

ANPA
Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
Dipartimento Stato dell'Ambiente, Prevenzione, Risanamento e Sistemi informativi
V.I.A.
Tutor: Maria Belvisi

**La Valutazione di Impatto Ambientale
e il monitoraggio**
Il caso della tratta A.V. Bologna - Firenze

a cura di
Barbara Mattei

Roma, aprile 1999

Introduzione

Il complesso rapporto che si instaura tra la progettazione e la realizzazione di una grande opera e l'ambiente con il quale essa interagisce, dovrebbe essere analizzato in maniera esaustiva attraverso la procedura di valutazione di impatto ambientale (VIA).

Da studi di questo tipo dovrebbero derivare tutte quelle scelte progettuali in grado di minimizzare le alterazioni sul territorio, di definire le necessarie opere di mitigazione ambientale, offrendo anche l'opportunità di recupero di ambienti degradati. Lo studio di impatto ambientale (SIA) dovrebbe valutare l'effetto di tutte le possibili interrelazioni tra l'opera da realizzare e l'ambiente, anche se è molto difficile controllare, sia a livello teorico, sia sotto il profilo operativo, situazioni così complesse che neppure i più sofisticati modelli matematici previsivi sono in grado di ipotizzare, in quanto il loro impiego è basato necessariamente su ipotesi che, sebbene fondate su dati oggettivi, possono tuttavia imprevedibilmente alterarsi nel corso del tempo. Nel caso di una qualsiasi grande opera di ingegneria, quale ad esempio un'infrastruttura lineare di trasporto (autostrada, ferrovia, ecc.), risulta pertanto necessario ricorrere, in fase di realizzazione e di esercizio, al controllo e alla misura dell'effettivo manifestarsi delle previsioni di impatto e dell'efficacia dei sistemi di mitigazione adottati su tutto l'ambito territoriale interessato.

Lo studio di impatto va, pertanto, completato con un adeguato programma di monitoraggio ambientale (MA), che consenta non solo i controlli e le verifiche sull'ambiente ma anche l'intervento tempestivo in caso di riscontro di anomalie (fig. 1).

L'analisi delle attività di monitoraggio ambientale, applicate alle diverse tipologie di opera, rappresenta una grande opportunità per incrementare la consocenza e l'esperienza nel campo della valutazione ambientale.

Il presente lavoro illustra, nel primo capitolo, alcune delle problematiche connesse alla valutazione di impatto ambientale, dal significato dei termini "impatto" e "ambiente", ai criteri di selezione di una metodologia di VIA "idonea". Nel secondo capitolo è delineato il ruolo del monitoraggio ambientale all'interno di una procedura di VIA, i suoi obiettivi e i suoi requisiti rispetto alle diverse fasi in cui quest'ultima è articolata. Nell'ultimo capitolo, infine, è presentato, come esempio di monitoraggio ambientale quello progettato per un'infrastruttura lineare di trasporto, precisamente la tratta A.V. Bologna-Firenze della linea Milano-Napoli; in particolare sono descritti gli obiettivi posti nel programma di controllo e verifica, i criteri metodologici sui quali si basa l'indagine di monitoraggio e le diverse attività di sorveglianza suddivise per ambiti tematici.

1. La metodologia di VIA

1.1. Premessa

Con l'introduzione della VIA nel nostro ordinamento legislativo si può veramente intervenire a favore dell'ambiente portando alla luce i problemi legati ad un insufficiente livello di elaborazione scientifica delle metodologie operative, rimettendo in discussione i vigenti criteri di progettazione e le procedure decisionali e proponendo infine una ridefinizione degli strumenti di pianificazione attraverso una lettura critica di quelli correntemente applicati e della loro stessa esperienza applicativa.

La valutazione è da ritenersi affidabile e utile solo in presenza di un approccio integrato di pianificazione e valutazione nell'ambito della pianificazione e progettazione territoriale. E' necessario, perciò, incorporare la VIA in un più generale processo di valutazione e decisione. In alcune esperienze, ad esempio quelle condotte negli Stati Uniti e in Inghilterra, la VIA è considerata non più soltanto come momento di controllo finale di pianificazione o del processo di progettazione e realizzazione delle attività, ma come parte integrante della procedura di progettazione, sia nella fase di elaborazione sia nella fase decisionale relativa ai piani e ai progetti.

Applicare una procedura di valutazione di impatto significa ricercare e sperimentare metodi di analisi che integrano la lettura dei fattori ambientali e di quelli che costituiscono il progetto, per poi adottare uno o più sistemi di valutazione in grado di confrontare tutte le possibili ipotesi alternative compresa quella di non realizzare il progetto e infine predisporre un sistema informativo per la raccolta, selezione e verifica delle informazioni relative alla realtà ambientale e alla sua dinamica evolutiva.

A questo punto è necessario procedere con ordine, cercando di chiarire i diversi aspetti del problema a partire dal significato attribuito al termine "ambiente", "impatto" e "valutazione" che saranno qui di seguito analizzati.

1.2. Impatto ambientale e ambiente

La VIA ha lo scopo di prevedere tutti i possibili impatti generati sull'ambiente dalla realizzazione di un programma o progetto e di valutare la portata degli stessi in termini di entità, estensione temporale e spaziale, delineandone anche la distribuzione all'interno delle componenti ambientali e dei gruppi sociali coinvolti in rapporto alla qualità dell'ambiente, alla possibilità di uso plurimo delle risorse e agli obiettivi di tutela dell'ambiente umano nel lungo periodo. Si potrà, quindi, trattare di impatti diretti o indiretti, a breve o lungo termine, reversibili o irreversibili, permanenti o temporanei, a piccola o a grande distanza, positivi o negativi.

In questo contesto l'ambiente è considerato come sistema di interscambio tra attività umane e risorse, tenendo conto sia delle componenti fisiche, chimiche e biologiche che degli aspetti sociali, economici e culturali.

Dal punto di vista normativo gli elementi suscettibili di impatto da prendere in considerazione nella valutazione dei progetti sono: l'uomo, la fauna, la flora, il suolo, l'acqua, l'aria, il clima, il paesaggio, i beni materiali e il patrimonio culturale (Direttiva 85/337/CEE, Direttiva 97/11/CEE).

I termini "impatto" e "ambiente" possono così assumere diversi significati in funzione del contesto al quale sono riferiti, anche la definizione di impatto ambientale è di conseguenza soggetta a varie interpretazioni. In riferimento alla VIA e a quanto è stato detto si può definire l'impatto ambientale come l'insieme delle alterazioni dei fattori e dei sistemi ambientali, nonché delle risorse naturali (impatto ecologico), prodotte dalle trasformazioni d'uso del suolo e dagli insediamenti umani. Sono inclusi in questa definizione anche l'impatto estetico, storico, culturale, economico, sociale così come l'impatto sulla salute dell'uomo, sia esso diretto, indiretto, cumulativo o sinergico, positivo o negativo.

Una concentrazione così estesa dell'impatto ambientale arricchisce notevolmente il significato e le funzioni della valutazione d'impatto, anche se rende estremamente più complesse le procedure, moltiplicando i problemi posti dalla necessità di disporre di tutte le informazioni relative ai diversi fattori presi in considerazione, di redigerne un bilancio dettagliato, di selezionare gli elementi rilevanti e di renderli omogenei per una valutazione complessiva.

1.3. Problematiche connesse all'analisi e alla valutazione ambientale

La particolare natura delle attività connesse allo studio degli effetti sull'ambiente dovuti alla realizzazione di un'opera impone di mettere in relazione i contenuti e la procedura operativa di una valutazione di impatto alle problematiche inerenti l'analisi ambientale. La struttura di uno studio di VIA è caratterizzata da diverse fasi quali:

- individuazione delle azioni di trasformazione relative alla costruzione e all'esercizio di un'opera;
- predisposizione delle indagini,
- definizione della metodologia di analisi e valutazione;
- individuazione delle interrelazioni tra l'opera e l'ambiente;
- valutazione del tipo e dell'entità delle potenziali trasformazioni ambientali.

Ciò comporta una serie di problematiche connesse alla valutazione ambientale da cui dipendono la validità e l'efficacia di uno studio di impatto. Esse riguardano soprattutto:

- definizione dell'ambito di studio;
- corretta scomposizione e ricomposizione dell'ambiente;
- rapporti di congruità tra i criteri e i modelli interpretativi dell'ambiente e i criteri e modelli di individuazione e stima degli impatti;
- ricerca di un modello interpretativo ottimale per la ricerca delle relazioni causali tra impatti e deterioramento della qualità delle risorse.

Le analisi ambientali possono essere svolte con metodologie alternative che riflettono contrapposte visioni disciplinari della complessa realtà ambientale, ma il confronto dei risultati conferma la validità di una visione estesa e integrata dell'ambiente.

Questa visione multidisciplinare dell'ambiente se da una parte conduce al superamento della concorrenzialità tra le differenti discipline dall'altra pone il nuovo problema inerente le diverse modalità di condurre ed espletare uno studio interdisciplinare che ha quale oggetto di analisi l'ambiente e quale obiettivo da perseguire la costituzione di una base informativa su cui operare delle valutazioni nonché delle scelte pianificatorie e progettuali.

In base alle problematiche da risolvere, lo studio ambientale si modella su argomentazioni differenziate, si riferisce a delimitazioni territoriali i cui confini sono delineati da logiche alternative e richiede letture e approfondimenti analitici diversificati.

Così ad esempio la ricerca delle alternative alla localizzazione di un intervento si potrebbe sviluppare sugli obiettivi legati all'individuazione, tra i sistemi ambientali potenzialmente coinvolti, delle peculiarità e emergenze atte al confronto tra le diverse e possibili interrelazioni tra le soluzioni progettuali e l'ambiente. L'individuazione dell'opzione localizzativa ottimale relativa a una proposta di intervento imporrà, attraverso lo studio sistematico di tutte le componenti ambientali, la definizione di una scala di sensibilità-vulnerabilità di ogni porzione di territorio, per poter esprimere un giudizio di massima compatibilità tra le caratteristiche di un sito o di una sequenza di siti e la soluzione progettuale ottimale.

Diviene, pertanto, fondamentale l'identificazione del ruolo da attribuire alle indagini e alle analisi conoscitive finalizzate alla definizione di un'idea progettuale e alla costruzione di un piano, poiché le analisi condotte secondo le metodologie degli studi ambientali ricoprono la doppia funzione di fornire le conoscenze strumentali alla redazione di un progetto o di un piano e di esplicitare, in parallelo, le conoscenze utili alla definizione dei livelli di sensibilità/vulnerabilità dell'ambiente da trasformare.

1.4. La metodologia idonea

La possibilità di modellare l'analisi e la valutazione ambientale, con adeguati metodi e procedure, a diversi livelli di elaborazione e verifica in relazione alla specificità dei problemi e al grado di definizione delle risposte richieste, conferma ciò che L. Canter ⁴⁾ ha affermato e cioè che non esiste una metodologia di impatto universalmente valida ma che diverse metodologie rispondono a diverse esigenze in relazione ai campi specifici di applicazione e alle caratteristiche di qualità delle aree.

Allo stesso tempo uno degli elementi che influisce notevolmente sulla qualità dei risultati dello studio di impatto ambientale consiste proprio nella scelta di una metodologia idonea per la valutazione del potenziale impatto di un progetto o di un piano sull'ambiente.

A questo proposito R. Nichols e E. Hyman ⁵⁾ hanno sviluppato una classificazione e una selezione delle metodologie basata su criteri che possono essere così sintetizzati:

- apparecchio deterministico/probabilistico, quando si vuole sottolineare la necessità di assumere un certo grado di incertezza nei metodi di valutazione;
- valutazione degli impianti diretti/indotti, se si vogliono valutare gli impianti indiretti e secondari che potrebbero risultare importanti quanto quelli diretti;
- approccio statico/dinamico, in cui la variabile tempo è decisiva per la determinazione e valutazione degli impatti a breve, medio e lungo termine e del loro grado di importanza;
- distinzione previsione/ giudizi, per tenere in considerazione la necessità di separare i due aspetti del processo e di rendere espliciti i criteri assunti nella valutazione;
- partecipazione di esperti/pubblico, per l'attuazione di un ampio processo di partecipazione sia in fase di elaborazione che in verifica dello studio di impatto;
- efficienza, in termini di tempo, denaro e altre risorse richieste per sviluppare la metodologia, la cui complessità è giustificata solo in relazione ad un aumento nella validità e utilità dei risultati;
- analisi unicriteria/multicriteria, per riconoscere, nell'ambito di un processo di pianificazione, l'interdipendenza tra obiettivi economici, sociali e di conservazione e promozione della qualità ambientale. Si passa dall'uso di modelli di analisi unicriteri a criteri di analisi multi-obiettivi.

1.5. Riferimenti bibliografici

- ¹⁾ Council on Environmental Quality, Regulation for implementing the procedural provisions of the NEPA, Reprint 43 FR 55978-56007, 29 novembre 1978, p. 40. Cfr. Parts 1500-1508.
- ²⁾ Marini R., Mummolo G. Lo Porto A., Le metodologie di valutazione di impatto ambientale, IRSA- CNR, Quaderno 76, Roma 1987.
- ³⁾ Bettini V., Falqui E., Alberti M., Il bilancio di impatto ambientale, Clup - Clued, Milano 1984:
- ⁴⁾ Canter L. W., Methods for assessing indirect/secondary impacts, relazione presentata all'International Seminar on Environmental Impact Assessment, University of Aberdeen (GB), luglio 1985.
- ⁵⁾ Nicholas R., Hyman E., A review and analysis of fifteen methodologies for environmental assessment, Center for Urban and Regional Studies, University of North Carolina (USA), 1980.

2. Il monitoraggio ambientale

2.1. Premessa

L'accezione più comune di monitoraggio ambientale considera lo stesso come:

“L'insieme delle operazioni che consentono, attraverso la rilevazione di serie appropriate di indicatori ambientali, di pervenire alla valutazione sullo stato della qualità dell'ambiente”¹⁾.

Il termine indicatori ambientali rappresenta “la variabile ambientale, osservabile e stimabile, che esprime, in forma sintetica, la situazione ambientale in oggetto e i suoi particolari stati. Nella VIA si considerano come indicatori le caratteristiche o parametri ambientali in grado di fornire stime di un effetto; in genere sono utilizzati per tali scopi specie animali o vegetali significative o parametri chimicofisici particolarmente sensibili a una data categoria di perturbazioni”. Il parametro ambientale sta ad indicare invece la “singola o molteplice grandezza convenzionale che misura il valore assunto dalla variabile ambientale (ad esempio, la concentrazione dell'ossigeno disciolto nell'acqua e la sua percentuale di saturazione)”²⁾.

In una procedura di valutazione ambientale comunque tutti i controlli e le verifiche tecniche non dovrebbero riguardare solo specifiche variabili ambientali ma anche determinati momenti del ciclo relativo alla realizzazione di un'opera. Il monitoraggio ambientale deve essere considerato, infatti, come parte integrante della sequenza di VIA, poichè stabilisce, assieme alla verifica, il controllo della qualità e il ritorno dell'informazione dello stesso processo di valutazione.

Tuttavia per un ritorno efficace dell'informazione occorre rispettare alcune condizioni e fissare determinati requisiti, che di seguito saranno esposti, affinché le attività di sorveglianza si svolgono in modo adeguato e soddisfacente.

2.2. Il monitoraggio nella valutazione ambientale

In una procedura di valutazione ambientale si possono distinguere tre tipi di monitoraggio:

- monitoraggio ante-operam
- monitoraggio in corso d'opera
- monitoraggio post-operam

Il primo monitoraggio preventivo dell'ambiente potenzialmente interferito comprende una serie di controlli tecnici e campagne di misura che precedono la realizzazione dell'opera e che sono condotti per un periodo di tempo sufficiente a caratterizzare in modo significativo la situazione precedente l'intervento.

In corso d'opera il monitoraggio riguarda principalmente l'attività cantieristica, mentre i controlli tecnici successivi alla realizzazione dell'intervento, effettuati periodicamente, sono finalizzati alla verifica degli impatti realmente prodotti sull'ambiente interferito o del rispetto delle modalità di esercizio previste.

Il monitoraggio deve essere considerato come un'attività permanente nella quale la sorveglianza delle ripercussioni si completano reciprocamente. Ad esempio, la previsione degli impatti ambientali specifica i bisogni in materia di dati di base, sottolineando le ripercussioni eventuali che dovrebbero divenire l'oggetto della sorveglianza permanente, evitando sprechi di tempo e di risorse.

2.2.1. Monitoraggio ante-operam

Questa attività fa parte della ricerca di base che viene condotta per ottenere informazioni sulle condizioni ambientali esistenti prima della realizzazione di un progetto, fornendo la base necessaria per condurre bene la valutazione ambientale, per misurare i cambiamenti prodotti dal progetto e confrontarli con le ripercussioni previste.

Pertanto nella definizione e applicazione di uno studio di base utile ed efficace ai fini di una valutazione ambientale si deve tenere conto dei seguenti fattori:

- complessità e dinamicità degli ecosistemi che sono caratterizzati da variabili naturali;
- capacità dei programmi di monitoraggio di rivelare i processi di cambiamento nel rispetto dei vincoli di tempo e di costo;
- conformità delle attività di monitoraggio alle norme di analisi scientifica accettate a loro completamento attraverso conoscenze e dati tradizionali;
- proporzionalità tra la caratterizzazione precisa della base ambientale e il periodo di tempo per il quale esistono dati appropriati.

E' fondamentale eseguire un campionamento adeguato durante la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di un'opera per raccogliere dati sufficienti a costruire un confronto tra le varie fasi. La variabilità intrinseca a certi parametri ambientali non può essere fissa in modo sicuro quando ci sono troppi dati o quando il periodo di raccolta è troppo breve. Perciò la raccolta dei dati deve essere condotta per un tempo adeguato e deve rispondere alle necessità di stabilire delle conclusioni statisticamente accettabili.

Infine nessun campionamento post-progetto può compensare l'assenza di dati precisi pre-progetto e quando l'acquisizione di questi ultimi non è possibile, né attuabile, si possono utilizzare dati esistenti e se necessario dati di sostituzione.

Con un programma di monitoraggio ante-operam si devono poter raggiungere i seguenti obiettivi:

- descrivere le varianti inerenti alla fase precedente lo sviluppo e delineare la probabile evoluzione dell'ambiente nell'ipotesi "nessuna azione";
- stabilire il rapporto tra i cambiamenti reali e i cambiamenti previsti nel corso della messa in opera del progetto;
- stabilire i rapporti di causa ed effetto per tutta la durata del progetto;
- mettere a punto le metodologie di campionamento e di misura, la scelta dei punti di campionamento e di riferimento e la strumentazione idonea.

Un programma di sorveglianza di base con queste finalità può rendere veramente facile le previsioni e la verifica degli impatti ambientali, fornendo le basi alle attività di gestione degli impatti ambientali (monitoraggio in corso d'opera e monitoraggio post-operam) che mirano particolarmente a mettere in opera e a mettere a punto misure di attenuazione e ad assicurare la conformità agli indici e ai metodi operativi.

Infine non va trascurata la necessità di una documentazione completa e precisa sui metodi e tecniche utilizzate dai programmi, sulle ipotesi fatte e sulla gamma completa dei risultati ottenuti, per permettere ulteriori confronti in un contesto equivalente.

2.2.2. Monitoraggio post-operam

L'attività di controllo svolta a posteriori, nel breve e lungo termine, deve essere condotta con le seguenti finalità:

- assicurare la conformità del progetto alle norme e ai metodi operativi prestabiliti;
- incrementare, ad uno stadio ulteriore, la conoscenza di esperienze e progetti, e facilitare il miglioramento in progetti futuri grazie agli insegnamenti appresi;
- adottare le misure di mitigazione degli impatti alle situazioni che si vengono a creare nel corso della gestione del progetto e che potrebbero differire dalle valutazioni iniziali.

A questo proposito bisogna ricordare che la verifica delle valutazioni degli impatti, basata sull'applicazione di dati empirici, permette di confrontare le trasformazioni ambientali reali con previsioni di trasformazioni anticipate.

Tali confronti forniscono non solo un'indicazione sul grado di precisione della previsione, ma rivelano anche l'efficienza delle misure di attenuazione.

Purtroppo non sempre è facile determinare se le misure di attenuazione degli impatti siano state efficaci o se la previsione stessa fosse imprecisa. Infatti, la debolezza fondamentale della verifica di valutazione ambientale consiste nel supporre l'esistenza di relazioni dirette tra causa ed effetto, perciò tutti i mutamenti ambientali osservati che derivano dal progetto sono considerati come un impatto ambientale direttamente collegato al progetto, mentre tutte le altre influenze ambientali non collegate all'intervento sono trascurate.

La maggiore difficoltà dei programmi di monitoraggio post-operam consiste proprio nello stabilire l'esistenza di relazioni di causa ed effetto. Perciò è necessario adottare una programmazione sperimentale rigorosa come punto di partenza dal quale i test statistici possono essere utilizzati al fine di determinare le differenze che sopraggiungono nelle modifiche ambientali da un posto all'altro. Gli obiettivi possono essere di due tipi:

- la selezione di variabili da sorvegliare;
- la definizione della grandezza della modifica considerata come significativa e importante da rilevare.

La creazione di rapporti di causa e effetto non si esegue con la stessa facilità su tutti i parametri da misurare, ad esempio le ripercussioni ambientali che derivano da influenze artificiali sono più facili da testare. Infatti, si possono stabilire due siti sperimentali simili, di cui uno costituisce il sito di riferimento che non è sottoposto all'influenza, mentre l'altro, il sito di trattamento, è quello sottoposto all'influenza. Più difficile è applicare lo stesso metodo sperimentale sulle variabili socio-culturali, anche se gli stessi principi sperimentali dovrebbero essere sempre applicati.

Altro inconveniente per lo sviluppo di un meccanismo soddisfacente alla definizione, con un certo grado di affidabilità, delle relazioni di causa e effetto tra l'azione del progetto e la ripercussione osservata è quello collegato alla complessità degli impatti cumulativi.

2.3. Obiettivi e requisiti del monitoraggio

Un programma di monitoraggio efficace e utile alla valutazione di impatto ambientale deve soddisfare fondamentalmente i seguenti requisiti;

- assicurare che ogni impatto identificato derivi esclusivamente dal progetto in esame e non sia dovuto a fluttuazioni naturali o ad altre attività antropiche non collegate al progetto. E' auspicabile, in tal senso l'uso di stazioni di riferimento e di controllo nelle quali poter manipolare le variabili in condizioni controllate;
- perseguire gli obiettivi che sono definiti, prima ancora dell'avvio della campagna preliminare di rilievo dei dati, in relazione all'individuazione delle variabili da controllare e all'indicazione delle ampiezze delle variabili ritenute ecologicamente significative.

La selezione degli indicatori ambientali dovrebbe avvenire secondo criteri che si riferiscono alle caratteristiche e alle dimensioni del progetto, alla sensibilità ed unicità dell'ambiente nel sito prescelto per la localizzazione, al prevedibile raggio di impatti sull'area circoscritta al sito, ai tipo di effetti di impatto, se di valore positivo o negativo.

In seguito sarà possibile, attraverso l'uso di metodologie statistiche, individuare le caratteristiche ottimali del campionamento, quali la frequenza, numero di stazioni e durata del monitoraggio.

Oltre al soddisfacimento dei suddetti requisiti un buon programma di monitoraggio deve porsi i seguenti obiettivi:

- prevenire i mutamenti ambientali, segnalando tempestivamente gli eventuali scostamenti significativi e approntare, rapidamente e efficacemente, gli strumenti atti a riportare la situazione al regime di compatibilità con l'evoluzione prevista;
- eseguire un controllo inteso non solo come verifica della conformità del progetto ai requisiti definiti nelle fasi iniziali, ma come amministrazione globale delle problematiche ambientali riscontrate. L'analisi degli eventuali mutamenti nel tempo può far emergere eventuali situazioni di rischio ambientale, o, al contrario, di particolare potenzialità ricostitutiva, fornendo dettagliati elementi conoscitivi circa gli impatti e l'efficacia delle mitigazioni proposte.

L'azione di monitoraggio permette, infatti, di ottenere informazioni su utilità, accuratezza e esaustività delle tecniche di previsione utilizzate, formulando il grado di approssimazione o di precisione con cui sono stati previsti gli impatti.

Altrettanto interessante è scoprire quali sono le possibili cause delle variazioni tra le ripercussioni reali e previste di un progetto, in modo da acquisire un'esperienza che possa essere applicata alle valutazioni future e incrementi l'efficienza scientifica e tecnica della valutazione di impatto. L'analisi delle cause dello scarto tra i risultati previsti e i risultati reali, sulla base dei dati forniti dai programmi di monitoraggio, può essere condotta con delle tecniche analitiche appropriate per il confronto dei dati pre e post-progetto.

Questo è molto importante perché consente di utilizzare le attività di verifica e di sorveglianza quali strumenti efficaci della ricerca sperimentale nel campo della valutazione ambientale.

2.4. La normativa

L'art. 5, comma 3, del DPCM del 27/12/88 recante le "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità..." esplicita:

"In relazione alle peculiarità dell'ambiente interessato così come definite a seguito delle analisi di cui ai precedenti commi, nonché ai livelli di approfondimento necessari per la tipologia di intervento proposto come precisato nell'allegato III, il quadro di riferimento ambientale (fig. 2):

...definisce gli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e dei parametri ritenuti opportuni".

Nell'allegato III sono poi definiti "i criteri peculiari da applicare nella redazione degli studi in relazione alla specifica tipologia di ciascuna categoria di opere" (art. 1, Comma I, d).

Infatti, lo stesso allegato esplicita "Con riferimento alle categorie di opera elencate nell'art. 1 del DPCM n. 377/88, le disposizioni di cui agli articoli 3, 4 e 5 del decreto sono così specificate e integrate...":

ad esempio, per quanto riguarda le infrastrutture lineari di trasporto, la categoria d'opera di cui fa parte il caso preso in esame nel seguente capitolo, lo stesso allegato specifica che "si dovranno descrivere e stimare gli effetti connessi":

- all'eventuale variazione del regime delle acque superficiali e, qualora intercettate, delle acque profonde;
- alle concentrazioni degli inquinanti atmosferici dovute alle sorgenti in movimento, in relazione a particolari condizioni meteo-climatiche ed orografiche e in riferimento alla diversa sensibilità dei ricettori;
- ai livelli di inquinamento da rumore ed eventuali vibrazioni, in relazione alla protezione delle zone abitate e di aree di riconosciuta valenza o criticità ambientale;
- alle modifiche delle caratteristiche geomorfologiche del suolo e del sottosuolo indotte in conseguenza della realizzazione dell'infrastruttura;
- alle conseguenze di sottrazione e limitazione di uso del territorio e o di aree di continuità territoriale;
- agli effetti paesaggistici connessi alla realizzazione dell'opera, intesi anche in termini storico-testimoniali e culturali;
- alle misure di contenimento dei possibili impatti connessi allo sversamento accidentale di sostanze inquinanti, in relazione alla prevedibile gravità delle conseguenze di rischio ambientale, con particolare attenzione ove il tracciato interessi acque destinate all'uso potabile o comunque il cui inquinamento possa incidere sulla salute umana".

2.5. Riferimenti bibliografici

- 1) Gamba G., Martignetti G., Dizionario dell'ambiente, ISEDI - UTET, Torino 1995.
- 2) Colombo A. G., Malcevschi S., Zambrini M., Atti del Workshop: Standard ambientali, CCR Ispra - Centro Comune di Ricerca - Istituto di Ingegneria dei Sistemi e Informatica, Istituto dell'Ambiente, Associazione Italiana Analisti Ambientali, Ispra 2 dicembre 1991, Commissione delle Comunità Europee 1992.
- 3) PAR - Produzione Ambiente Risorse, Analisi comparativa delle esperienze internazionali di applicazione della valutazione di impatto ambientale - Metodi (parte prima), PAR s.r.l., Milano.
- 4) Bettini V., Falqui E., Alberti M., Il Bilancio di impatto ambientale, Clup - Clued, Milano 1984.
- 5) Marini R., Mummolo G., Lo Porto A., Le metodologie di valutazione di impatto ambientale, IRSA - CNR, Quaderno 76, Roma 1987.

3. Un esempio di monitoraggio ambientale: il progetto di monitoraggio ambientale della tratta A.V. Bologna-Firenze

3.1. Generalità

Il progetto di monitoraggio ambientali preso in esame si riferisce alla tratta A.V. Bologna-Firenze della linea Milano-Napoli (fig. 3), per la quale il Ministero dell'Ambiente, il Ministero dei Trasporti, le F.S. S.p.A., la T.A.V. S.p.A., la Regione Emilia Romagna e la Regione Toscana hanno stipulato un Accordo Procedimentale (18 luglio 1995) in cui sono definite anche le prescrizioni e le indicazioni relative al monitoraggio. In tal senso l'articolo 2, comma 1 dell'Accordo esplicita:

“...le F.S. S.p.A. e la TAV S.p.a. si obbligano a: ...realizzare il monitoraggio ambientale secondo quanto previsto nell'Allegato 3, e predisporre gli elaborati di dettaglio e la documentazione relativa agli ulteriori interventi di mitigazione che dovessero risultare necessari in seguito agli esiti del monitoraggio stesso, provvedendo anche alla loro esecuzione”.

L'Accordo Procedimentale prevede inoltre che il controllo dell'attività di monitoraggio sia eseguito da un Osservatorio Ambientale, istituito presso il Ministero dell'Ambiente-Servizio VIA. Tra i compiti svolti dall'Osservatorio, per tutta la durata dei lavori e sino al termine previsto per la fase di monitoraggio, sono inclusi:

- approvazione del programma di indagine ambientale;
- esame degli esiti delle misure;
- indicazione di eventuali interventi, (Accordo Procedimentale, art. 5, comma 2, voce c).

Pertanto il presente progetto di monitoraggio deve attenersi anche alle indicazioni e prescrizioni emesse dall'Osservatorio Ambientale, che a loro volta si riferiscono alle soluzioni tecniche previste nel progetto esecutivo di Conferenza di Servizi.

In particolare il monitoraggio deve assicurare il controllo delle problematiche ambientali che possono insorgere durante la fase di realizzazione esercizio della Linea A.V., rilevando immediatamente le emergenze ambientali non previste e intervenendo in tempo reale con adeguati provvedimenti.

La complessità delle indagini, inoltre, rende necessaria la definizione di un quadro operativo in cui coordinare le attività di monitoraggio, chiarire gli obiettivi e stabilire i criteri metodologici in relazione alle tre seguenti fasi temporali:

- ante-operam
- in corso d'opera
- post-operam (pre-esercizio e primi 12 mesi di esercizio).

3.2. Obiettivi del monitoraggio

Il progetto di monitoraggio deve rispondere a diverse finalità che sono articolate in rapporto alle fasi temporali già citate.

L'allegato 3 dell'Accordo Procedimentale definisce sia gli obiettivi del monitoraggio in corso opera che quelli post-operam. I primi consistono nel:

- “documentare l'evolversi della situazione ambientale ante-operam al fine di verificare che la dinamica degli effetti indotti dall'opera siano coerenti con le previsioni dello studio di impatto ambientale;
- segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze ambientali affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente anche attraverso l'impiego di indici di sintesi della qualità ambientale;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali”.

Il monitoraggio post-operam, invece, deve consentire:

- “la verifica delle modifiche ambientali intervenute per effetto della realizzazione dell'opera;
- l'accertamento della reale efficacia dei provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente naturale e antropico;
- l'adozione di eventuali misure per il contenimento degli effetti non previsti”.

In questo modo dovrebbero essere soddisfatte le esigenze di carattere generale definite nell'Allegato 3. In particolare dovrebbero essere garantite: la prevenzione delle trasformazioni ambientali rappresentative di situazioni anomale, sulle quali intervenire tempestivamente con opportune misure correttive; il controllo finalizzato sia alla verifica degli impatti realmente prodotti sull'ambiente, sia alla conformità del progetto, in corso di attuazione e/o attuato, ai requisiti definiti nelle fasi iniziali.

Oltre agli obiettivi sopracitati il progetto di monitoraggio deve rispondere ad una serie di requisiti ai quali fa riferimento l'Allegato 3 dell'Accordo Procedimentale. Essi sono:

- “programmazione di un'esaustiva acquisizione dell'informazione disaggregata per aree critiche e ambiti tematici;
- adeguato campionamento delle aree da monitorare in funzione dei diversi livelli di criticità ambientale;
- impianto scientificamente corretto del sistema di misure, con riferimento alle norme, procedure e metodologie di rilevamento;
- agevole fruizione delle informazioni per le finalità che ne impongono l'acquisizione attraverso un'adeguata struttura di banca dati”.

3.3. Criteri metodologici

Secondo quanto è scritto nella relazione generale¹⁾ del progetto di monitoraggio ambientale della tratta A.V. Bologna-Firenze, gli studi ambientali eseguiti durante la fase di progettazione dell'opera hanno "permesso di identificare sia le componenti maggiormente sensibili ai potenziali impatti quanto le modalità di manifestazione e mitigazione dei medesimi".

Da questo tipo di informazioni e dalle prescrizioni incluse nell'Allegato 3 dell'Accordo Procedimentale, sono scaturite le linee guida che definiscono il programma di monitoraggio basato sui seguenti criteri metodologici:

- 1) identificazione degli effetti da monitorare;
- 2) definizione degli indicatori e delle discipline di monitoraggio;
- 3) predisposizione delle procedure di gestione e di sintesi dei dati;
- 4) localizzazione delle aree di monitoraggio;
- 5) programmazione delle attività.

La gestione delle informazioni è fruibile attraverso un apposito sistema informativo che dovrebbe essere "in grado di evidenziare tempestivamente ogni variazione e di permettere analisi complesse, anche in ottica di accertamenti straordinari, senza modificare l'impostazione del progetto".

Qui di seguito sono analizzati punto per punto i criteri metodologici sui quali è basata l'indagine di monitoraggio.

3.3.1. Identificazione degli effetti da monitorare

Nella relazione generale del progetto di monitoraggio della tratta A.V. Bologna-Firenze si parte dal presupposto che ogni azione di progetto può essere considerata una potenziale fonte di impatto. Di conseguenza gli studi e le progettazioni della tratta, che forniscono precise indicazioni sulla tipologia delle opere e sulle attività necessarie alla loro realizzazione, dovrebbero definire anche il quadro dei prevedibili impatti.

Le azioni di progetto più importanti, che costituiscono l'oggetto di una approfondita attività di monitoraggio e alle quali fa riferimento la suddetta relazione, sono le seguenti:

- costruzioni del tracciato e del cavo delle gallerie;
- attività di cantieri industriali, aree intermodali e cantieri armamento;
- attività nei campi base;
- apertura dei depositi smarino;
- apertura o adeguamento della viabilità di servizio;
- apertura di poli di inerti per prelievo di materiale da costruzione;
- attività post-operam (pre-esercizio e primi 12 mesi di esercizio).

Per tutte queste azioni sono state progettate delle opere di mitigazione che dovrebbero garantire in maniera sufficiente l'integrità degli equilibri ambientali. Nonostante ciò il monitoraggio, da quanto è scritto nella suddetta relazione, dovrebbe valutare, "nel rispetto dei propri obiettivi e requisiti, che quanto previsto risulti efficace nel rendere compatibili con gli equilibri ambientali i seguenti prevedibili effetti:

- alterazioni nella qualità chimico-fisica-biologica dei corsi d'acqua superficiali (acque di drenaggio, sgorgo cantieri industriali, acque in uscita da gallerie, acque ad uso civile dei campi base);
- alterazioni nella qualità chimico-fisica-biologica delle acque sotterranee (intercettazione delle falde nel corso dello scavo del cavo galleria con depauperamento dell'acquifero);
- alterazione del clima acustico (attività di cantiere, convoglio ferroviario in fase post-operam);
- vibrazioni (in fase di cantiere, di pre-esercizio e esercizio);
- sollevamento di polveri (attività di cantiere);
- alterazione degli equilibri degli ecosistemi (disturbo diretto dell'attività di cantiere, alterazione del sistema idraulico superficiale sotterraneo con possibili ricadute sullo stato fitosanitario);
- generazione campi elettromagnetici.

3.3.2. Definizione degli indicatori e delle discipline di monitoraggio

Come è stato accennato nel secondo capitolo, per giungere ad una valutazione sullo stato della qualità dell'ambiente, quindi per controllare e misurare l'entità di eventuali impatti ambientali, è necessario fare uso di specifici indicatori e parametri. Essi devono essere selezionati in base all'ambito di monitoraggio per il quale sono utilizzati e possono essere misurati su soggetti biotici e abiotici che devono essere in grado di rappresentare lo stato di una singola componente ambientale o dell'intero sistema considerato.

Nel progetto di monitoraggio che si sta esaminando la scelta degli indicatori e dei parametri ambientali è basata sulla rispondenza degli stessi ai seguenti requisiti:

- “rappresentatività”: gli indicatori devono essere direttamente correlabili con il fenomeno o con la caratteristica che si vuole misurare e con le diverse fasi temporali previste (ante-operam, in corso d'opera, post-operam);
- accessibilità e reperibilità: gli indicatori devono risultare agevolmente accessibili e rilevabili;
- sensibilità: gli indicatori devono poter cogliere anche piccoli scostamenti dalle soglie considerate di “norma”;
- verificabilità e trasparenza ai diversi livelli di controllo e di approfondimento;
- validità: per quantificare eventuali azioni di intervento.

Gli indicatori e i parametri dovrebbero essere descritti in dettaglio nelle relazioni specialistiche riguardanti le singole discipline di monitoraggio.

Per quanto riguarda queste ultime il progetto di monitoraggio esaminato considera i seguenti ambiti:

- atmosfera
- rumore
- vibrazioni
- ambiente idrico superficiale
- ambiente idrico sotterraneo
- suolo e vegetazione
- campi elettromagnetici

Nella relazione generale del progetto di monitoraggio è previsto anche un controllo delle variazioni nelle componenti morfologiche e paesaggistiche dell'area di studio, che dovrebbe essere svolto attraverso la lettura di foto aeree. Le riprese devono essere eseguite periodicamente con pellicola infrarosso “falso colore” ed effettuate a due differenti scale di dettaglio.

- in scala 1:33.000 nel periodo iniziale, intermedio e finale sull'intero corridoio di progetto;
- in scala 1:6.000 per gli approfondimenti annuali sulle principali aree di cantiere.

3.3.3. Predisposizione delle procedure di gestione e di sintesi dei dati; valutazione di sintesi della qualità ambientale

Il programma di monitoraggio A.V. Bologna-Firenze prevede l'applicazione di indici di qualità ambientale sintetici che grazie alla loro natura di rappresentatività sono in grado di raccogliere molteplici informazioni e criteri e allo stesso tempo risultano facilmente comprensibili.

La scelta di questo metodo è stata giustificata, nella relazione generale, dallo scopo di semplificare l'analisi e la valutazione dell'ambiente con l'uso di variabili rappresentative di specifiche condizioni ambientali, comprensibili e interpretabili in tempi brevi per un pubblico eterogeneo di osservatori, senza rinunciare ad un'indagine approfondita suffragata da specifiche competenze professionali.

Con l'applicazione degli indici di qualità sintetici, si limitano le aree di "intervento soggettivo" per valutare meglio l'impatto complessivo di tutta l'opera sul territorio.

Il metodo su cui è basata la valutazione di sintesi della qualità ambientale del monitoraggio A.V. Bologna-Firenze si articola secondo le seguenti fasi:

- valutazione dei risultati ottenuti mediante i "singoli" indicatori tematici e determinazione dei relativi intervalli di variabilità;
- verifica degli scostamenti degli indicatori dai valori ante-operam e del loro manifestarsi su più ambiti di monitoraggio,
- eventuale introduzione di fattori di ponderazione relativa per i diversi indicatori considerati;
- aggregazione degli indicatori;
- interpretazione e valutazione complessiva di impatto ambientale.

Con questo processo di analisi dovrebbero essere raggiunti i seguenti obiettivi:

- descrizione dello stato dell'ambiente e la sua classificazione qualitativa mediante indicazioni di valore ambientale e confronti tra le diverse zone geografiche e cantieri;
- l'analisi del trend spazio-temporale a mezzo di un esame immediato delle variazioni riscontrate.

Il metodo di valutazione di qualità globale per la verifica di impatto complessivo deve essere applicato, secondo quanto è scritto nella relazione generale, sulle principali aree interessate da cantierizzazione nelle quali sono previsti rilievi di monitoraggio per più componenti ambientali.

3.3.4. Localizzazione delle aree di monitoraggio

L'ambito territoriale potenzialmente interferito dalla tratta A.V. Bologna-Firenze è di circa 80.000 ettari, tra i quali sono considerati di principale interesse quelli corrispondenti alla fascia situata a cavallo del tracciato ferroviario (fig. 4).

I punti in cui è osservata l'evoluzione degli indicatori ambientali sono ubicati all'interno del suddetto corridoio territoriale in aree speciali dette appunto di "monitoraggio" il cui numero e posizione sono state stabilite in base alle valutazioni dello studio di impatto ambientale in accordo con le prescrizioni della Conferenza di Servizi.

I criteri di scelta hanno tenuto conto sia delle caratteristiche dell'ambiente, prediligendo quelle zone e componenti "a particolare sensibilità vulnerabilità", sia dell'ubicazione di quelle azioni di progetto che possono generare il maggiore impatto e che sono elencate nel precedente paragrafo 3.3.1.

La localizzazione delle aree di sorveglianza e dei relativi punti di controllo dovrebbe essere conforme alle scelte indicate nel progetto di monitoraggio, affinché possa stabilirsi un confronto tra le modifiche causate nel tempo dall'opera e la situazione ante-operam. Ciò non è sempre possibile; infatti, dopo le verifiche annuali, basate sugli esiti del monitoraggio e sull'andamento dei lavori potrebbe essere necessaria una variazione delle localizzazioni e delle frequenze del monitoraggio.

Le figure 5,6 e 7 tratte dalla relazione generale del progetto di monitoraggio ambientale A.V. Bologna-Firenze illustrano, per ogni fase temporale, il rapporto tra le "componenti di progetto" e i "tematismi ambientali", ovvero gli ambiti di monitoraggio maggiormente sensibili alle attività di progetto.

Il monitoraggio organizzato in base ai suddetti principi di localizzazione, così come è specificato nella relazione generale, permetterebbe di conseguire "un duplice obiettivo":

- testimoniare l'evoluzione temporale della situazione ambientale confrontando le successive misurazioni dei dati sulla medesima area;
- testimoniare la distribuzione spaziale di eventuali impatti confrontando contemporanee misurazioni dei dati su più aree.

Inoltre molte aree si prestano ad un'indagine di monitoraggio più complessa, con la quale è possibile ottenere un quadro più completo e integrato della situazione ambientale per formulare una valutazione complessiva.

La figura 8 illustra una di queste aree, quella di San Pellegrino, nella regione Toscana, già nominata nel precedente paragrafo. Nell'area in questione sono evidenti il gran numero di punti di controllo ognuno dei quali è individuato da un simbolo spiegato nella legenda.

Il campionamento e le misure dei parametri ambientali avvengono in punti strategici dell'area di monitoraggio che sono molto vicini alle fonti d'impatto, come avviene ad esempio per il monitoraggio del rumore e dell'atmosfera che si esegue sempre in prossimità dei cantieri (RUM/C-S09, A-T14) o dei tracciati scoperti (RUM-06, T/ATM-8), o per il controllo dell'ambiente idrico superficiale che si effettua nei corsi d'acqua esattamente a monte (SM/m) e valle (SN/v) delle zone cantierizzate.

3.3.5. Programmazione delle attività

Le attività di sorveglianza sono dettagliatamente descritte nei piani settoriali, che assieme alla relazione generale e alla cartografia costituiscono gli elaborati del progetto di monitoraggio.

Sinteticamente le attività più ricorrenti e di particolare rilevanza nella programmazione possono essere distinte nelle seguenti voci:

- “allestimento delle aree di monitoraggio con sistemazione della strumentazione per i rilievi;
- raccolta di campioni e misurazioni;
- analisi di laboratorio;
- elaborazione dati su GIS;
- restituzione dell’informazione”.

Nella figura 9, tratta dalla relazione generale, è rappresentato lo “schema di flusso” di queste attività che si concludono con la stesura dei rapporti finali presentati, sotto forma di elaborati, nelle seguenti:

- 1) una relazione semestrale sulle attività di monitoraggio svolte nei primi sei mesi dell’anno con un giudizio “circa le eventuali anomalie, gli impatti riscontrati e le azioni messe in atto;
- 2) una relazione a fine anno contenente il “resoconto generale dell’anno di monitoraggio in corso d’opera, le valutazioni paesaggistiche, tutte le schede di monitoraggio e le relazioni di commento;
- 3) un rapporto mensile di carattere idrogeologico sul monitoraggio delle gallerie;
- 4) rapporti intermedi per specifiche problematiche svolti in qualsiasi periodo dell’anno;
- 5) una relazione conclusiva presentata alla fine delle attività di monitoraggio “sullo stato dell’ambiente nel suo insieme” corredata “da carte tematiche per l’esposizione delle problematiche emerse e degli effetti indotti”;
- 6) inoltre per ogni situazione critica che potrebbe emergere durante il monitoraggio è prevista, “indipendentemente dalle scadenze di cui sopra, la progettazione di azioni di mitigazione o di interventi di recupero per la conservazione ambientale”.

In questi casi di emergenza è opportuno intervenire con accertamenti straordinari come è segnalato nello schema generale. Perciò si dovranno eseguire analisi aggiuntive, effettuare sopralluoghi e rilievi più approfonditi per studiare a fondo il problema e ricercarne le cause al fine di adoperare al più presto le dovute correzioni alle misure di mitigazione progettate .

Dal punto di vista cronologico la programmazione delle attività di monitoraggio è strutturata in rapporto alle tre principali fasi di ante-opera, in corso d’opera e post-operam. Nella figura 10 è rappresentato lo schema generale dell’andamento temporale delle diverse attività suddivise tra quelle generali e quelle relative ai singoli tematismi ambientali.

3.4. Attività di monitoraggio per ambiti tematici

La progettazione delle attività di monitoraggio relative ai singoli ambiti tematici dovrebbe attenersi il più possibile alle disposizioni contenute nell'Allegato III dell'Accordo Procedimentale, che fornisce precise indicazioni circa le metodologie di monitoraggio, nel pieno rispetto dei vincoli previsti dalle normative vigenti nazionali e comunitarie. Ciò che di seguito è riportato si attiene alle prescrizioni desunte dal suddetto Accordo.

3.4.1. Rumore

E' una componente molto importante nel progetto di monitoraggio perché è legata sia ad impatti temporanei sia ad impatti permanenti, derivanti dalle seguenti componenti di progetto:

- il tracciato valutato in fase ante-operam e post-operam;
- la cantierizzazione valutata in fase ante-operam e in corso d'opera;
- la viabilità interferita valutata in fase ante-operam e in corso d'opera.

La scelta dei punti di monitoraggio, per ognuna di queste componenti, è prevista sui ricettori ritenuti maggiormente sensibili e in corrispondenza delle più significative sorgenti emmissive.

Per quanto riguarda il tracciato A.V. sono definiti "ricettori" tutti gli edifici esistenti che ricadono all'interno del corridoio dell'ampiezza di 500 metri a cavallo della linea A.V., per i quali sono stati condotti le valutazioni previsive di impatto della linea stessa, includendo anche gli edifici disabitati che in futuro potrebbero essere fruiti, nonché i ricettori di particolare pregio ambientale.

Il fenomeno acustico indotto dal passaggio dei convogli della linea ferroviaria sui tratti in viadotto e in rilevato, (sono esclusi ovviamente i percorsi in galleria, che costituiscono quasi il 90% del tracciato), è osservato, soprattutto, nelle zone in cui la progettazione delle opere di mitigazione (barriere antirumore) ha mostrato maggiori difficoltà a rientrare nei limiti previsti dalla normativa. I rilievi devono essere effettuati, nel periodo diurno e notturno, con l'utilizzo di centraline rilocabili o mezzi mobili attrezzati per la misura del rumore ambientale e dei principali parametri meteorologici (velocità del vento, temperatura dell'aria, ecc.). Il ritorno di queste informazioni è importante sia per la valutazione del disturbo della popolazione sia per la verifica dell'adeguatezza delle barriere antirumore.

Il monitoraggio del rumore, emesso dall'attività cantieristica, ha lo scopo di valutare le condizioni acustiche delle aree interessate dall'opera nel corso della sua realizzazione, deve essere perciò considerato un sistema di controllo dinamico in grado di seguire le esigenze o le richieste d'indagine che possono presentarsi in corso d'opera. Numerose sono, infatti, le sorgenti di rumore all'interno di un cantiere, collegate alle diverse attività che vi si svolgono, non esclusa quella relativa allo smantellamento del cantiere stesso a fine dei lavori.

Le misure, condotte sia in ambiente esterno che in ambienti abitativi riguardano tutte quelle aree di cantiere, che in base agli studi di progettazione delle mitigazioni, hanno mostrato la necessità di maggiore protezione acustica.

Il monitoraggio del traffico indotto dalle attività di costruzione della linea, eseguito principalmente nei centri abitativi attraversati dai mezzi di cantiere, è condotto con l'utilizzo di metodiche di tipo diretto, manuale o automatico, impiegate per il conteggio degli autoveicoli in transito attraverso una sezione stradale di riferimento.

3.4.2. Vibrazioni

L'obiettivo di questo monitoraggio è definire i livelli di vibrazione emessi, in corso d'opera, dalle attività di cantiere e di seguirne l'andamento durante la fase di esercizio della linea A.V., affinché possano essere verificate le condizioni di criticità preesistenti e la conformità alla normativa vigente. Le verifiche riguardano esclusivamente gli effetti di disturbo sulla popolazione, le interferenze con attività produttive ad alta sensibilità e le conseguenze sui beni archeologici e storico-monumentali di particolare rilevanza.

Il disturbo sulle persone, denominato "annoyance", dipende dalla frequenza e dall'intensità della vibrazione e coinvolge sia la percezione tattile che quella uditiva, con conseguente aumento dello stress ed eventuale insorgenza di malattie ipertensive.

La verifica delle interferenze con le attività produttive è riferita soprattutto al funzionamento di strumentazioni particolarmente sensibili alle vibrazioni, quali ad esempio i microscopi e le bilance elettroniche ad alta precisione.

I danni ai monumenti e alle emergenze archeologiche possono essere generati dalle vibrazioni specialmente in presenza di caratteristiche di estrema suscettività strutturale e di elevati/prolungati livelli di sollecitazioni dinamiche, molto più alti di quelli che possono essere tollerati dalle persone.

L'ambito di significatività del fenomeno delle vibrazioni in fase di esercizio raggiunge i 200 metri dall'asse ferroviario e le aree di monitoraggio al suo interno sono selezionate in base ai criteri di concentrazione della popolazione e/o quelle che maggiormente interferiscono con il tracciato della linea A.V.

La determinazione dei livelli di vibrazione, che deve essere eseguita con metodi conformi agli standard nazionali e internazionali, è prevista, sia in fase ante-operam che post-operam, in punti di monitoraggio coincidenti fisicamente con edifici, industrie o siti archeologici, selezionati all'interno delle suddette aree di indagine. Per ognuno di questi punti sono effettuate due registrazioni con un accelerometro opportunamente fissato a secondo del tipo di ambiente indagato, nell'arco di un unico periodo di riferimento diurno.

3.4.3. Campi elettromagnetici

Gli effetti che i campi elettromagnetici generano sulla salute umana sono tuttora oggetto di importanti ricerche, perciò nel programma di monitoraggio ambientale è prevista anche la verifica delle emissioni elettromagnetiche relative a tutte le sorgenti emissive collegate con la realizzazione della linea A.V.

In particolare il monitoraggio dei campi elettrici e magnetici dovrà riguardare sia l'alimentazione dei convogli ferroviari sia gli elettrodotti di supporto. Il primo tipo di indagine deve essere svolta nei ricettori abitati più vicini alla linea A.V., in prossimità della linea stessa, fino a 10 metri, ed anche all'interno del convoglio ferroviario. Il monitoraggio relativo agli elettrodotti di supporto dovrà essere effettuato, invece, nei ricettori abitati che sono più vicini. Particolare attenzione deve essere dedicata al tracciato ferroviario scoperto soprattutto al monitoraggio di eventuali punti di intersezione o di vicinanza con altri elettrodi.

Tutte le misure dovranno essere eseguite in conformità con i metodi fissati dalle normative vigenti in Italia, considerando anche le procedure previste dalla normativa sperimentale europea.

Il monitoraggio si svolgerà in fase ante-operam per verificare la preesistenza di campi elettromagnetici nelle aree interessate dai lavori e per il censimento di tutti i potenziali ricettori di impatto a fine dei lavori, con l'ubicazione dei punti di monitoraggio post-operam. Il monitoraggio a fine d'opera deve essere finalizzato alla misura dei livelli di campo elettromagnetico nei ricettori precedentemente installati.

3.4.4. Atmosfera

Il monitoraggio di questa componente ambientale è finalizzato al controllo dell'inquinamento atmosferico causato dalle attività di costruzione della linea A.V., in particolare dalle aree di lavoro e dal traffico indotto dalle attività di cantiere. L'apertura di una cava o di un deposito di smaltimento, i lavori di scavo e la movimentazione di materiale lungo le strade possono, infatti, sviluppare delle polveri che diffondendosi nell'ambiente esterno causano l'impatto sotto forma di deposizione di particolato e di incremento di polveri aerodisperse nell'aria. La viabilità indotta dai lavori di cantierizzazione invece produce il normale inquinamento da traffico veicolare.

Per evitare che la produzione di inquinanti dovuta ad altre cause sia imputata alle attività di costruzione della linea A.V., il monitoraggio deve basarsi su informazioni preliminari, svolte nella fase ante-operam, in aree rappresentative, in condizioni non disturbate dalle suddette attività, e su verifiche svolte in fase di costruzione, nelle stesse aree in momenti ritenuti di maggior criticità, quali ad esempio condizioni meteorologiche favorevoli alla diffusione di polveri o, al contrario, al ristagno di inquinanti.

Il monitoraggio deve essere finalizzato al raggiungimento di informazioni e dati sulla qualità atmosferica, valutata attraverso la concentrazione chimica delle polveri sedimentabili o aerodisperse e del loro grado di tossicità, l'acquisizione di dati meteorologici e parametri chimico-fisici tipici di emissioni da traffico veicolare e infine attraverso l'utilizzo di indicatori biologici vegetali (talli lichenici), in grado di fornire informazioni sugli effetti sinergici dei diversi composti, presenti nell'area, su uno stesso organismo vivente.

Gli ambiti di indagine devono essere individuati facendo particolare riferimento alle aree di cantiere situate nei pressi di ricettori sensibili, selezionate sulla base di indicatori direttamente o indirettamente legati alla produzione di polveri. Le aree che più si prestano a questo compito sono quelle caratterizzate dalla presenza di sorgenti sinergiche, con un elevato numero di edifici esposti o tali da consentire una buona discriminazione dell'impatto attribuibile alla sola cantierizzazione.

Per quanto riguarda il monitoraggio dell'inquinamento da traffico veicolare devono essere selezionate alcune sezioni stradali significative, nelle quali il rilievo deve essere effettuato mediante mezzo mobile dotato dei comuni analizzatori d'aria impiegati nei principali centri urbani, facendo riferimento ai livelli di attenzione/allarme indicati dalla vigente normativa italiana. Alle leggi nazionali devono attenersi anche i metodi utilizzati per la valutazione delle polveri e degli inquinanti eseguita con sistemi di rilievo automatici e semiautomatici. Per l'utilizzo dei bioindicatori invece devono essere considerate le indicazioni dell'Unione Europea in via di ratifica da parte degli enti italiani preposti.

3.4.5. Ambiente idrico superficiale

Le attività di monitoraggio relative a questa componente ambientale devono svolgersi durante l'intero arco temporale in cui si sviluppa il progetto della linea A.V.

Le indagini, che consistono nella misura di parametri idrogeologici, fisici, chimici e metodiche di biomonitoraggio, hanno lo scopo di individuare i reali effetti causati dall'insieme di eventuali fattori inquinanti e di formulare infine un giudizio globale di impatto contenente le possibili sinergie dei composti presenti.

I punti di monitoraggio pertanto devono essere localizzati in siti significativi del reticolo idrografico, ad esempio a monte e a valle della possibile fonte di impatto (scarichi idrici civili e industriali) o degli attingimenti ad uso potabile.

In questi punti è prevista la misura "in situ" di alcuni parametri idrogeologici, in particolare il calcolo della portata fluviale, e fisici-chimici, quali ad esempio la temperatura dell'aria e dell'acqua, la conducibilità elettrica, misurate con l'utilizzo di una sonda multiparametrica. Con le analisi chimiche, svolte in laboratorio, deve essere valutato, invece, il grado di qualità dell'acqua attraverso il riscontro della concentrazione di cloruri, solfati, nitriti, metalli, ecc.

Alcuni dei parametri suddetti consentono il calcolo di un indicatore sintetico, il cosiddetto Chemical Index, mentre gli altri sono utilizzati per il confronto con gli standard normativi.

Il biomonitoraggio, invece, si basa sia sul calcolo dell'EBI (Extended Biological Index), in grado di fornire un valore numerico alla qualità biologica dell'acqua, valutato in base alla reazione di popolazioni di macroinvertebrati alle variazioni ambientali prodotte nel corso d'acqua analizzato, sia sull'analisi biotossicologica (test Microtox) svolta su particolari organismi messi a contatto con campioni d'acqua prelevata dai corpi idrici interessati.

Sono, inoltre, effettuate anche opportune analisi batteriologiche per individuare soprattutto eventuali contaminazioni dovute allo scarico di acque di uso civile, provenienti, dopo un'opportuna depurazione, dai campi base.

3.4.6. Ambiente idrico sotterraneo

La tipologia costruttiva della Linea A.V., prevalentemente realizzata in galleria, rende necessaria la costante verifica delle variazioni che avvengono nell'ambiente idrico sotterraneo in conseguenza all'attività di scavo. Il programma di monitoraggio deve basarsi pertanto sulla valutazione, qualitativa e quantitativa, dei principali parametri che caratterizzano le risorse idriche durante l'intera durata del progetto.

Le indagini, di tipo fisico-chimico, idrologico e batteriologico, si svolgono sulle principali sorgenti e pozzi ad uso locale, in funzione del pregio della risorsa e dello stato di avanzamento dei lavori. La complessità del sistema idrogeologico interessato dalla Linea A.V. e l'elevato numero di pozzi ad uso potabile rendono necessario il rilevamento in numerosi punti di monitoraggio.

Parallelamente deve essere svolto anche un monitoraggio delle gallerie per il controllo dei livelli piezometri interni e esterni alle gallerie stesse, la misura della portata delle acque in uscita dalle gallerie e le misure effettuate, sempre in galleria, in fase di avanzamento dello scavo. La localizzazione dei piezometri deve avvenire in punti significativi rispetto alla direzione di flusso delle falde e di provenienza di eventuali agenti inquinanti al fine di consentire un valido controllo delle variazioni di livello delle acque e delle caratteristiche idrochimiche, con particolare riferimento a specifici indicatori delle eventuali immissioni di inquinanti imputabili all'attività cantieristica.

I metodi di indagine, che devono essere conformi alla vigente normativa nazionale, riguardano la misura della portata, del livello statico dell'acquifero, analisi chimico-batteriologiche svolte in laboratorio e infine misure fisico-chimiche dirette, attraverso l'utilizzo di una sonda multiparametrica, come avviene per il monitoraggio delle acque superficiali.

3.4.7. Suolo e vegetazione

Pur non essendo comprese fra gli ambiti tematici contenuti nell'allegato III dell'Accordo Precedimentale queste due componenti ambientali sono incluse nel progetto di monitoraggio della linea A.V. Bologna-Firenze.

Il controllo del suolo è finalizzato alla verifica dei mutamenti delle caratteristiche originarie dei suoli in seguito all'allestimento dei cantieri o al rimodellamento morfologico nelle zone di deposito dello smarino, con conseguente rischio erosivo, e alla definizione degli interventi di ripristino in conformità ad obiettivi di recupero delle preesistenti condizioni di fertilità.

Il monitoraggio deve essere eseguito in fase ante-opera e post-operam per poter confrontare la situazione iniziale con quella di avvio del ripristino. Il metodo di indagine consiste nell'osservazione pedologica effettuata nelle aree di cantiere e campi base in cui è previsto il ripristino, corredate da analisi chimico-fisiche svolte in laboratorio e da test ecotossicologici.

Il monitoraggio della vegetazione è finalizzato allo studio dell'evoluzione dello stato fitosanitario, in conformità con quanto stabilito nei regolamenti comunitari. La decolorazione e il disseccamento delle foglie, escludendo l'origine patogena, possono infatti dipendere da stress idrici causati da scavi di galleria. In laboratorio sono svolte ulteriori indagini sullo stato di micorrizzazione radicale di alberi campione che consente di individuare alterazioni non ancora visibili esteriormente.

Oltre ai rilievi effettuati a terra il metodo impiegato per il monitoraggio della vegetazione ricorre anche alla fotointerpretazione di riprese aeree, realizzate con pellicola ad "Infra-Rosso Falso Colore" (IRFC) su tutte le aree interessate da cantieri e di principale pregio ambientale.

In particolare, le foto aeree sono utilizzate anche per la valutazione degli impatti paesaggistici e la verifica dell'uso del suolo in corso d'opera.

Tutto ciò che è stato fin qui descritto circa le attività di monitoraggio relative ai singoli ambiti tematici, è sinteticamente riassunto nella figura 11 che illustra i principali indicatori e parametri ambientali, distinti per ambiti di monitoraggio, che sono stati selezionati per evidenziare le eventuali modifiche e alterazioni delle componenti ambientali indagate.

3.5. Riferimenti bibliografici

1) Progetto di monitoraggio ambientale: Linea ferroviaria A.V. Milano-Napoli, tratta Bologna-Firenze (1998); Concedente: FERROVIE DELLO STATO; Concessionaria: T.A.V. S.p.A.; Alta Sorveglianza: ITALFERRIS T.A.V. S.p.A.; General Contractor: FIAT S.p.A.; Progettazione e realizzazione: CONSORZIO CAVET - IMPREGILO - FIAT ENGINEERING - IMPRESA FORTUNATO FEDERICI - COOPERATIVA MURATORI CEMENTISTI - ITINERA CONSORZIO RAVENNATE COOPERATIVE PRODUZIONE LAVORO.

Bibliografia consultata

1. AAA - Associazione Analisti Ambientali, FAST - Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche, Gli studi di impatto per la realizzazione delle grandi infrastrutture, 7° Convegno Annuale, Milano 27 novembre 1995.
2. Alberti M., Verrini M., Melone A., Zambrini M., Valutazione di impatto ambientale: istruzioni per l'uso Franco Angeli, Milano 1988.
3. Alberti M., Bettini V., Bollini G., Falqui E., Metodologie di valutazione dell'impatto ambientale, Clup. Milano 1988.
4. ANCE - Associazione Nazionale Costruttori Edili, Lo studio di impatto ambientale nella progettazione delle opere pubbliche, Stampa, Roma 1990.
5. Bellinzoni A., Le dimensioni sociali delle valutazioni di impatto ambientale, primi elementi di un osservatorio bibliografico, ANPA - Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Roma aprile 1988.
6. Consorzio CAVET, Sistema Alta Velocità, Linea: Milano-Napoli, tratta Bologna-Firenze, progetto di massima e analisi ambientale delle varianti in territorio toscano, Sintesi non tecnica, Torino, settembre 1994.
7. Canter L.W., Environmental Impact Assessment (second edition), MacGraw - Hill, New.
8. Commission of the European Communities, Directorate - General for Transport, The european high speed train network - Environmental impact assessment, Executive Summary, october 1993.
9. Commissione Europea - Direzione Generale XI - Ambiente, Sicurezza Nucleare e Protezione Civile, Valutazione di impatto ambientale: Guida alla determinazione del campo d'applicazione (scoping), Europa Ambiente, maggio 1996.
10. Commissione Europea - Direzione Generale XI - Ambiente, Sicurezza Nucleare e Protezione Civile, Valutazione di impatto ambientale: Guida alla selezione dei progetti (screening), Europa ambiente, maggio 1996.
11. COOP. ARIET., La valutazione di impatto ambientale - Analisi metodologiche, casi di studio, Gangemi editore, Roma 1987.
12. Davies M., Sadler B., Controllo e verifica ambientali; criteri e attuazione della verifica, in : Scienza e Governo - Gestione Ambientale, febbraio 1991, pagg. 43-47.
13. Fallico C., Impatto ambientale di grandi opere di ingegneria civile, Edipuglia, Bari 1991.
14. FAST - Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche, AAA - Associazione Analisti Ambientali, S.I.T.E. Società Italiana di Ecologia, Valutazione di impatto ambientale, Corso di formazione, Milano 7-11 ottobre 1991.
15. I.P.Z.S., Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, GA - Gazzetta Ambiente, Rivista sull'ambiente e il territorio, anno 1997, suppl, n. 1 luglio-agosto.
16. Kiemstedt H., L'impatto dei trasporti sull'ambiente (2^ parte), in: Scienza e Governo - Ambiente e Trasporti, febbraio 1991, pagg. 39-42.
17. Maggi M., Procedure e metodologie di valutazione di impatto ambientale: bibliografia di base, Enea - Disp, 1989.

18. Malcevschi S., Atti del simposio: Liste di controllo per la Valutazione di impatto ambientale, S.I.T.E. Società italiana di Ecologia - Gruppo di lavoro "Impatto Ambientale", Atti 11, Parma 6 luglio 1989, Edizioni zara, Parma 1990.

19. Ministero dell'Ambiente - Commissione VIA, ANPA - Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Guida tecnica alla stesura dello studio di impatto ambientale per la discarica controllata di rifiuti solidi tossici e nocivi (RSTN), Rev. 1-28 marzo 1994.

20. Taylor B., Hutchison c., Pollack s., Tapper R., The environmental management handbook, Pitman Publishing, London (GB) 1994.

APPENDICE

ILLUSTRAZIONI

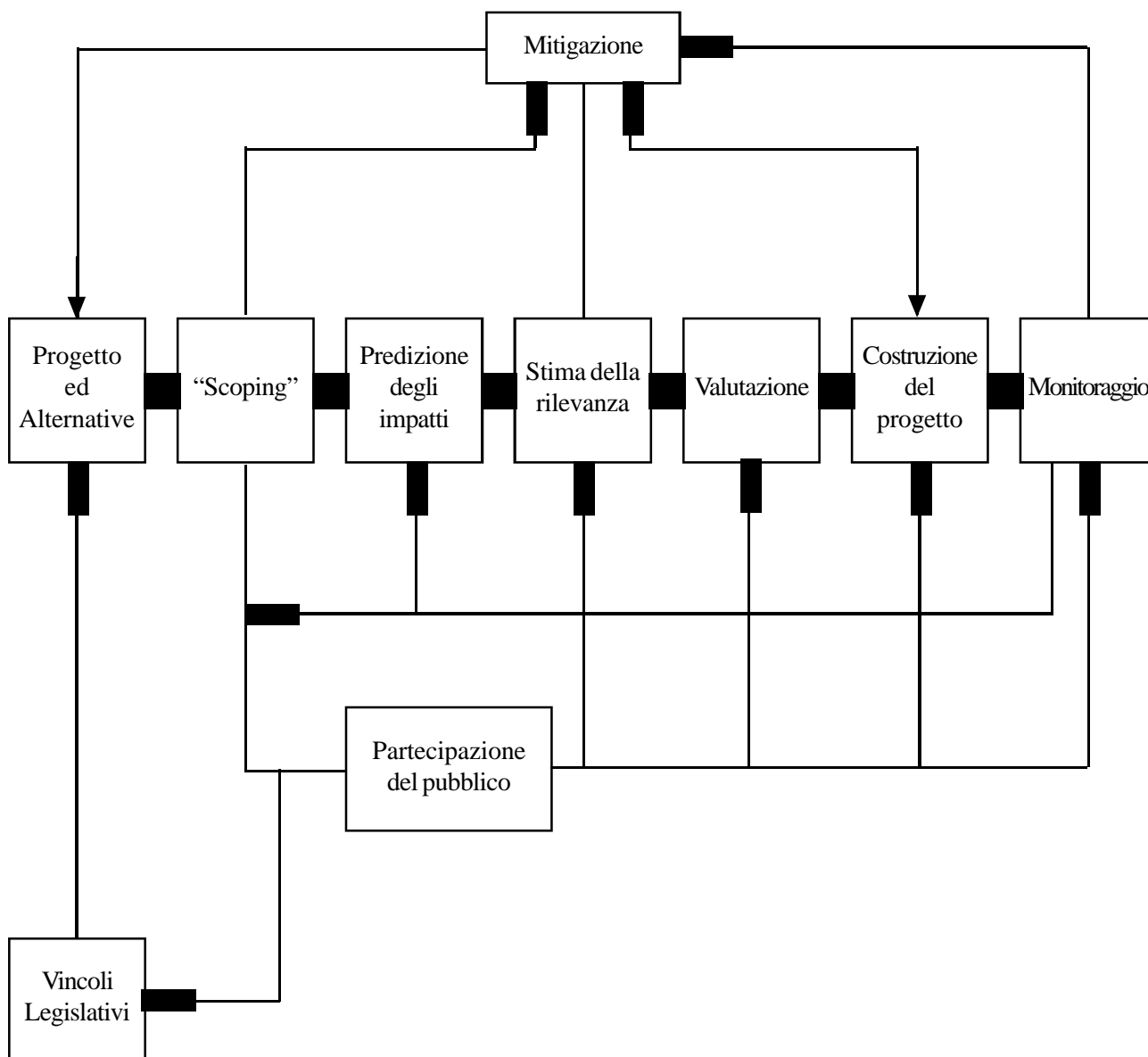


Fig. 1. Diagramma di flusso di un procedimento di VIA.

(Fonte: Marini R., Mummolo G., Lo Porto A., Le metodologie di valutazione di impatto ambientale, IRSA – CNR, Quaderno 76, Roma 1987)

- Inquadramento dell'intervento nell'ambito della pianificazione di area vasta e di settore.
- Collocazione dell'opera nell'ambito complessivo degli interventi di trasformazione del territorio.
- Definizione del contributo dell'opera al perseguimento degli obiettivi prefissati dalla pianificazione.
- Analisi delle conformità e/o disarmonie dell'intervento rispetto agli altri interventi.
- Segnalazione degli elementi di pianificazione che hanno condizionato le scelte localizzative e progettuali.

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

- Esplicitazione delle caratteristiche economiche.
- Esplicitazione delle caratteristiche funzionali.
- Esplicitazione delle motivazioni assunte dal proponente nella definizione del progetto.
- Caratteristiche tecniche.
- Esplicitazione del processo di definizione progettuale ed, eventuale, ottimizzazione progettuale.

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

- Inquadramento dell'opera nel territorio ed individuazione ambito di influenza.
- Individuazione delle modificazioni di stato delle componenti
- Descrizione delle caratteristiche dell'ambiente in termini globali e per componenti.
- Individuazione e stima delle modificazioni di qualità dell'ambiente nel suo insieme.
- Identificazione dei sistemi di monitoraggio.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Fig. 2. Articolazione fondamentale degli studio di impatto secondo il DPCM 27/12/88. (Fonte: ANCE – Associazione Nazionale Costruttori Edili, *Lo studio di impatto ambientale nella progettazione di opere pubbliche*, Stampa, Roma 1990).