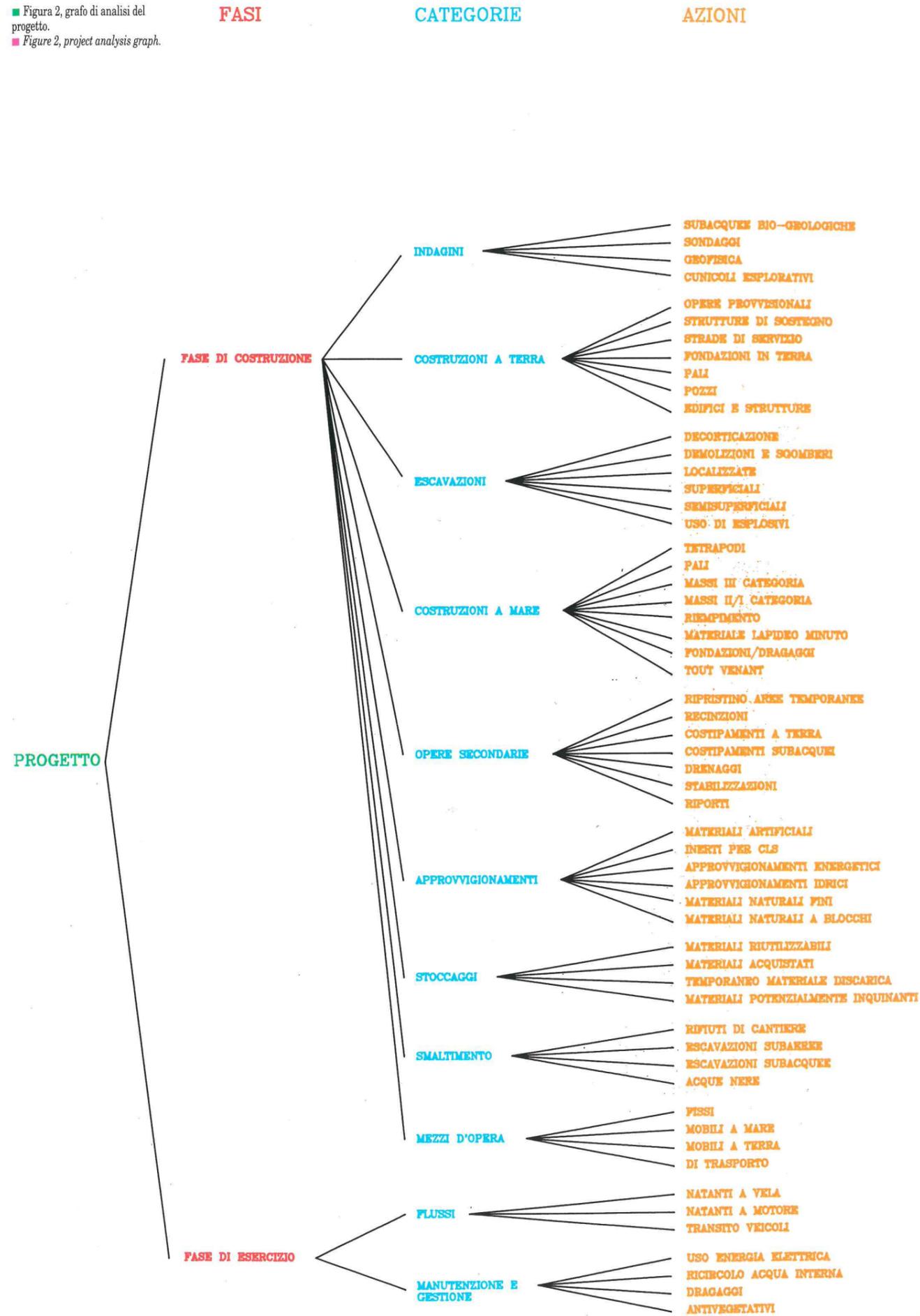
In tale ottica la conoscenza dell'ambiente deve permettere di modellare, modificare, evolvere l'equilibrio reale in modo da permettere la realizzazione dell'oggetto (l'opera come risultato di un progetto di investimento) in modo coerente con esso.

Nel contesto esaminato assume un ruolo fondamentale l'analisi ambientale intesa come quella serie di studi che permettono di conoscere, per poterlo schematizzare, l'ambiente nel suo stato reale.

Essendo l'ambiente un sistema complesso di interrelazione tra elementi, sono due i momenti peculiari di ogni studio: il primo consta nella individuazione di tutti gli elementi base e quindi necessariamente di tutte le correlazioni presenti tra essi, mentre il secondo riguarda la presa di conoscenza di tali elementi nella porzione territoriale analizzata.

Si tratta quindi di individuare, analizzare e quantiz-

■ Figura 2, grafo di analisi del progetto.
■ Figure 2, project analysis graph.



zare i dati scientifici e tecnici di importanza strategica atti a definire la problematica ambientale; in questa fase ci si trova a risolvere l'annoso problema del sistema informativo ambientale. Non tutti i dati però sono significativi per l'accertamento della situazione ambientale del territorio in studio in quanto tale analisi va svolta, oltre che in relazione all'ambiente ricettore, in funzione del tipo di progetto. L'analisi ambientale quindi non deve essere svolta in modo aprioristico e generale ma deve essere coerente e finalizzata all'elaborazione progettuale.

Per ottenere ciò non si deve necessariamente estendere il numero dei parametri da considerare o invocare complesse tecniche di elaborazione, si tratta più semplicemente di passare da un concetto di ambiente inteso come "contenitore" del progetto ad un'ipotesi di interpretazione dell'ambiente valutando sia la ricchezza delle risorse naturali e culturali che lo caratterizzano, sia le informazioni in esse contenute. In quest'ottica la prima fase consta nel rilevamento, nella lettura e nell'interpretazione delle informazioni. Si osserva che la ricerca dei criteri significativi per tale definizione deve avvenire sulla base delle funzioni dell'analisi stessa e delle caratteristiche del progetto (ovvero delle azioni generatrici). In particolare oltre alla descrizione delle caratteristiche del sistema ambientale assume notevole importanza l'individuazione dei potenziali nuovi utilizzi delle risorse.

In altre parole si tratta di individuare la sensibilità alla trasformazione della porzione territoriale interessata dal progetto di investimento. E' infatti subito a valle della definizione di quest'ultimo (inteso come primo approccio al processo progettuale) che deve innescarsi, unitamente all'atto progettuale tecnico, lo studio di impatto ambientale. Per le infrastrutture portuali tale momento è quanto mai definito: esso consiste nella definizione del Piano Regolatore Portuale.

In maniera molto coerente con lo svilupparsi della coscienza ambientale in Italia giunge la Circolare del 30.03.90 del Ministero dell'Ambiente riportante il parere del Consiglio di Stato circa l'"assoggettabilità alla procedura dell'impatto ambientale dei progetti riguardanti i porti...".

Oltre ad altre osservazioni viene focalizzata l'attenzione sulla necessità di estendere la procedura anche ai Piani Regolatori Portuali.

E' praticamente mediante questo strumento che ven-

gono determinate tutte le caratteristiche dell'opera iniziando dall'individuazione di alternative possibili, per passare alla sua localizzazione e al suo dimensionamento.

La progettazione successiva entra in dettagli sulle singole parti dell'opera, sulle tecnologie da adottare, ecc.; ma aver introdotto la problematica degli S.I.A. nella fase di elaborazione del piano rappresenta un presupposto essenziale per garantire un controllo preventivo degli squilibri ambientali indotti dall'attività umana.

Emerge quindi la necessità di definire un apparato analitico e strumenti metodologici adeguati e supportare questa integrazione sia nella fase di analisi ambientale sia nella fase di identificazione e simulazione delle probabili variazioni ambientali apportate dalla realizzazione dell'opera.

La convinzione nella quale ci si muove e si stanno portando avanti studi e ricerche in questo campo è quella di poter giungere alla definizione di un modello complesso di simulazione che permette di supportare il progetto (inteso appunto come momento di definizione di un oggetto) nel suo evolversi.

In altre parole così come esistono una serie di verifiche tecniche che garantiscono la fattibilità tecnico-economica dell'opera, così la messa a punto di una simulazione dell'equilibrio ambientale *post-operam* permette di far diventare un utile strumento tecnico di elaborazione progettuale una fenomenologia oggi assai complessa e disarticolata.

Estremizzando e sintetizzando al massimo questa complessa problematica si tratterebbe di poter definire un modello di determinazione e valutazione del grado di entropia del sistema ambientale interessato. Poiché entropia significa in greco, genericamente "cambiamento", il controllo dell'entropia permette una modifica del sistema guidato entro limiti prestabiliti.

Facendo riferimento all'osservazione che un sistema è proporzionale al numero delle configurazioni microscopiche possibili, per quello stato macroscopico si evince la possibilità di ipotizzare una simulazione complessa del sistema ambiente nelle condizioni mutate *post-operam*.

In altre parole l'evolversi di un'opera corrisponde alla compresenza e al susseguirsi di un elevato numero di elementi semplici che, considerati come un *unicum* organico danno forma e vita all'opera stessa.

Ognuno di questi elementi (assunti come azioni

generatrici) modificano le condizioni di stato dei parametri ambientali sui quali agiscono (ricettori) e, variando il grado di "pressione ambientale", contribuiscono alla qualità *post-operam* dell'ambiente in cui si inserisce l'opera.

Nella ricerca di un modello complesso di analisi ambientale legato alla progettazione, l'evidenziazione delle azioni di progetto, quali elementi che perturbando l'equilibrio dello stato di fatto generano un'interferenza ambientale, si ritiene il primo passo da perseguire.

Inoltre è convincente degli autori che, oltre a essere il primo sia anche il passo fondamentale della procedura.

Infatti guardando l'intera operazione non con l'ottica di un singolo progetto ma con quella di una razionalizzazione dell'iter stesso, la standardizzazione delle azioni di progetto permette il raggiungimento di un duplice obiettivo.

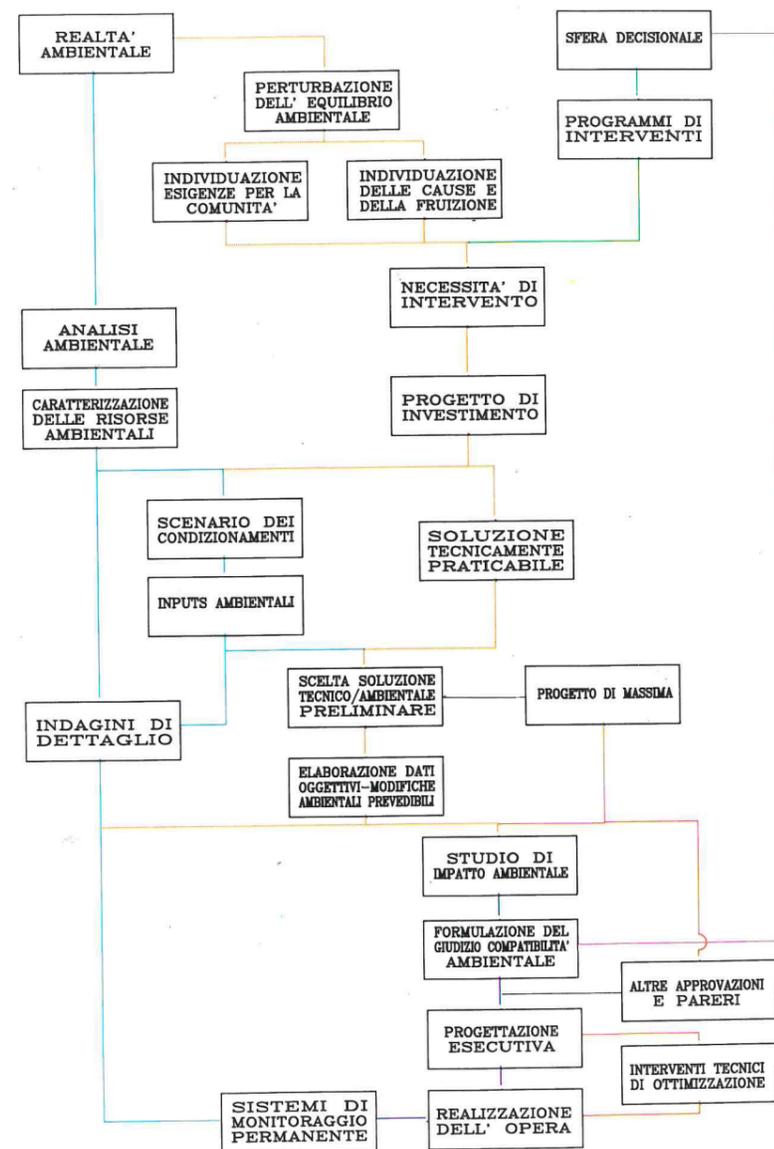
Da un lato infatti si definisce un importante criterio metodologico a chi elabora il progetto, dall'altro si fornisce all'Ente preposto al controllo la possibilità di un'agevole verifica delle soluzioni proposte.

Essendo infatti l'opera la causa scatenante di ogni fenomeno è assai complesso, e a volte dispersivo, soffermare l'attenzione sugli impatti da essa provocati, mentre è molto più utile prevedere e controllare il "generatore".

Se si accenta infatti una consequenzialità logica ed effettiva tra azione generatrice, agente di propagazione, fenomeno attivato, effetto creato, ricettore coinvolto e impatto realizzato si comprende come il controllo del primo permette una verifica dell'ultimo. Ad esempio se per azione generatrice ci si riferisce al vento, alla batimetria di un fondale ecc., l'insieme di questi parametri crea un agente, il moto ondoso, che instaura un fenomeno, ad esempio l'erosione, dando luogo all'effetto di arretramento della linea di costa; tale effetto crea un tipo di impatto se la linea di costa è rocciosa, un altro se ciottolosa o sabbiosa.

Molto complessa potrebbe essere la previsione di tutti gli impatti riscontrabili mentre il controllo di alcune azioni generatrici è senza dubbio più facile da standardizzare.

Certamente non ci si riferisce al vento ma ad esempio alle caratteristiche morfologiche di un fondale; un intervento, per esempio, di ripascimento modificando il profilo trasversale del fondale stesso permette una riduzione dell'energia del vettore moto



■ Figura 1, gli aspetti ambientali nel nuovo iter progettuale.
 ■ Figure 1, environmental aspects of new planning procedure.

		PARAMETRI																		
		EFFETTI DIRETTI							EFFETTI INDIRETTI											
		DISTRUZIONE BENTHOS	ALTERAZIONE TRASPARENZA ACQUA	MODIFICA DELLA SEDIMENTAZIONE	AUMENTO TEMPERATURA A BREVE TERMINE	DIMINUIZIONE OSSIGENO	INQUINAMENTO ACUSTICO SUBACQUEO	INQUINAMENTO DA IDROCARBURI	MODIFICA COMPOSIZIONE SPECIE	RIDUZIONE DIVERSITA' DELLA COMUNITA'	DISTROFIA	CREAZ. SUBSTRATI DURI (NSEDIAM, BIOGENOSI)	DISTURBO RIPRODUZIONE SPECIE	ALTERAZ. QUALITA' STRATO ACQUO SUPERF.	INTERFERENZA CON IL PLANKTON	MODIFICA DENSITA' SPECIE ITTICHE	MODIFICA LOCALI DEPOSIZIONI (ALTER. SUBSTRATO)	MODIFICA TIPO DI COMUNITA' BENTONICA	MODIFICA CLIMAT. EMFICI E CLIMATICI SUBSTRATO	DIMINUIZIONE PENETRAZIONE LUCE
PREVISIONE DELL'INTERFERENZA	ELABORAZIONE	BIBLIOGRAFICA																		
		IN SITO																		
		MISURE																		
		SIMULAZIONI																		
		STIMA																		
	ENTITA'	NULLA																		
		TRASCURABILE																		
		TEMPORANEA																		
		MEDIA																		
		ALTA																		
PROVVEDIMENTI ED INTERVENTI	INCOMPATIBILE																			
	IMPLICITA																			
	RISOLTA IN FASE PROGET.																			
	APPROF. IN FASE CANTIERE																			
		MONITORAGGIO																		
		RIPRISTINO																		

■ Figura 6, matrice di previsione degli impatti.

■ Figure 6, impact forecasting matrix.

ondoso e conseguentemente l'attenuazione dell'effetto d'arretramento della linea di costa.

Ovviamente raggiungere la formulazione di un modello che permetta la simulazione complessiva di un'opera nel sistema ambientale è un compito arduo e di difficile soluzione, ma ciò che si vuole proporre è, come detto, un tentativo di razionalizzazione dell'approccio.

A tal fine si riporta un esempio di individuazione di azioni di progetto per un'opera evidenziando alcuni passi del lavoro che hanno permesso di passare dalle azioni alla stima degli impatti.

La problematica come si evince dall'esame delle figure riportate era decisamente semplice (realizzazione di un porto turistico e servizi annessi) ma significativa per riportare il criterio adottato.

Ovviamente una taratura della problematica su un'opera complessa è d'obbligo prima di poter generalizzare il criterio stesso, ma è parere degli autori che in tal senso vi siano delle concrete possibilità.

Nella figura 2 è riportata l'articolazione delle azioni di progetto relative alla costruzione ed esercizio

dell'opera. Al fine di stabilire anche la necessità di indagini e per evitare di cadere in una caratterizzazione dell'ambiente *ante operam* generica si è applicato un modello di oggettivazione per individuare un livello di suscettibilità delle azioni stesse.

In particolare per raggiungere i risultati voluti si è proceduto secondo i seguenti passi: descrizione del progetto; individuazione degli elementi base, di quelli composti e delle correlazioni; individuazioni delle categorie e azioni di progetto; analisi di sensibilità delle azioni di progetto; individuazione degli effetti prevedibili; esecuzioni di misure e indagini in loco; elaborazione dei risultati e applicazione di modelli di simulazione semplici; stesura di matrici di sistemi degli impatti.

Si procede alla illustrazione dei passi sopra esposti sottolineando che le procedure numeriche adottate, per la costruzione delle funzioni di valore normalizzate, sono state utilizzate al solo fine di trasformare un fenomeno semantico in uno analitico.

Con ciò si vuole intendere la possibilità di determinare un ordine progressivo di alcuni parametri partendo non da un valore numerico ma da un giudizio di merito che permette, alla conclusione del processo di verificare l'attendibilità del risultato ottenuto.

A tal fine si premette che sono state considerate come azioni di progetto le intenzionalità organizzative, le opere fisiche da realizzare nelle diverse fasi di costruzione, le attività gestionali, i servizi e le attività esterne connesse; in particolare devono essere indicati gli scopi dell'azione e le caratteristiche generali, suddivise per attività, svolte per ambiti di influenza.

E' buona regola, anche se di difficile attuazione per le tempistiche da innescare, sviluppare l'analisi ambientale del progetto durante l'esecuzione dello stesso in modo da avere un sistema aperto a modificazioni e varianti che, con il procedere dello studio e delle indagini, prevede la massimizzazione dei benefici e la riduzione degli impatti negativi.

Nel caso proposto il primo passo svolto per la lettura del progetto è stato la scomposizione delle opere previste in elementi base ovvero in una serie di materiali ed elementi costruttivi che sono elementari e quindi basilari per la realizzazione dei manufatti. L'assemblaggio di più elementi base permette la formazione di elementi composti che si configurano già come parti compiute dell'opera. Individuare una loro correlazione è necessario sia per individuare delle

azioni di progetto intese come attività da compiere sia per determinare le possibili interferenze ambientali. Non è infatti detto che solamente gli elementi composti siano fonte di alterazioni ambientali; quelli base possono infatti interferire non solo quando sono posizionati in sito ma anche durante il loro reperimento, trasporto, modifica di stato.

Al fine di analizzare in modo completo tutte le azioni di progetto che possono essere generatrici di effetti sull'ambiente si è scomposto il progetto in categorie di azioni e in azioni semplici tenendo conto sia della costruzione che dell'esercizio dell'opera (fig. 2).

Successivamente si è proceduto alle analisi di sensibilità delle azioni di progetto per creare un ordine logico e un rapporto di proporzionalità tra le azioni stesse.

Questo ultimo passo si ritiene fondamentale per poter individuare delle soglie rispetto alle quali tarare il grado di approfondimento delle indagini da svolgere.

Infatti ai massimi livelli di sensibilità corrispondono gradi minimi di incertezze nella previsione delle interazioni ambientali, intendendo non solo una facilità di prevedibilità ma anche una trascurabilità dagli effetti prodotti.

Per la determinazione della sensibilità si è fatto ricorso alla determinazione di funzioni di valore normalizzate che permettono di confrontare tra loro le azioni di progetto mediante l'espressione di un giudizio di merito.

Applicando il modello di oggettivazione dei giudizi di confronto si è ottenuta per ogni parametro una funzione di valore; ripetendo il procedimento anche a livello di categorie si è ottenuto un unico elenco ordinato da azioni.

Attribuendo sensibilità minima a quelle azioni che più facilmente possono creare interferenze ambientali si comprende come con tale procedimento si possono individuare le azioni e quindi gli effetti da controllare maggiormente e rispetto ai quali è opportuno svolgere indagini di dettaglio e procedere alla stima degli impatti.

Passo propedeutico a quest'ultima elaborazione è la determinazione degli effetti che sono praticamente l'unica "realtà" in quanto è possibile prendere conoscenza di un fenomeno solo tramite gli effetti che esso produce.

Un effetto non è detto che si tramuti in un impatto in quanto occorre verificare se il soggetto ricevente è

sensibile (o vulnerabile) al fenomeno generatore. Com'è facile aspettarsi più le azioni hanno bassi livelli di sensibilità e minori sono gli effetti prevedibili.

Il passo successivo è stato quello di svolgere le indagini in campo (con il supporto, tra gli altri, di tecnici subacquei) ed eseguire le misurazioni nelle unità ambientali di base, determinate in accordo con l'applicazione della teoria sistemica, che venivano a essere interessate dagli effetti.

Ciò comporta di evitare un'analisi ambientale tematica "a tappeto" ma verificare e controllare solo quei determinati equilibri che subendo una perturbazione vengono modificati.

Dopo le indagini si è compilata per ogni componente e parametro trattato, una matrice di previsione dell'impatto (fig. 6 per biologia marina).

Come precedentemente esposto l'esempio è riferito a un caso semplice e finalizzato alla verifica di una soluzione progettuale già ottimizzata anche negli aspetti ambientali.

Infine è bene osservare che data la complessità del tema in studio, se da un lato occorre definire un'adeguata linea metodologica di approccio, dall'altro si pone la necessità di verificarla con casi concreti; quello proposto è un primo esempio che ha fornito buoni risultati sia pratici che teorici. ■

Bibliografia

- C. Benedetto, *La progettazione ambientale delle infrastrutture di trasporto*, quaderni AICPR Comitato tecnico Impatto Ambientale, Trieste, 1990.
M. Di Prete, F. Ventura, *Rapporto tra la biologia marina ed opere portuali. Atti VI Colloquio AIOM* (Associazione di ingegneria offshore e marina), ottobre, 1990.
G. Gisotti, S. Bruschi, *Valutare l'Ambiente*, NIS, 1990.
CNR, Dip. Progettazione Architettura del Politecnico di Torino, *La normativa dell'impatto ambientale*, Alinea, 1990.
M. Di Prete, A. Noli, A. Togni, F. Ventura, *Studi di impatto ambientale per le aree costiere*, in Via n.14, giugno, 1990.
G. Praderio, *Valutazione e bilancio di impatto ambientale*, Pitagora, 1989.
S. Malcewshi, *Le liste di controllo per lo V.L.A.*, in Via n.12, dicembre 1989.
S. Canale, M. Di Prete, F. Scopellati, *Metodologie di analisi ambientale per infrastrutture di trasporto lineari*, in Via n.11, settembre 1989.
F. Karrer, *La pianificazione in aree costiere*, Collana il Macroscopio n.6, CISIAC, 1988.
Bettini, Falqui, Alberti, *Il bilancio di impatto ambientale*, Clup, 1986.
J.G. Rau e D.C. Wooten, *Environmental Impact Analysis Handbook*, University of California at Irvine, 1980.